Доклады Независимых Авторов

Периодическое многопрофильное научно-техническое издание

Выпуск № 33

Астрономия и религия \ 5
Термодинамика \ 36
Техника \ 55
Физика и астрономия \ 60

Россия - Израиль
2015

The Papers of independent Authors

(volume 33, in Russian)

Russia - Israel

2015

Copyright © 2005 by Publisher "DNA"
Все права (авторские и коммерческие) на отдельные статьи принадлежат авторам этих статей. Права на журнал в целом принадлежат издательству «DNA».
All right reserved. No portion of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, eltctronic or mechanical, without written permission of Publisher and Authors.

Опубликовано **09.02.2015** (версия 1)
Отправлено в печать **13.02.2015**
Напечатано в США, Lulu Inc., каталожный № **16537771**
ISBN 978-1-329-02052-8
EAN-13 9772225671006
ISSN 2225-6717

Сайт со сведениями для автора - http://dna.izdatelstwo.com
Контактная информация - publisherdna@gmail.com
Факс: ++972-8-8691348
Адрес: POB 15302, Bene-Ayish, Israel, 60860

Истина – дочь времени, а не авторитета.
Френсис Бэкон

> Каждый человек имеет право на свободу убеждений и на свободное выражение их; это право включает свободу беспрепятственно придерживаться своих убеждений и свободу искать, получать и распространять информацию и идеи любыми средствами и независимо от государственных границ.
> **Организация Объединенных Наций.**
> **Всеобщая декларация прав человека. Статья 19**

От издателя

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

1) статьи не рецензируются и издательство не отвечает за содержание и стиль публикаций,
2) автор оплачивает публикацию,
3) журнал регистрируется в международном классификаторе книг ISBN, передается и регистрируется в основных библиотеках России, национальной библиотеке Израиля,
4) приоритет и авторские права автора статьи обеспечиваются регистрацией журнала в ISBN,
5) коммерческие права автора статьи сохраняются за автором,
6) журнал издается в США,
7) журнал продается в интернете и в тех магазинах, которые решат его приобрести, пользуясь указанным международным классификатором.

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

Хмельник С.И.

Содержание

Астрономия и религия \ 5

Разумов И.К., Петров В.А. *(Россия).* Комментарии к акварелям "Потерянной книги Нострадамуса" \ 5

Термодинамика \ 36

Андреев Ю.П. . *(Россия).* Молекула-демон Андреева \ 36

Андреев Ю.П. . *(Россия).* Принцип полёта НЛО \ 42

Техника \ 55

Коджаманян Р.Г. *(Россия).* Решение электромобиля \ 55

Физика и астрономия \ 60

Верин О.Г. *(Россия).* Солитон и физика \ 60

Хизиров Ю.С. *(Россия).* Приливы и отливы - результат прецессии водоворотов \ 97

Хмельник С.И. *(Израиль)* Структура постоянного тока \ 110

Хмельник С.И. *(Израиль)* Структура потока электромагнитной энергии в проводе с постоянным током \ 121

Хмельник С.И. *(Израиль)* Математическая модель электрического торнадо \ 129

Хмельник С.И. *(Израиль)* Математическая модель песчаного вихря \ 141

Хмельник С.И. *(Израиль)* Дополнение к математической модели песчаного вихря \ 152

Хмельник С. И. *(Израиль)* Неволновая математическая модель водного солитона \ 162

Хмельник С. И. *(Израиль)* Математическая модель водного и песчаного цунами \ 169

Хмельник С.И. *(Израиль)* Математическая модель шаровой молнии \ 179

Эткин В.А. *(Израиль)* О возможности эфироопорного движения \ 200

Об авторах \ 209

Последняя / 211

Серия: АСТРОНОМИЯ И РЕЛИГИЯ

Разумов И.К., Петров В.А.

Комментарии к акварелям "Потерянной книги Нострадамуса"

Аннотация

Статья восполняет пробел в отечественной литературе в области изучения акварелей "Потерянной книги Нострадамуса" (*"Vaticinia Nostradami"*). Мы прослеживаем историю появления сюжетов этих рисунков с начала XIV века в пророческих сериях *"Genus nequam"* и *"Ascende calve",* интерпретируя их применительно к римским папам. Из анализа следует, что традиционные датировки рисунков могут быть некорректны, в противном случае многие предсказания действительно исполнялись. Основным результатом исследования является оригинальное истолкование астрономической серии акварелей из "Потерянной книги" (Листы 66–72), относительно которой можно предполагать, что она была создана уже в XVIII веке, сразу после понтификата Климента XI (1700–1721).

Содержание

1.Введение.
2.Истолкование акварелей.
3.Обсуждение.
Литература.

1. Введение

Собрание из 80 акварельных рисунков (известное сейчас под условным названием *Vaticinia Nostradami*) было обнаружено в 1994 году итальянскими журналистами Энза Масса и Роберто Пинотти в Центральной Национальной Библиотеке Рима. Согласно реестровой записи, книга была получена библиотекой от некоего итальянца Пиволи в 1888 году. В то же время, она содержит сопроводительные Листы 1 и 2 и постскриптум, где указано, что рисунки принадлежат Нострадамусу (1503-1566), и были отправлены в Рим его сыном Сезаром Нострадамусом в качестве подарка римскому папе Урбану VIII Барберини (1623-1644). Кроме того, в

постскриптуме сказано, что в 1629 году книга была передана папе Урбану VIII неким братом Бералдусом (впрочем, анализ чернил по характерному содержанию цинка показал, что постскриптум, в отличие от остальной книги, датируется не ранее XVIII века). В 1998 году журналист Оттавио Рамотти популяризовал тему в книге "Код Нострадамуса", а затем в 2007 году телеканал "History Channel" выпустил фильм "Потерянная книга Нострадамуса".

Однако профессиональные историки идею о возможном авторстве Нострадамуса встретили скептически. Во-первых, отсутствуют сведения, что Нострадамус когда-либо увлекался живописью. Существует, правда, письмо Сезара Нострадамуса французскому ученому Фабри Переску (Fabri de Peirecs), в котором упомянуты миниатюры выполненные самим Сезаром и отправленные в подарок королю Людовику XIII в 1629 году, но даже для них не прослеживается никакой связи со сборником акварелей из Римской библиотеки. Во-вторых, сюжеты первых 30 рисунков не являются оригинальными, а заимствуются из широко известного "Пророчества о судьбах папства" (*Vaticinia de Summis Pontificibus*). Автор акварелей "Потерянной книги" в лучшем случае просто скопировал эти рисунки, дополнив их собственной оригинальной серией. Поэтому для понимания акварелей "Потерянной книги" необходимо прежде всего познакомиться с "Пророчеством о судьбах папства" и попытаться понять точку зрения автора акварелей на это пророчество.

Как известно, "Vaticinia de Summis Pontificibus" не возникло сразу как цельное произведение, а формировалось в течение нескольких десятилетий, или даже нескольких веков. Считается, что первая серия из пятнадцати предсказаний (*Genus nequam*) имеет своим источником византийские предсказания (*Leo Oracle*, XII век), где 15 рисунков с комментариями относились к императорам, и имели конечной целью пророчество об императоре-спасителе, который должен восстановить единство Римской Империи. На итальянской почве эти предсказания были приспособлены к римским папам, начиная с Николая III (1277–1280). Каждое предсказание состояло из 4 элементов: загадочный аллегорический текст, символический рисунок, девиз и привязку к римскому папе (которая естественно устанавливалась задним числом). Ближе к концу пророчества обычно появлялся "ангельский папа". В настоящее время найдено 9 таких манускриптов. Утверждается, что эти пророчества были собраны, и их сложившийся порядок окончательно установлен

примерно в 1280–1304 годах [1]. В некоторых источниках они приписывались мифическому епископу Ансельму Мариско. Вторая серия предсказаний (*Ascende calve*), также 15 рисунков, по мнению историков, была составлена около 1328 года. Некоторое время эти предсказания распространялась независимо от предыдущих и приписывались Иоахиму Флорскому. По содержанию они также начинались с понтификата Николая III (1277–1280), и заканчивались появлением апокалиптического дракона.

Согласно Лернеру (Lerner [2]), две указанные серии пророчеств были объединены вероятно в понтификат Иоанна XXIII (1410–1415), т.е. к моменту завершения Великого западного раскола церкви (1418), после чего вся объединенная серия стала приписываться Иоахиму Флорскому. При этом листы второй серии, включая апокалиптического дракона, были помещены в начало объединенной серии. Листы же первой серии помещены вслед за ними. Составители объединенного пророчества уже не рассматривали эти серии как дублирующие, а считали, что они последовательно дополняют друг друга, по общему правилу: "один лист – один папа". Существовавшие на тот момент истолкования первой серии, с привязкой к минувшим понтификатам, были признаны ошибочными и забыты. Объединенная серия разошлась затем многими копиями; и в настоящее время найдено более 50 экземпляров этой серии. Кроме того найдены версии пророчества, содержащие как большее, так и меньшее число рисунков, а также пророчества с несколько измененным порядком рисунков.

Соответствие рисунков, латинских девизов и текстовых комментариев к ним является самостоятельной проблемой, поскольку не всегда ясно, кем и когда составлялась текстовая часть. Мнение историков состоит в том, что девизы и туманные текстовые комментарии существовали изначально, являясь органичным дополнением рисунков. Однако в процессе формирования окончательной версии многократно модифицировались как текстовые комментарии, так и сами рисунки.

Из сказанного можно предположить общий смысл акварелей "Потерянной книги". По сути данная книга представляет собой наиболее полную из известных версий "Пророчества о судьбах папства". Предыдущая объединенная серия (собранная вероятно в 1410–1415 гг.) копируется и дополняется новой большой серией рисунков, созданных в том же стиле. Поэтому мы вправе ожидать, что автор акварелей "Потерянной книги" придерживается прежней

логики, посвящая по одному листу очередному римскому папе. Ниже будет показано, что это правило выполняется вплоть до папы Климента XI (1700–1721). При этом, однако, в "Потерянной книге" совсем отсутствуют текстовые комментарии к рисункам.

При обсуждении пророчеств наиболее важно знать точную дату их появления, потому что именно этим определяется, в какой степени предсказание исполнилось. К сожалению, история формирования "Vaticinia de Summis Pontificibus" весьма сложна, а история появления "Потерянной книги" вызывает собственные вопросы. В данной статье мы не претендуем на то, чтобы установить (или уточнить) даты появления серий пророческих рисунков, оставляя эту задачу историкам. Вместо этого мы прилагаем максимальные усилия к интерпретации рисунков применительно к понтификатам, что в итоге может помочь историкам в их правильной датировке, и кроме того, восполняет пробел в этой области знаний в отечественной литературе. Мы приходим к выводу, что распространенное мнение о датировке рисунков началом XIV века может быть ошибочным, так как в этом случае большинство пророчеств исполнилось с неплохой точностью. Если все же некоторые сюжеты действительно являются такими древними, и это будет надежно установлено, тогда наше исследование дает любопытные аргументы в пользу существования сбывающихся пророчеств. Основным же результатом данного исследования является оригинальное истолкование астрономической серии акварелей из "Потерянной книги" (Листы 66–72), относительно которой можно предполагать, что она была создана уже в XVIII веке, сразу после понтификата Климента XI (1700–1721).

2. Истолкование акварелей

Рассматривая пророчество как целое, для первых тридцати рисунков (Листы 3–34) мы руководствуемся в описании не только "Потерянной книгой", но и более ранними экземплярами, прежде всего хорошо сохранившемся экземпляром "Oberitalien" (~1415 год). Акварели "Потерянной книги" могут содержать незначительные отличия. В комментарии сначала дается краткое описание рисунка, затем называется папа, согласно порядку следования римских пап, после чего приводится возможное истолкование рисунка.

Листы 1 и 2. Пояснительная записка, где утверждается, что Нострадамус является автором прилагаемых акварелей.

Лист 3. Рисунок - заставка: монах дающий две книги – братьям и сестрам. Некоторые экземпляры "Vaticinia de Summis Pontificibus" также содержали заставку, предшествующую пророчествам о папах. Не стоит усматривать здесь пророчество.

Лист 4. Папа кормящий медвежат. Над левой рукой папы белая птица, окруженная 8 звездами. Девиз на латыни: *"Собирающий звезды для освещения небесной тверди"*. **Николай III Орсини (1277–1280)**. Находился в союзе с королем Германии Рудольфом I Габсбургом, и заключил с ним конкордат, по которому Романья и Равеннский экзархат были предоставлены папе. Медведь является одним из символов Германии, в частности он присутствует на гербе Берлина (само название города Берлин происходит от немецкого "медведь"). Кроме того, медведь является одним из геральдических символов рода Орсини, к которому принадлежал папа.

Лист 5. Папа поражающий орла жезлом с золотой лилией. Девиз на латыни: *"Закрывающий на ключ"*. **Мартин IV (1281–1285)**. До избрания папой – хранитель большой печати, канцлер и казначей французского королевства. Был избран благодаря поддержке короля Франции Карла I Анжуйского, заключившего в тюрьму двух кардиналов, находящихся в оппозиции. Предал анафеме византийского императора Михаила Палеолога как еретика и схизматика. В результате идея унии с православной церковью была загублена. Орел присутствовал на гербе Палеологов. Золотая лилия на жезле папы – символ французских королей.

Лист 6. Народное восстание против папы. Девиз на латыни: *"Его тело претерпевает мучения"*. **Гонорий IV (1281–1287)**. На момент избрания так сильно страдал от подагры, что не мог ни ходить, ни стоять. Центральным событием понтификата стала "Сицилийская вечерня" – национально-освободительное восстание сицилийцев против власти Анжуйской ветви дома Капетингов. В результате резни 31 марта 1282 года были перебиты все французы на острове. Папское государство в союзе с французами вступило в длительную войну с мятежными сицилийцами.

Лист 7. Папа укушенный драконом в руку с чашей и Святая Мария. Девиз на латыни: *"Восток, напившись из чаши, уходит к Богу"*. **Николай IV (1288–1292).** Построил базилику Санта-Мария Маджоре, одну из четырех главных базилик Рима. При нем пали последние бастионы крестоносцев в Палестине – Акра, Тир, Сидон и Бейрут. Согласно Скалигеру, дракон обозначает турецкого султана.

Лист 8. Папа благословляемый Божественной рукой из горящего куста, с собакой или лисой, которая стягивает с него тиару (в некоторых экземплярах). **Целестин V (1294)**. Характеристика данная этому папе св.Малахией: "поднявшийся из пустыни". Отшельник, избранный папой в силу того, что кардиналам два года не удавалось достичь компромисса. Добровольно подал в отставку через 7 месяцев, канонизирован как святой. Одиннадцать звезд на кусте могут обозначать тот факт, что Пьетро Анджелари дель Мурроне (будущий папа Целестин V) вступил в орден бенедиктинцев в возрасте 12 лет. Лису, стягивающую тиару с папы, связывают с кардиналом Бенедетто Каэтани (будущий папа Бонифаций VIII), который помогал Целестину V составить акт об отставке.

Лист 9. Папа с монахом, поражающий трезубцем голубя при помощи петуха и поклеванный в руку орлом либо вороном. Комментарий на латыни: *"Обманным путем царствует, дыша смертью"*. **Бонифаций VIII (1294–1303)**. Согласно легенде пришел к власти, убедив своего предшественника, папу Целестина V, отречься от престола. Активно занимался политикой, но всюду потерпел неудачу. Попал в плен к королю Франции Филиппу IV и покончил с собой. После смерти был признан еретиком. Монах на рисунке может обозначать предыдущего папу Целестина V, который после отставки вернулся к жизни отшельника.

Лист 10. Папа приручивший двуглавого дракона, обвившегося вокруг дерева, с птицей позади. **Бенедикт XI (1303–1304).** Принадлежал к ордену Проповедников. Рисунок ассоциируется с гербом папы, на котором изображался зубчатый столб с вершиной разделенной надвое. Кроме того, двуглавый дракон может обозначать соперничавшие в Италии политические группировки гвельфов и гиббелинов [3].

Лист 11. Папа-путешественник. **Климент V (1305–1314).** В период его правления Рим стал неуправляемым из-за войны между родами Орсини и Колонна. Поэтому в 1309 году папа переселился в Авиньон, положив начало "авиньонскому пленению пап".

Лист 12. Папа поражающий Агнца мечом, исходящим из его уст, и змей-папа. Девиз на латыни: *"Лжесвященники борющиеся с голубями"*. **Иоанн XXII (1316–1334)**. Сжигал живыми за ересь тех миноритов, которые в абсолютной бедности видели подражание Христу. Основоположник средневековой "охоты на ведьм". В его правление при поддержке Людовика Баварского был избран также

антипапа Николай V, выступавший поначалу за абсолютную бедность церкви. Однако после ослабления позиций Людовика в Италии, Николай V явился к Иоанну XXII в Авиньон, публично признал свою вину, и папа Иоанн XXII наградил его поцелуем мира. Данная серия пророчеств (первые 15 рисунков) считается сформированной около 1328 года, и именно в этом году Николай V был провозглашен папой. Следовательно далее, вплоть до Листа 18, мы вправе были бы ожидать пророчеств о будущем.

Лист 13. Папа с двойной короной, с шестью (в других экземплярах семью) звездами в треугольнике и белым петушком у ног. Девиз на латыни: *"Один превзошедший сияние шести планет"*. **Бенедикт XII (1334–1342).** Француз по происхождению, чем объясняется петушок у ног – символ Франции. Треугольник является символом Святого Духа, его появление связано с тем, что в 1336 году папа провозгласил доктрину о состоянии святых и блаженных душ, которые на небе лицезреют Бога. Корона совмещенная с папской тиарой в правой части рисунка может указывать на тот факт, что папа доверил королю Неаполя Роберту быть администратором Рима, поручив ему водворить мир и порядок в Вечном городе. Шесть (или семь) звезд внутри треугольника указывают также на 7 полных лет этого понтификата (седьмой звездой, в соответствии с девизом, является сам папа). Если рисунок датируется 1328 годом, тогда он выглядит как сбывшееся пророчество.

Лист 14. Папа в широком синем поясе (в экземпляре "Oberitalien"), кусаемый змеей, с перевернутым крестом ("Oberitalien"), черным петухом и мертвым ягненком. Девиз на латыни: *"Его одежда в крови белого агнца"*. **Климент VI (1342–1352)**. Француз по происхождению (петух –символ Франции), он любил роскошную жизнь, но обвинение в злодействах выглядит неоправданным. Странная ассоциация девиза (*кровь белого агнца*) и синий пояс на рисунке должны быть связаны с гербом папы, где изображались шесть алых роз на серебряном поле с синей перевязью.

Лист 15. Папа с огромной короной у ног и волк с мечом. **Иннокентий VI (1352–1362).** Комментарий на латыни: *"Тогда волк будет жить вместе с ягненком и будут пастись вместе"*. Короновал императора Св.Римской империи Карла IV. Содействовал заключению мира в Бретиньи (1360) между Францией и Англией. Византийский император Иоанн V Палеолог предложил ему

подчинить греческую церковь Римскому престолу при условии оказания помощи против Иоанна VI Кантакузина, но папа отклонил предложение из-за нехватки финансов. На эту историю может указывать корона лежащая у ног. Предсказание выглядит как исполнившееся, благодаря императорской короне у ног.

Лист 16. Папа с ангелом и павлином, благословляемый Божественной рукой (слева). Девиз на латыни: *"В одиночку откроет книгу написанную Божественной рукой"*. **Урбан V (1362–1370).** Профессор и ведущий канонист своего времени, реформатор и покровитель образования. На пятом году правления переселился из Авиньона в Рим, на что указывают пять звезд на кусте. В 1870 году признан блаженным. Подобие "глаз" на хвосте павлина понималось в средневековье как символ божественного "всезнания". Урбан V – последний папа, имя которого открыто подписано в известном экземпляре "St.Gallen" [4], датируемом историками 1360–1370 гг. Предсказание исполнилось?

Лист 17. Папа атакуемый солдатом, которого останавливает (или подталкивает?) Божественная рука с пятью звездами. **Григорий XI (1370–1378).** На пятый год понтификата (на что указывают пять звезд) началась война между Папским государством и коалицией итальянских государств во главе с Флоренцией. Сюжет присутствует в экземпляре "St.Gallen" (1370). Предсказание исполнилось?

Рис.1. Заключительный рисунок серии "Ascende calve" из экземпляра "St.Gallen" (1370) (*слева*) и Лист 18 "Потерянной книги" (*справа*).

Лист 18. Дракон с коронованной человеческой головой в огненном море. Вокруг хвоста 11 или 12 звезд (в зависимости от экземпляра) и 5 либо 6 звезд в полумесяце над хвостом. **Урбан VI (1378–1389).** С этого папы начинается период Великого Западного раскола церкви (1378–1417). Характеристика от св.Малахии: "из беременного ада" – объясняется тем, Урбан VI родился в местечке Инферно, что переводится с итальянского как Ад. Он правил 12 лет без пяти месяцев, что обозначено звездами: 12 звезд от головы до хвоста (и в хвосте) и 5 звезд в полумесяце. В других экземплярах наблюдаются именно 11 звезд вокруг хвоста и 6 звезд в полумесяце, и тогда операция вычитания заменяется более естественной операцией сложения полных лет и месяцев. Интерпретацию этого предсказания применительно к папе Урбану VI относят прежде всего к началу XV века, когда была сформирована объединенная серия пророчеств. До этого рисунок был заключительным в своей серии, и следовательно должен был относиться к "последним дням". Сюжет присутствует в экземпляре "St.Gallen" (1370) (не совпадают некоторые детали, в том числе количество звезд). Предсказание исполнилось или датировка экземпляра ошибочна?

Лист 19. Разделяет первую и вторую серии "Vaticinia de Summis Pontificibus" в рамках "Потерянной книги". Рамотти помещает сюда заставку ("мудрец читающий книгу"), но остальные исследователи утверждают, что на этом месте находится чистый лист. Скорее всего, ошибка допущена у Рамотти.

Лист 20. Папа окруженный медведями, причем один из медведей сидит у него на шее. **Бонифаций IX (1389–1404).** Второй папа периода Великого Западного раскола. Медведь – традиционный германский символ. Следовательно, медведи могут обозначать германские княжества, которые поддерживали папу. Авиньонские антипапы не включаются автором акварелей в реестр пап. Это может свидетельствовать, что автор данной серии рисунков не является французом. Следует однако отметить, что данная серия рисунков (Листы 20–34) датируется историками ранее 1304 года. В подписях на древнейших экземплярах папа отождествляется с Николаем III Орсини (1277–1280), именно поэтому изображения на листах 4 и 20 "Потерянной книги" внешне сходны. Однако, это едва ли не единственное смысловое совпадение двух серий. Если же относить рисунки этой серии ко времени после папы Урбана VI, как это сделано в объединенной серии (~1415), тогда все они должны

являться пророчествами о будущем (а не ретроспективой прошлого).

Лист 21. Папа с пером, книгой и голубь, который кормит (или атакует?) змею. **Иннокентий VII (1404–1406)**. На гербе этого папы изображена комета с длинным хвостом, внешне напоминающая змею. Кроме этого формального совпадения имеется и совпадение смысловое. Следуя практике непотизма, папа ввел в коллегию кардиналов своего племянника Людовико Мильорати, что стало большой ошибкой. Племянник организовал убийство одиннадцати противников папы, что привело к беспорядкам, и папа был вынужден на некоторое время покинуть Рим. Именно племянник-"непот" должен быть обозначен на рисунке как змея. Рисунок присутствует в экземпляре "Riccardiana" (1304) и др. [1]. Предсказание исполнилось?

Рис.2. Рисунки соответствующие папе Иннокентию VII, антипапам Александру V и Иоанну XXIII из экземпляра "Oberitalien" (1415) (*верхний ряд*); гербы папы Иннокентия VII, кланов Колонна и Орсини, фрагмент герба антипапы Иоанна XXIII (*нижний ряд*).

Лист 22. Папа с орлом сидящим на тиаре, благословляющий юношу в светском платье и атакуемый единорогом. **Григорий XII**

(1406–1415). Последний официальный римский папа периода Великого западного раскола. Орел на тиаре подчеркивает, что опорой этого папы была Св.Римская империя, в то время как Франция, Испания, Сицилия и Неаполь поддерживали авиньонского и пизанского антипап. Единорог (символ чистоты и строгости) должен ассоциироваться с церковным собором в Пизе (1409), который безуспешно пытался низложить папу Григория XII, но в итоге только усугубил раскол. Единорог – обычно положительная фигура: это значит, что автор рисунка поддерживает идеи собора в Пизе. Рисунок присутствует в экземплярах датируемых XIV веком. Предсказание исполнилось?

Лист 23. На трех колоннах: король, монах и рука с серпом, протянутая к монаху. В ранних экземплярах – голова монаха в чаше и две колонны по обе стороны. Антипапа **Александр V (1409–1410).** В детстве жил на улице, не зная своей родни. Получил начальное образование в монастыре нищенствующих монахов-францисканцев. Был избран на церковном соборе в Пизе (1409), однако римский и авиньонский папы не признали этот собор, и на некоторое время у католической церкви появилось три папы. По слухам, был в итоге отравлен. Колонны должны намекать на роль римского клана Колонна в истории церковного раскола. Тот факт, что на колоннах слева и справа мы не видим пап, свидетельствует, что автор пророчеств симпатизирует Александру V, которого признает единственным законным папой. По той же причине Александр V включается в "папский реестр", в отличие от предшествующих авиньонских антипап. Конец правлению антипап положил Констанцский собор (1417), на котором был избран папой Мартин V Колонна. Таким образом, роль клана Колонна в истории Великого западного раскола действительно была заметной. Сюжет присутствует в экземпляре "Lunel" (1320) и др. [1] Предсказание исполнилось?

Лист 24. Папа или монах с серпом в правой и розой в левой руке. На земле буква "B" либо два холма и чья-то нога. Девиз на латыни (1415): *"Бедность, послушание, целомудрие и умеренность разрушены лицемерием"*. **Антипапа Иоанн XXIII (Бальтазар Косса) (1410–1415).** Чья-то нога изображалась на его гербе, что позволяет его однозначно идентифицировать. В молодости был пиратом, о чем может свидетельствовать серп в правой руке (символ смерти и разрушения). Кроме того, он держит розу в левой руке; это указывает на тот факт, что его поддерживал кардинал Джордано

Орсини из влиятельного рода Орсини, находящегося во враждебных отношениях с родом Колонна (на фамильном гербе Орсини присутствует красная роза). Сюжет присутствует в экземплярах "Riccardiana" (1304), "Lunel" (1320) и др., хотя при этом не упоминается нога [1]. В древнейших версиях вместо ноги изображается ангел. Историки отмечают, что сюжеты этого и предыдущего рисунков тесно связаны и часто переплетаются. В контексте нашего истолкования, это конечно связано с тем, что оба рисунка относятся не к римским папам, а к "пизанским антипапам". Предсказание исполнилось?

Любопытна политическая ориентация автора пророчеств. Как известно, после Констанцкого собора, который потребовал отречения от всех пап, папа Иоанн XXIII бежал под покровительство Фридриха IV Австрийского и начал торговаться с собором, потребовав себе Болонью, Авиньон и пенсию в тридцать тысяч золотых флоринов. В итоге собор низложил папу, вменяя ему в вину надуманные преступления, такие как отравление папы Александра V, изнасилование трехсот монахинь, мужеложество, пытки и убийства невинных, торговлю епископатами. После этого вплоть до 1958 года ни один папа не принимал имени Иоанн, чтобы не ассоциироваться в умах паствы с этой историей. Несмотря на это, автор рисунков изображает антипапу Иоанна XXIII скорее как положительную фигуру, включая его (как и Александра V) в общий реестр римских пап. Легко заметить, что антипапы Климент VII и Бенедикт XIII не удостоились такой чести. Это означает, что автор рисунков признает полностью законным церковный собор в Пизе (1409).

Иоанн XXIII – это последний папа названный по имени в текстовом комментарии экземпляра "Oberitalien" (1415). Со следующего листа должны начинаться пророчества о будущем римских пап относительно времени формирования объединенной серии. Иначе говоря, достоверность пророчеств закрепляется не только датировкой исходной серии (1304 год), но также и датировкой весьма известной объединенной серии (1415 год).

Лист 25. Папа, телец, король и королева. **Мартин V (1417–1431)**. Избран на Констанцском соборе (1417), завершившем Великий Западный раскол. Однако вступление в Рим пришлось выкупить у королевы Неаполя Иоанны II и самозванца Браччио да Монтоне, захватившего власть в Папском государстве. Их портреты мы вероятно видим в левом верхнем углу рисунка, а телец у ног

папы обозначает выкуп. Имя этого папы не названо в текстовом комментарии "Oberitalien" (1415) в открытом виде. Это выглядит так, словно очередное предсказание, выраженное рисунком, сбылось уже после того, как составителем объединенного сборника был оставлен последний комментарий. Таким образом, критический рубеж – датировка объединенной серии (1415) – не отразился на пророческих свойствах рисунков. Также сюжет присутствует в экземплярах "Riccardiana" (1304) и "Lunel" (1320). Предсказания продолжают исполняться, или общепризнанные датировки ошибочны?

Лист 26. Папа и медведица с медвежатами-сосунками. **Евгений IV (1431–1447).** Характеристика от св.Малахии "небесная волчица" – объясняется тем, что Евгений IV до восхождения на папский престол был епископом Сиены. На гербе Сиены – младенцы Ромул и Рем, сосущие волчицу. Автор рисунков заменяет волчицу на медведицу. Снова вызывает удивление тот факт, что рисунок присутствует в экземплярах "Riccardiana" (1304), "Lunel" (1320), "Oberitalien" (1415), т.е. задолго до восхождения этого папы на престол.

Лист 27. Войско мирно стоящее в городе, либо осада города (зависит от экземпляра). Девиз на латыни (1320): *"Кровь монахов вернется на прежнее место"*. Понтификат **Николая V (1447–1455)**; соответствует времени окончания Столетней войны (1453) между Англией и Францией. Кроме того, в 1453 году турки-османы после осады взяли Константинополь. Рамотти почему-то сообщает о другом рисунке на этом листе "Потерянной книги", и видимо снова ошибается. Во всяком случае, положение листа в исходной версии "Vaticinia de Summis Pontificibus" не вызывает сомнений. Сюжет присутствует в "Riccardiana"(1304), "Lunel" (1320), "Oberitalien" (1415), "Тоскана" (1440). Предсказание исполнилось?

Лист 28. Папа с флагом, книгой и волком (лисой), уносящим ключ. Надпись на рисунке (1320): "*Подобие лисьей дружбы*". Девиз на латыни: *"Добрая цель, обильное милосердие"* (1415). **Каликст III (1455–1458)**. Этот папа посвятил все силы поддержке регента Венгерского королевства Яноша Хуньяди, армия которого в 1456 году разбила турецкие войска под Белградом (о чем говорит *флаг с крестом*). Однако в том же году Хуньяди скончался, а к власти в Валахии и Трансильвании пришел его враг, князь Дракула (*волк уносящий ключ*). Опять сбывшееся предсказание? Сюжет присутствует в "Riccardiana" (1304), "Lunel" (1320), "Oberitalien" (1415). В тосканском экземпляре

(1440) с этого места порядок акварелей меняется. Мы всюду следуем порядку из экземпляра "Oberitalien" (1415) и "Потерянной книге".

Лист 29. Пустой трон и протянутые к нему руки, либо (в зависимости от экземпляра) шесть ладоней над городом в просительном жесте. **Пий II (1458–1464)**. Согласно Скалигеру, речь идет о мольбе христианского мира об освобождении Константинополя от турок. Пий II предпринимал усилия для организации большого крестового похода с этой целью. Кроме того, при достаточной фантазии символ шести ладоней ассоциируется с гербом папы, где были изображены пять золотых полумесяцев. Рисунок присутствует в древнейших экземплярах. Предсказание исполнилось?

Лист 30. Женственный почти голый папа или монах, в трусах похожих на юбку, сидя на камне, благословляет почтительного молодого монаха. **Павел II (1464–1471)**. Он имел прозвище "Наша госпожа Милосердная" из-за склонности к переодеванию. Правда переодевался папа в роскошные одежды. Предсказание выглядит как ироничное и исполнившееся, сюжет присутствует в "Riccardiana" (1304), "Lunel" (1320), "Oberitalien" (1415). Впрочем, "женская юбка" папы появляется лишь в "Потерянной книге".

Лист 31. Папа передает тиару пяти овцам. **Сикст IV (1471–1484).** Назначил кардиналами пять своих непотов (племянников, близких родственников), а десять других поставил на высокие церковные должности. Это деяние трудно рассматривать как богоугодное, поэтому нимб святого над головой папы в экземпляре "Oberitalien" не оправдан. Тем не менее, в целом предсказание выглядит как исполнившееся. Экземпляр "Riccardiana" (1304) содержит противоречие в этом месте: подпись "папа и овцы" в нем не соответствует рисунку. Экземпляр "Oberitalien" (1415) приводит рисунок в соответствие с подписью. "Lunel" (1320) вместо пяти овец изображает четырех кроликов.

Лист 32. Ангел благословляет папу. **Иннокентий VIII (1484–1492).** Историки не усматривают в нем святости, предсказание не сбылось.

Лист 33. Папа с книгой в руке, сопровождаемый двумя ангелами. **Александр VI Борджиа (1492–1503)**. На самом деле в это время при папском дворе царили крайне распущенные нравы. Ходили слухи о кровосмесительной связи папы с собственной дочерью Лукрецией и о том, что он избавляется от врагов при

помощи яда. Предсказание абсолютно не сбылось, либо имеет жесткую политическую подоплеку.

Лист 34. Папа-монах отдает тиару усатому коронованному волку-оленю. По порядку следования акварелей, **Пий III (1503).** Он умер на 27-ой день своего понтификата. Предсказание очень конкретное. На первый взгляд кажется, что оно могло быть сделано в понтификат Пия III, либо непосредственно накануне. В таком случае коронованный волк-олень это Цезарь Борджиа, – опасный, непредсказуемый и жестокий молодой аристократ, сын папы Александра VI, стремившийся объединить Италию под своей властью. Пий III был его ставленником. Однако сюжет встречается и в тосканском экземпляре, и в "Oberitalien", и в других версиях. Иногда вместо волка изображен козел, агнец, либо коронованный лев, также с человеческой головой. Наконец, в экземпляре "Riccardiana" (1304) на туловище зверя стоит подпись: "Антихрист", что логично, поскольку этот рисунок завершает серию предсказаний. В любом случае, папа Юлий II, правивший после Пия III, питал сильное отвращение к семейству Борджиа. Цезарь Борджиа не смог объединить Италию, не получил папскую тиару, и вскоре скончался. Пророчество было весьма близким к исполнению, но не сбылось. Занимательно, что объединенная серия "Vaticinia de Summis Pontificibus" завершилась, таким образом, годом рождения Нострадамуса (1503).

Лист 35. Рисунок-заставка перед оригинальной серией рисунков "Vaticinia Nostradami". Колесо Фортуны (Судьбы), управляемое Божественной рукой (в левом верхнем углу). Идея такого изображения присутствует, например, на гравюре А.Дюрера (1471–1528). В данном случае, Павлин – символ монархии Габсбургов, Петух – символ Франции, Лев – символ Испании, которая "держит на поводке" маленького нидерландского Льва. Орел Св.Римской империи в упадке под колесом; это легко объяснить, если предполагать, что акварель написана в 1629 году, когда Св.Римскую империю раздирала 30-летняя война. Папская тиара изображена в состоянии свободного падения на фоне Орла, потому что война велась между католиками и протестантами, ослабляя власть и авторитет римского папы.

Лист 36. Папа коронуемый двумя ангелами. **Юлий II (1503-1513).** Автор акварелей положительно оценивает его деятельность, и это должно быть связано с отношением нового папы к наследию Борджиа. В день своего избрания Юлий II заявил: "Я не буду жить в

тех же комнатах, где он [Александр VI] осквернил Святую Церковь, как никто до него узурпировавший папскую власть за счет помощи дьявола... Я запрещаю под страхом отлучения от церкви говорить или думать о Борджиа снова. Его имя и память должны быть забыты. Он должен быть вычеркнут из каждого документа".

Лист 37. Папа с двумя львами у ног и со скрещенными ключами в левой руке. **Лев X (1513-1521).** Львы у ног указывают на имя. Ключи от Рима и Рая в руках папы в данном случае указывают на цифру "X", а также могут намекать на тот факт, что Лев X отлучил от церкви Мартина Лютера (затворил двери Рая для протестантов). Говорить о предсказании Нострадамуса в данном случае не приходится, потому что в любом случае Нострадамус не делал публичных предсказаний до 1553 года (когда был опубликован его первый Альманах). Таким образом, на серии ближайших рисунков имеем исторический экскурс, из которого видно только, что автор "Потерянной книги" понимает предыдущую логику "Vaticinia de Summis Pontificibus" и продолжает свое пророчество в том же порядке.

Лист 38. Папа-дракон с кинжалом в руке прогоняет медведя. **Андриан VI (1522-1523).** Единственный папа-голландец, последний папа-неитальянец перед Иоанном Павлом II. После смерти был осмеян народом Рима, его считали "варваром" и радовались его смерти. Медведь является традиционным германским символом, поэтому рисунок указывает, что Андриан VI вынужден был бороться против набирающего силу движения Реформации в Германии. Также Андриан VI призывал европейских государей к крестовому походу против турок. Неясна только медаль на шее у папы.

Лист 39. Лев с мечом в лапах и пучком лилий в пасти пасёт (?) отару овец перед чашей, из которой вылетает птица. **Климент VII (1523-1534)**, из династии Медичи, двоюродный брат Льва X. Император Св.Римской империи Карл V назвал этого папу "волком вместо пастуха". Три лилии в пасти Льва являются символом династии Медичи. Папа был отравлен, и возможно поэтому на рисунке появляется чаша.

Рис.3. Листы "Потерянной книги" 35,40,42: заставка и символические портреты пап Павла III Фарнезе и Юлия III дель Монте (*верхний ряд*); гравюра А.Дюрера "Колесо фортуны", гербы дома Фарнезе и папы Юлия III (*нижний ряд*).

Лист 40. Единорог перед Солнцем. **Павел III Фарнезе (1534-1549)**. Он стал основателем дома Фарнезе, передав во владение своим потомкам герцогство Пармское. Единорог – геральдическое животное с герба дома Фарнезе, а Солнце – традиционный символ христианства.

Лист 42. (Листы 41 и 42 переставлены). Лев с короной из трех камней над головой. **Юлий III дель Монте (1550-1555).** Порядок следования рисунков нарушен, поскольку этот рисунок несомненно должен быть отнесен к папе Юлию III. Фамилия "дель Монте" образуется от слова "гора". Аналогичный значок (корона из трех камней, или трехвершинный холм) присутствует на гербе папы. Кроме того, в пророчестве св.Малахии ему соответствует характеристика "от горной короны".

Рис.4. Листы "Потерянной книги" 41 (фрагмент), 49, 52: символические портреты пап Марцелла II, неизвестного папы, Льва XI Медичи (*верхний ряд*); гербы папы Марцелла II, рода Киджи, династии Медичи (*нижний ряд*).

Лист 41. (Листы 41 и 42 переставлены). Папа в поле рядом с лежащим животным (лошадью или оленем) и солдатом. Над плечом папы золотая лилия Бурбонов, а в руке три монеты либо три зерна. **Марцелл II (9 апреля 1555–1 мая 1555)** Пророчество св.Малахии дает ему характеристику: "пустяковая пшеница". На гербе этого папы присутствуют олень и пшеница. Знак золотой лилии Бурбонов над правым плечом не вполне понятен, но может указывать на тот факт, что папа был избран сторонниками французских интересов в Италии.

Лист 43. Коронованный единорог. **Павел IV Карафа (1555-1559)**. Два папы с именем "Павел" обозначены как два единорога на листах 40 и 43. Однако ни геральдический символ, ни положительный образ единорога не соответствует характеру Павла IV Карафы, жестокого основателя папской инквизиции. Единственным аргументом остается формальное совпадение имени с Павлом III, который был обозначен единорогом на Листе 40.

Лист 44. На рисунке как будто три женщины – одна в короне, другая в папской тиаре, третья с нимбом святой. **Пий IV (1559-1565).** Раздал кардинальские шапки потомству своих трех сестер. Один из этих племянников-кардиналов, Карло Борромео будет канонизирован в 1610 году, не об этом ли сообщает нимб над головой девушки на рисунке?

Лист 45. Змей с человеческой головой поражен в голову кинжалом, рядом с которым расположены звезда и полумесяц, а в левом верхнем углу рисунка большое Солнце. **Пий V (1566-1572)**. Создал Священную антитурецкую лигу, которая разбила флот султана Селима 7 октября 1571 года в битве при Лепанто. Рисунок может указывать на победу христиан (Солнце) над мусульманами (Полумесяц). Крупная звезда – Венера, связанная с пятницей, праздничным днем недели у мусульман. Звезда с полумесяцем – это также один из символов Османской империи. Битве при Лепанто предшествовала планетная конфигурация, которую можно увидеть на рисунке: Венера в соединении с Марсом (меч) и в оппозиции к Луне, 3 августа 1571. Нострадамус умер в 1566 году, поэтому если он является автором акварелей, тогда на этом и нескольких ближайших рисунках получим сбывшиеся пророчества.

Лист 46. Башня объятая пламенем. **Григорий XIII (1572-1585).** Папа периода французских религиозных войн. Отслужил благодарственный молебен, получив известие о кровавой резне в Париже в ночь св.Варфоломея (1572). Есть некоторая вероятность, что листы 45 и 46 переставлены, потому что на гербе Григория XIII изображался крылатый змей, и при нем же в 1573 году был подписан унизительный для христиан мир с турками. Религиозные войны во Франции начались еще с 1560 года. Поэтому после перестановки листов, змей с Листа 45 может обозначать папу Григория XIII, а горящая башня – понтификат Пия V.

Лист 47. Папа в бедных одеждах коронуется ангелом. Рядом стоят почтительные монахи, на земле лежит коронованный Агнец. **Сикст V (1585-1590)**. Принадлежал к ордену нищенствующих монахов-францисканцев ("серые братья"), которых мы и наблюдаем на рисунке. Об этом же говорят бедные одежды понтифика.

Лист 48. Телец с полумесяцем. **Урбан VII (сентябрь 1590).** Самый короткий понтификат в истории (всего 12 дней). Неполная луна над фигурой обозначает неполный месяц понтификата. В пророческих текстах число месяцев часто указывают как "число лун" (см. например Орвальское пророчество).

Лист 49. Семивершинный холм с растущими из него двумя цветками. **Григорий XIV (1590-1591).** Был избран вопреки собственному желанию. Рисунок по-видимому не имеет к нему отношения. На самом деле, семивершинный холм – это фамильный герб рода Киджи, известным представителем которого был банкир Агостино Киджи (1465–1520), кредитовавший пап Юлия II, Льва X, Цезаря Борджиа и семейство Медичи. Рисунок ясно предсказывает, что представитель семейства Киджи станет римским папой. Это произошло только в 1655 году, когда римским папой стал Александр VII Киджи (1655–1667). Вероятно, порядок акварелей в "Потерянной книге" немного нарушен.

Лист 50. Башня в зареве. **Иннокентий IX (1591).** Изображение подобно Листу 46, но огонь на башне отсутствует либо затухает. К этому времени завершились религиозные войны во Франции. Началось объединение Франции (1589–1593) под властью Генриха IV. Вероятно, рисунок указывает на установление мира, хотя в таком случае было бы правильнее отнести его к следующему папе, Клименту VIII. Изображая мирную башню, художник явно стремится оспорить характеристику этого папы из пророчества св.Малахии, которая звучит так: "благочестивый город в войне".

Лист 51. От ели протянута рука, помещающая цветок под тиару. **Климент VIII (1592-1605)**. На гербе папы находится зубчатая перевязь, а на гербе города Фано (где он родился) зубчатый столб, которые могут ассоциироваться с елями.

Лист 52. Черепаха, золотой обруч и алое сердце, обрамленное пятью лилиями. **Лев XI (1–27 апреля 1605)**. Происходил из династии Медичи, на гербе которой присутствуют значки лилий в сходной геометрии. Характеристика данная этому папе в пророчестве св.Малахии: *"человек волн"* –объясняет появление черепахи. Золотой обруч может указывать на тот факт, что по слухам король Франции Генрих IV прислал 300 000 экю для продвижения его кандидатуры. Интересно, что автор рисунков был явно знаком с пророчеством св.Малахии, которое впервые опубликовано в 1595 году.

Лист соответствующий папе **Павлу V (1605-1621)** – по всей видимости пропущен.

Лист 53. Череп с посохом и полумесяц над горкой земли (над могилой?). **Григорий XV (1621-1623).** Его правление приходится на первые годы Тридцатилетней войны (1618–1648). Характеристика из пророчества св.Малахии: *"в мучениях мира"*. Строго говоря, война

началась еще в понтификат Павла V, и нельзя исключать, что рисунок относится к нему. В таком случае пропущенным оказывается папа Григорий XV.

Лист 54. Олень и лилия. **Урбан VIII (1623-1644)**, флорентиец по происхождению. Лилия присутствует на гербе Флоренции. Характеристика данная этому папе св.Малахией: *"Лилия и роза"*. Художник снова полемизирует со св.Малахией, оставляя на рисунке геральдическую лилию, но заменяя розу оленем. Интересно, что венецианский посланник дал папе Урбану VIII следующую характеристику: *"Он исключительно элегантен и изыскан во всех деталях своего облачения; имеет изящную и аристократическую осанку и изысканный вкус"*. Олень в геральдике символизирует благородство. Учитывая, что акварели попали в библиотеку Рима в 1629 году от папы Урбана VIII, с точки зрения сбываемости пророчеств особенный интерес представляют последующие листы.

Лист 55. Жезл и кувшин. **Иннокентий X (1644-1655).** Ассоциаций не возникает.

Лист 56. Чаша со значком лилии, наполненная кровью, и змея либо пиявка с тремя каплями крови. **Александр VII (1655–1667).** Предсказан либо отравленный папа, либо папа-отравитель из Флоренции (лилия на чаше). Не сбылось. Отметим, чаши (точнее три горшка) все же присутствовали на гербе папы Иннокентия XII (1691–1700), в то время как герб Александра VII Киджи присутствует на Листе 49. Возможно, порядок листов нарушен.

Лист 57 (пустой).

Лист 58. Странное существо с орлиным клювом и крыльями, змеиным хвостом и лапами льва кружит около Солнца, и держит в лапах посох. **Климент IX (1667–1669)**. По аналогии с листом 38 можно предполагать, здесь предсказан папа неитальянского происхождения, т.е. "папа-варвар". Не сбылось. Все папы с начала 17 века вплоть до Иоанна Павла II были итальянцами. Ничего примечательного в понтификат Климента IX не случилось.

Лист 59 (пустой). Видимо папа на Листе 58 считается важной фигурой, поскольку он выделяется пустыми листами с обеих сторон. Вполне вероятно, в соответствии с Листом 56, он приходит к власти в результате отравления своего предшественника. Однако, не сбылось.

Лист 60. "Голубь мира" с веточкой в клюве и крестом над ним. **Климент X (1670–1676).** Отчасти это предсказание исполнилось. Папа много трудился, чтобы сохранить мир в Европе,

вопреки амбициям французского короля Людовика XIV. Любопытно, что характеристика св.Малахии противоположна по смыслу: *"ненасытный зверь"*. Отметим, что голубь с веточкой присутствовал на гербе папы Иннокентия X (1644–1655); но это распространенный символ.

Лист 61. Крест с двумя стрелами. **Иннокентий XI (1676–1689)**. Рисунок неясен.

Лист 62 (пустой).

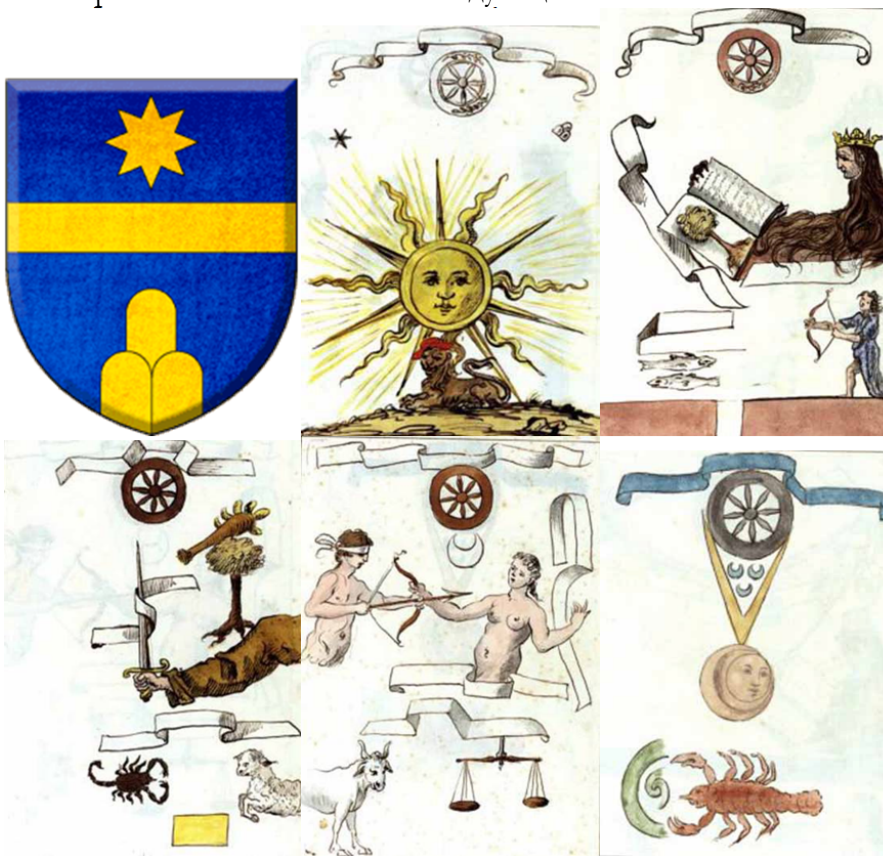
Лист 63. Нога попирающая колонну, рядом с ней пиявка. **Александр VIII (1689–1691).** Фамилия Колонна – древний и знатный римский род. Пиявка может обозначать непота. Александр III имел своих непотов, как и многие другие папы, однако он не запомнился борьбой с римской знатью.

Лист 64. Голубь мира парит над змеей и над лежащей на земле шпагой. **Иннокентий XII (1691–1700).** По-видимому, предсказано начало мирного периода. На самом деле в 1701 году (вскоре после смерти понтифика) началась длительная война за испанское наследство. Иннокентий XII покончил с практикой непотизма. Вероятный символ непота (змейка или пиявка) присутствует на рисунке, но смысловое соответствие установить трудно.

Лист 65 (пустой). По аналогии с Листом 58, можно предположить, что следующий папа будет важной фигурой. Далее начинается новая серия рисунков, отмеченных лентой и "колесом судьбы" наверху. Колесо можно воспринимать как "фирменный знак" Нострадамуса, призванный подчеркнуть его авторство. Как известно, на гербе предсказателя было помещено подобное колесо (со сломанным ободом).

Лист 66. Огромное Солнце ласкающее Льва своими лучами. Традиционно Солнце в пророчествах ассоциируется с христианством. Речь по-видимому идет о расцвете христианства при Великом Законодателе, короткий мир перед приходом к власти Антихриста. *"Великий Законодатель – распространенный образ в католической пророческой традиции; считается, что он будет сопутствовать начинаниям Великого Монарха в последние времена перед концом света. Задача Великого Законодателя – обновить Церковь, лишить ее пышности и во многом упростить обряды, восстанавливая, таким образом, утраченный ею авторитет"* [5]. В реальности – по порядку следования римских пап – понтификат **Климента XI (1700–1721)**. Начало Эпохи Просвещения привело к росту религиозного скептицизма в

обществе. На первый взгляд, кажется, что пророчество не сбылось. Однако при внимательном разглядывании в небе обнаруживаются детали, указывающие на геральдику папы: звезда и трехвершинный холм. Именно эти знаки на лазурном фоне присутствуют на гербе папы Климента XI (!) Это весьма удивительно. Записка к акварелям датируется 1629 годом, т.е. задолго до понтификата Климента XI. Из предыдущих пророчеств на период времени 1629–1700 гг. практически ни одно не исполнилось. Остается предполагать либо сбывшееся пророчество, либо подделку рисунка в период понтификата Климента XI или следующего за ним папы.



Лист 5.Герб папы Климента XI и Листы 66–70 "Потерянной книги".

Лист 67. Вероятно Антихрист ("зверь" из Откровения), читающий книгу пророчеств. Распознается по когтям на руке, наверху книги. Если следовать логике смены римских пап, его время пришлось примерно на понтификат **Иннокентия XIII (1721–1724)**. На рисунке обозначены знаки зодиака Стрелец и Рыбы, но не

указаны планеты. Поскольку изображен царь, находящийся над Стрельцом, можно думать, что под планетой понимается Юпитер, связанный в астрологии с властью. Юпитер находился в Стрельце с 13/09/1722 по 6/02/1723, то есть как раз в период понтификата Иннокентия XIII. При более внимательном анализе обнаруживается примечательная дата 11 декабря 1722 года, когда случилось тройное соединение (тесное сближение по эклиптической долготе) Юпитера, Сатурна и Солнца в Стрельце. Медленные планеты Юпитер и Сатурн соединяются в одном и том же знаке зодиака примерно через 60 лет. Такие соединения считаются в астрологии важными, определяющими судьбы мира. В частности, считалось, что в момент такого соединения должен родиться Антихрист. Но при этом далеко не всегда происходит соединение планет с Солнцем, которое по правилам астрологии усиливает действие планетного соединения. Поиск по швейцарским эфемеридам в период 1555–2242 гг. обнаруживает 12 тройных соединений Юпитера, Сатурна и Солнца, из которых только два произошли в знаке Стрельца, 27/11/1603 и 11/12/1722. Таким образом, с точки зрения астрологии, наиболее важная для Юпитера дата под знаком Стрельца – действительно пришлась на понтификат Иннокентия XIII (1721–1724), как и следовало ожидать из логики смены понтификов.

Объяснение выглядит правдоподобно, но остались неясными Рыбы на рисунке. Под знаком Рыб реализуется, например, неблагоприятная конфигурация – "квадрат" Солнца с Сатурном и Юпитером в марте 1723 года, но нельзя быть уверенным, что автор акварелей имел ввиду именно это. С другой стороны, астрологи средневековья считали, что во время соединений Юпитера и Сатурна в водных знаках (Рак, Рыбы, Скорпион) рождаются основатели религий и крупных сект [см. А.Пензенский, комментарий к Ц1К50]. Поэтому Рыбы на рисунке могут обозначать именно дату рождения Антихриста, указывая на ближайшее соединение Юпитера и Сатурна в Рыбах, которое произошло в феврале 1643 года. Правда в таком случае Антихрист оказывается весьма пожилым человеком (в 1722 году ему должно было бы исполниться 79 лет). Как бы то ни было, предсказание не исполнилось. (Самым близким по смыслу событием оказывается принятие Петром I титула Императора Всероссийского, 2 ноября 1721 года. Но это очевидно случайность, потому что такое событие находится вне контекста пророчества о судьбах папства и вне

европейского контекста. Возможно, разгадка таится в надписи в книге, находящейся в руках у "зверя", где можно разобрать всего пару слов, почему-то на английском языке: "one male").

Лист 68. После Антихриста уже не могут появиться новые римские папы. Следовательно, структура пророчества ("один лист – один папа"), наконец, нарушается. Вероятно, листы 67–70 дают астрологическую характеристику времени прихода Антихриста, и относятся к одной дате, либо к близким датам. На Листе 68 внизу – желтый прямоугольник, который должен указывать на квадратуру небесных тел (угол близкий к 90 градусов между ними). Такой аспект считается в астрологии неблагоприятным, именно этим он привлекает внимание создателя рисунка. Одна из этих планет находится в Скорпионе, а вторая неясно где (Овен не удовлетворяет условию 90 градусов, но нельзя исключать что на самом деле здесь изображен Козерог). Желтый цвет квадрата соответствует стихии земли, и поэтому также может указывать на Козерога, в котором реализуется квадратура со Скорпионом. С другой стороны, можно предположить, что планеты близки к оппозиции (в Овне и Скорпионе), а между ними (и в квадратуре к ним) находится Солнце, обозначенное на рисунке как желтый квадрат. Таким образом, возникает некоторая неоднозначность планетной конфигурации, но в разумных пределах. Сами планеты должны быть определены из рисунка.

Рука, сжимающая скипетр, меч или державу, традиционно символизирует власть и силу, с которыми ассоциируются планеты Юпитер и Марс. Мы также видим над рукой "дерево жизни" пораженное палицей, то есть какая-то из планет находится "под ударом". Вероятное происхождение этой символики берет начало из кельтских мифов, где король Нуаду (по прозвищу Аргетламх, что означает "муж с серебряной рукой"), несмотря на свой волшебный меч, потерял руку, проиграл битву и вынужден был отречься от трона. В кельтских мифах Нуаду отождествлялся одновременно с Зевсом (Юпитером) и Марсом. Лента обвитая вокруг меча на рисунке – должна указывать, что одна из планет описывает петлю, то есть движется ретроградно.

Ретроградный Юпитер находился в Скорпионе в квадратуре с Марсом (который был в Козероге) и близок к оппозиции с Солнцем (в Овне) 21/03/1721. Затем Солнце образовало двойную квадратуру с Юпитером и Марсом 27/07/1721. При этом Марс находился в Овне, а Юпитер в Весах (в трех градусах от Скорпиона), хотя в этом

случае ни одна из этих планет не была ретроградной. Затем Юпитер снова вошел в знак Скорпиона 18/08/1721. Безусловно, все эти конфигурации наблюдаются довольно часто, но привлекает внимание, что предыдущий рисунок был выше датирован предположительно 1722 годом. Такая близость по датировке является уже примечательной. В частности, вероятность случайного обнаружения Юпитера в Скорпионе в произвольно выбранный год равна примерно 8 процентов.

Из названных дат первая (21/03/1721) наиболее примечательна, потому что за два дня до нее, 19 марта 1721 года – умер папа Климент XI.

Лист 69. Скорее всего, юноша со стрелой и девушка обозначают планеты – Марс (бог войны) и Венера (богиня любви и красоты), которые находятся соответственно в знаках Тельца и Весов, обозначенных внизу рисунка. Стилизованное изображение стрелы присутствует на астрологическом значке Марса. Тот факт, что у юноши завязаны глаза – должен означать, что Марс находится в ретроградном движении. Поиск по швейцарским эфемеридам показывает, что в период времени 1555-2242 гг. такая конфигурация повторяется 19 раз. Но при этом далеко не всегда Марс и Венера оказываются в "оппозиции" (угол 180 градусов), которая считается в астрологии примечательной конфигурацией. Учет этого дополнительного требования, близости планет к оппозиции, позволяет оставить в "подозрительном" списке только 8 дат: 26/10/1563, 19/09/1610, 24/11/1721, 23/09/1815, 03/12/1847, 18/11/2052, 02/10/2099, 07/12/2242. Обратим внимание, что на рисунке между Марсом и Венерой находится также Луна, и рассмотрим положение Луны в перечисленные даты. Оказывается, что 24/11/1721, в некоторый момент суток, Луна образует "квадрат" с Марсом и Венерой (угол между ними равен 90). Конфигурации с Луной в остальные даты, в контексте рисунка менее примечательны. Таким образом, можно утверждать, что на рисунке с большой вероятностью зашифрована дата 24 ноября 1721 года. Более того, нехарактерный в общем-то для Марса лук со стрелами (обычно бог войны изображается с копьем) может указывать, что речь идет именно о ноябрьской дате, т.е. Солнце находится в Стрельце; поэтому "ноябрьский Марс" окрашивается характеристикой месяца по Солнцу и имеет некоторые признаки Стрельца.

Обозначенная дата снова подозрительно близка к окончанию понтификата Климента XI (19 марта 1721 года), и приходится на

седьмой месяц понтификата Иннокентия III. Такое совпадение трудно считать случайным.

Замечание 1. Может вызвать сомнение, действительно ли в левом нижнем углу изображен Телец, а не Козерог. Допустим, что это изображение Козерога. Если Венера находится в Весах, а ретроградный Марс в Козероге, на промежутке времени 1555–2242 гг. возникает всего три даты - август 1655 г., август 1986 г., август 2018 г. Однако во всех этих случаях не удается сказать ничего примечательного ни про Луну, ни про лунные узлы.

Замечание 2. Можно предположить, что юноша обозначает не Марса, а Меркурия, которого изредка изображают с луком и стрелами. Однако Меркурий никогда не удаляется от Венеры на расстояние больше 28 градусов, поэтому при условии, что Венера находится в Весах, он не может находиться ни в Козероге, ни в Тельце.

Лист 70. Видимо обозначен год с тремя лунными затмениями (три полумесяца) и одним солнечным (два вложенных диска), видимыми на территории Рима. Три лунных затмения в году – это максимально возможное их число. Согласно каталогу затмений NASA, на территории Рима три полных лунных затмения в период времени 1500–2200 гг. наблюдались только в 1544 году. Три полных либо частичных лунных затмения – в 1544, 1563, 1591, 1703, 1722, 1768, 1833, 1898, 2028, 2113, 2159, 2178 гг. Из этих лет солнечные затмения наблюдались только в 1563 (янв), 1722 (дек), 1833 (июль), 1898 (янв), 2028 (янв), 2113 (дек), 2159 (янв). Из них наиболее темным было затмение 1722 года (магнитуда 0.65). Опять найденный 1722 год – как раз следующий после понтификата Климента XI (!). Для истолкования Рака возможно надо принять во внимание, что все лунные затмения 1722 года были связаны со знаком Рака. В день полного лунного затмения 2 января 1722 года Луна проходила через знак Рака. В день полного лунного затмения 29 июня 1722 года Солнце находилось в знаке Рака. Наконец, в день частичного лунного затмения 22 декабря 1722 года снова Луна проходила через знак Рака. Таким образом, зашифрованная на рисунке дата выглядит установленной.

Лист 71. Мудрец читающий книгу.

Лист 72. Старец показывает нам, что время истекло, и пророчества должны исполниться. У колеса отсутствуют спицы, и значит трудно понять, вращается ли оно: "время остановилось". Видимо на листах 71, 72 изображен один и тот же старец. Он

прочитал пророческую книгу, и теперь хочет передать людям суть написанного.

Лист 73. Согласно Откровению Иоанна, 144 тысячи праведников будут избавлены от последних бедствий.

Лист 74. Продолжение темы предыдущего рисунка.

Лист 75. Непонятный сюжет.

Лист 76. Суровый проповедник – возможно, пророк Илия, который должен обличить зверя и лжепророка. Не исключено однако, что хронологический порядок рисунков нарушен. Листы 76 и 77 выглядят слишком по-средневековому.

Лист 77. Борьба папы римского с еретиками. Отметим, что Откровение Иоанна вводит двух персонажей – "зверя" и лжепророка. Второй из них имеет "два рога подобные агнчим", т.е. появляется в Церкви. Возможно, папа римский на листах 76 и 77 – суть лжепророк и помощник "зверя"?

Лист 78. Вероятно гонения на христианство обозначаются как алхимический процесс – утопление Солнца в ртути. Процесс обратный получению философского камня. Действительно, крылатое солнце - известный алхимический символ. В "Rosary of the Philosophers" (1550) приводится рисунок: крылатое Солнце утопленное в квадратной емкости с жидкостью; подпись к рисунку гласит: "Здесь Солнце снова полностью умерло, погрузившись в философический Меркурий (ртуть)".

Лист 79. Видимо Армагеддонская битва. Поражение Антихриста.

Лист 80. Становление мирной жизни.

Лист 81. Поиск грибов в старом лесу и выкорчевывание сухих деревьев. Здесь аллегория: масштабное изменение мироустройства при бережном сохранении того полезного, что осталось от прежнего мира. Любопытно, что Второе Пришествие Иисуса Христа не описывается (как и в "Пророчествах" Нострадамуса). Предсказание завершается установлением мирной жизни.

Лист 82. Три беременных женщины – обозначают зачатие нового мира.

3. Обсуждение

В заключении резюмируем структуру пророчеств "Потерянной книги", сформулируем выводы и перечислим основные вопросы, возникшие в результате нашего рассмотрения.

"Потерянная книга" является сборником, состоящим из нескольких серий акварельных рисунков, которые посвящены судьбам папства. Первый рисунок (на Листе 3) является заставкой. Затем следуют 30 рисунков, сюжеты которых копируются из хорошо известного "Пророчества о судьбах папства" и вполне соответствуют сохранившемуся экземпляру "Oberitalien" (~1415 год). Каждое предсказание посвящено периоду правления очередного римского папы, начиная с Николая III (1277–1280) и заканчивая Пием III (1503). При этом в реестр римских пап заносятся также пизанские антипапы Александр V и Иоанн XXIII. Понтифики распознаются по элементам геральдики и особенностям сюжетов на рисунках, но сбываемость предсказаний резко снижается по мере приближения к последнему папе, Пию III.

Лист 35 представляет собой заставку перед оригинальной серией рисунков, которая присутствует только в "Потерянной книге" и известна в единственном экземпляре. После заставки следуют эти новые 30 рисунков, соответствующие римским папам, начиная с Юлия II (1503-1513) и заканчивая Иннокентием XII (1691–1700). Снова папы распознаются по элементам геральдики и особенностям сюжета рисунков, однако сбываемость предсказаний резко снижается по мере приближения к последнему папе, Иннокентию XII (Лист 65).

Листы 66–72 выглядят как поздняя вставка, возникшая вероятно в период понтификата Иннокентия XIII (1721–1724). Об этом свидетельствует тот факт, что на Листе 66 на фоне неба присутствуют звезда и трехвершинный холм – характерные элементы с герба предыдущего папы, Климента XI (1700–1721). Все листы этой серии имеют сверху эмблему, – колесо судьбы с восемью спицами (на Листе 72 колесо без спиц), – вероятно призванную подчеркнуть авторство Нострадамуса, на гербе которого изображалось подобное колесо со сломанным ободом. Структура пророчества в рамках этой серии рисунков изменяется. Теперь рисунки не описывают новых пап, а призваны указать время некоторых событий, посредством небесных конфигураций, представленных в символической форме. Анализ этих конфигураций позволяет утверждать, что они указывают на 1721–1722 годы, т.е. на время после понтификата Климента XI. По-видимому, предсказан приход Антихриста, который изображен читающим книгу пророчеств на Листе 67, в то время как папа

Климент XI представлен в виде Великого Законодателя – счастливого Льва, ласкаемого лучами Солнца, на Листе 66.

Заключительные рисунки (после Листа 72) по внешним признакам выпадают из этой серии-вставки, и их порядок возможно нарушен. Тем не менее в них угадываются основные черты апокалиптического сюжета: появление Илии-пророка (Лист 76), Армагеддонская битва (Лист 79), установление мирной жизни (Листы 80–82).

Обсуждая проблему сбываемости пророчеств, обратим внимание на несколько любопытных моментов.

(1). Первая серия из 15 рисунков, завершающаяся апокалиптическим драконом (Лист 18) считается сформированной около 1328 года. Примерно в 1415 году, при формировании объединенной серии, было всего лишь проведено истолкование существующего пророчества и его объединение с другой серией рисунков. В таком случае, на Листах 13–18 мы имеем пророчества, которые не должны были возникнуть "задним числом". Однако эти пророчества весьма точно описывают историю понтификатов.

(2). Вторая серия из 15 рисунков считается возникшей еще ранее, примерно в 1304 году. Однако, за исключением Листов 22 и 32–34, пророчества этой серии исполнились с хорошей точностью. Речь идет о таких ясных совпадениях, как например змея соответствующая комете с длинным хвостом на гербе папы Иннокентия VII (Лист 21), три колонны соответствующие периоду Великого раскола и тройного папства (Лист 23), медвежата-сосунки соответствующие волчатам-сосункам на гербе Сиены, откуда произошел папа Евгений IV (Лист 26), пустой трон и протянутые к нему руки после захвата турками Константинополя (Лист 29). Все эти факты весьма подозрительны.

(3). Оригинальные пророчества "Потерянной книги" весьма точно описывают римских пап вплоть до Урбана VIII (Лист 54), в понтификат которого, в 1629 году, акварели и были переданы в библиотеку. Однако затем, вплоть до Листа 65 следует серия предсказаний, ни одно из которых нельзя считать сбывшимся. Это позволяет предполагать, что акварели были написаны около 1629 года.

(4). Пророчество о явлении Антихриста в 1721–1722 гг. также не исполнилось. Поэтому появление элементов герба Климента XI на Листе 66 должно с большой вероятностью объясняться вставкой Листов 66–72 вблизи этой даты.

Мы признательны В. Ерофеевой за полезные обсуждения.

Литература

[1] The Late Medieval Pope Prophecies. The Genus nequam Group. Ed. by Martha H. Fleming. – Arizona Center for Medieval and Renaissance Studies Tempe, Arizona, 1999; http://archive.org/stream/latemedievalpope00flemuoft/latemedievalpope00flemuoft_djvu.txt

[2] Lerner Robert. "On the Origins of the Earliest Latin Pope Prophecies: A Reconsideration, Falschungen im Mittlealter", MGH, Schriften 33, 5 (Hanover, 1988), pp.611–635

[3].http://www.sothebys.com/en/auctions/ecatalogue/lot.pdf.L03242.html/f/77/L03242-77.pdf

[4] http://www.e-codices.unifr.ch/en/description/vad/0342/

[5] Пророчества магистра Мишеля Нострадамуса: полный русский комментированный перевод. – М.:"Эксмо", 2006.

Серия: **ТЕРМОДИНАМИКА**

Андреев Ю.П.

Молекула-демон Андреева

Аннотация

С тех пор, как ученые выяснили, что газы состоят из множества хаотично двигающихся с огромными скоростями молекул, они придумывали мифические или виртуальные устройства, которые позволили бы использовать хаотичное движение молекул для производства полезной работы. То есть, такие устройства, которые нарушали бы второе начало термодинамики - так называемые «вечные» двигатели второго рода. Сначала Максвелл придумал своего демона, который мог сортировать молекулы по скоростям. Затем Л. Сцилард придумал свой вариант "вечного" двигателя с одной молекулой. Наконец Р. Фейнман придумал вертушку с храповиком и собачкой. Но при анализе работы всех этих устройств выяснялось, что они не могут в силу различных причин использовать хаотичное движение молекул для производства полезной работы. После всех этих устройств учёные уже всерьёз не воспринимают другие варианты «вечных» двигателей, полагая, что величайшие умы прошлого и настоящего уже давно придумали бы «вечный» двигатель, если это было бы возможно. Но всё-таки «вечный» двигатель второго рода возможен. И вариант такого работоспособного «вечного» двигателя второго рода будет рассмотрен ниже.

Для начала вспомним контактную разность потенциалов, возникающую при контакте двух разнородных металлов. При контакте двух разнородных металлов часть электронов переходит с одного металла на другой. При разъёдинении металлов один металл оказывается заряженный положительно, а другой отрицательно. Этот факт доказал ещё А. Вольта своим опытом с двумя дисками из меди и цинка и электроскопом [1]. Возражений против этого нет.

Возьмём другой пример. В закрытом сосуде летает одиночная молекула. Она может так летать вечно, ударяясь и отскакивая от

стенок сосуда. Возражений против этого также нет. Но, в принципе, ничто не мешает объёдинить эти два явления и в результате получится интересное явление.

Допустим, имеется молекула газа с такими вот свойствами. При столкновении с одним материалом, назовём его анод, на молекулу с анода переходит 1 электрон. При столкновении с другим материалом, назовём его катод, электрон с молекулы переходит на катод. Материал, из которого сделаны анод и катод, неизвестны. Как неизвестна формула молекулы газа. Но это не важно. Просто примем как факт то, что такая молекула и такие материалы есть. Ведь и демон Максвелла, и двигатель Сциларда, и вертушка Фейнмана тоже не были изготовлены в натуре. А просто предлагалось обсудить вопрос, что будет, если они бы существовали? Поэтому тоже обсудим вопрос, что будет, если описанные ниже анод, катод и молекула существуют?

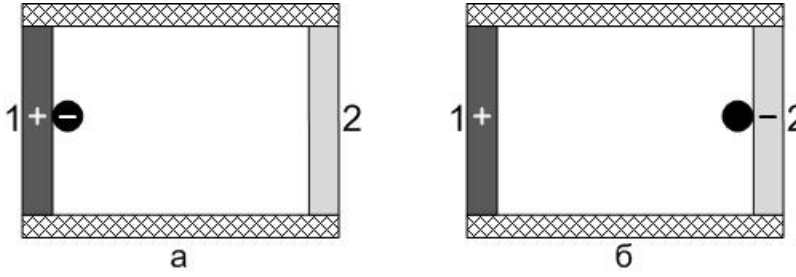


Рис. 1. 1 – анод. 2 – катод.

Имеется сосуд, изображенный на рис. 1. Внутри сосуда летает одна молекула. Эта молекула ударяется в анод (а). При этом 1 электрон переходит с анода на молекулу. Анод заряжается положительно, а молекула отрицательно. После отскока молекула летит к аноду и ударяется в него (б). При этом 1 электрон переходит с молекулы на катод. Катод заряжается отрицательно, а молекула становиться нейтральной. Затем молекула снова летит к аноду и процесс повторяется. После многочисленных соударений молекулы с анодом и катодом, анод заряжается положительно, а катод отрицательно. Между анодом и катод возникает некоторая разность потенциалов.

Возможен и вариант, представленный на рис. 2. В этом варианте свойство молекулы таково, что нейтральная молекула при столкновении с анодом получает 1 электрон. А при столкновении с катодом нейтральная молекула отдаёт 1 электрон катоду. При

первоначальном столкновении с анодом нейтральная молекула получила 1 электрон (а). Но при столкновении с катодом молекула передает катоду 1 электрон, который она получила от анода и плюс к этому 1 свой электрон (б). В результате при столкновении с катодом молекула передаёт катоду 2 электрона и заряжается положительно. При последующем столкновении с анодом молекула уже также получит с анода 2 электрона. То есть, молекула в этом варианте будет переносить по 2 электрона одновременно.

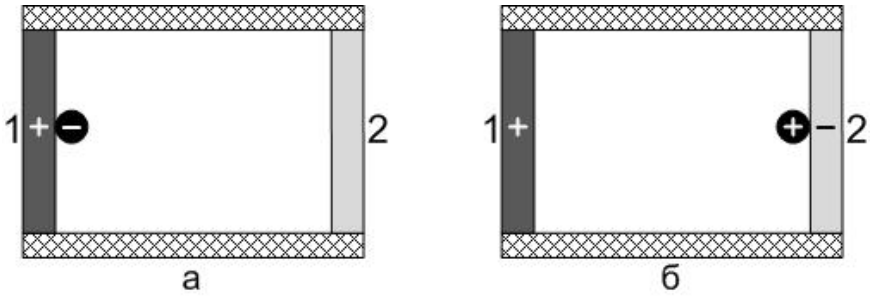


Рис. 2.

Например, молекула столкнулась с анодом. Анод зарядился положительно, а молекула – отрицательно. Между ними действует сила притяжения. Молекула после удара отскакивает с меньшей скоростью, так как часть своей кинетической энергии тратит на преодоление силы притяжения. Отрицательно заряженная молекула летит к отрицательно заряженному катоду. Между молекулой и катодом действует сила отталкивания, что также снижает скорость молекулы. При ударе молекула передает электроны катоду и заряжается положительно. Между молекулой и катодом действует сила притяжения. На преодоление этой силы также тратится кинетическая энергия молекулы. При каждом столкновении скорость молекулы снижается. То есть, температура такого «газа», состоящего из одной молекулы, уменьшается. Его температура становиться ниже температуры стенок, анода и катода. Поэтому этот «газ», состоящий из 1 молекулы, получает тепло от стенок, анода и катода, в которые ударяется молекула. А они в свою очередь получают тепло от окружающей среды. И за счёт этого тепла от окружающей среды молекула будет постоянно восстанавливать свою кинетическую энергию. Без тепла окружающей среды через некоторое количество столкновений молекула прилипла бы к аноду или катоду. То есть, такая молекула-демон переносит электроны с анода на катод за счёт тепла окружающей среды. В результате имеем

классический вечный двигатель второго рода, но уже без кавычек. Так как это действительно вечный двигатель. В таком двигателе нет никаких механических движущихся частей. То есть, ломаться в таком вечном двигателе нечему в принципе. Запустили внутрь такого сосуда газ, состоящий из таких молекул и всё. Будет работать тысячелетия, пока какие-нибудь внешние причины не повредят сосуд или Земля не остынет.

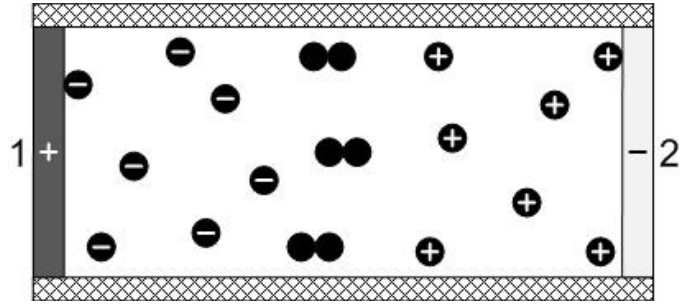


Рис.3.

Но что будет, если в сосуде будет множество таких молекул - см. рис. 3? У анода 1 будут отрицательно заряженные молекулы. У катода 2 - положительно заряженные молекулы. Эти заряженные молекулы будут также взаимодействовать между собой. Так как они имеют разноимённые заряды, то они будут притягиваться друг к другу. При соприкосновении молекул 1 электрон с отрицательно заряженной молекулы будет переходить на положительно заряженную молекулу. В результате обе станут нейтральными. Потом эти нейтральные молекулы всё равно столкнуться с анодом или катодом и снова приобретут какой-либо заряд. Электроны в этом случае будут переноситься от анода к катоду молекулами не напрямую, а через множество других молекул. На это также будет тратиться кинетическая энергия молекул и в результате температура газа внутри сосуда будет уменьшатся. Но молекулы газа будут получать тепло окружающей среды через стенки сосуда, анод и катод при соударении с ними. В результате кинетическая энергия молекул будет постоянно восполняться.

В отличии от демона Максвелла, двигателя Сциларда или вертушки Фейнмана в данном вечном двигателе нет ни одной движущейся детали. Так же нет необходимости наблюдения за молекулами, определения их скорости, отсутствие храповика с собачкой и т.д. То есть, нет всех тех причин, которые делают

демона Максвелла, двигатель Сциларда и вертушку Фейнмана неработоспособными.

Возможно, что этот процесс будет невозможен при комнатной температуре, но будет возможен при высокой температуре. В этом случае кпд такого преобразователя тепловой энергии в электроэнергию будет теоретически равен 100%. Так как тепловая энергия преобразуется в электроэнергию напрямую, без каких-либо промежуточных стадий. Также нет необходимости отдавать часть тепла холодильнику, как в термодинамическом цикле Карно.

Небольшой расчёт. Ток 1 ампер равен заряду в 1 кулон, прошедшему через проводник за 1 секунду. Так как заряд электрона $1{,}6 \times 10^{-19}$ К, то в 1 Кулоне $6{,}25 \times 10^{18}$ электронов. Каждая молекула при соприкосновении будет переносить 1 электрон. Например, молекулы воздуха за 1 секунду ударяются в 1 $см^2$ поверхности примерно $2{,}25 \times 10^{23}$ раз. Допустим, что столько же раз будут ударяться молекулы-демоны в анод и катод. Но так как молекулы-демоны переносят электроны не напрямую, а через другие молекулы-демоны, то допустим, чтобы перенести 1 электрон необходимо примерно 10^5 ударов молекул-демонов в анод и катод. Соответственно, за 1 секунду будет переноситься примерно $6{,}25 \times 10^{18}$ электронов. Значит при площади анода и катода 1 $см^2$ можно получить ток 1 ампер. Конечно, напряжение, создаваемое одним таким элементом, будет небольшое, десятки милливольт. Допустим, каждый элемент будет создавать напряжение 0,05 В. Если соединить последовательно 2000 элементов, то получим напряжение 100 В. Толщина одного элемента 1 мм. Ещё 2 мм это промежуток между элементами для прохождения теплоносителя. Так как такое устройство вырабатывает электроэнергию за счёт тепла окружающей среды, то необходим подвод этого тепла к каждому элементу. Общая площадь одного элемента можно сделать 100 $см^2$. Ток такого элемента 100 А. Соответственно мощность всей батареи 100 В х 100 А = 10000 Вт или 10 кВт. Что для индивидуального использования одной семьёй вполне достаточно. Размер такой батарей 10 см х 10 см х 600 см. Так как такой источник электроэнергии работает за счёт теплоты окружающей среды, то основная проблема в таком источнике - это обеспечить подвод необходимого количества теплоты к нему от окружающей среды. Сколько тепла поступило от окружающей среды - столько электроэнергии получил.

Допустим, по морю плывёт корабль с двигателем мощностью 100000 кВт. Так, для обеспечения энергией двигателя этого корабля необходимо охлаждать в течении 1 минуты 10 $м^3$ морской воды с 20 до 5 градусов. И, плывя по такому, в буквальном смысле слова, океану энергии, корабль вынужден сжигать много топлива.

Литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 3. Изд-во МФТИ. 2002 г.

Серия: **ТЕРМОДИНАМИКА**

Андреев Ю.П.

Принцип полёта НЛО

Аннотация

Есть много видеоматериалов с летающими НЛО (неопознанные летающие объекты). Летают такие НЛО бесшумно, с огромными скоростями. Могут вылетать из воды. Пишутся статьи, обсуждается на форумах такой вопрос: каков принцип полётов НЛО в атмосфере Земли? Летают они беззвучно, могут зависать в воздухе, выныривать из воды. Предлагается много различных экзотических способов, вплоть до антигравитации. Но на самом деле принцип полёта НЛО не простой, а очень простой. Такой, что им можем воспользоваться и мы, земляне. Здесь уместно вспомнить, что атмосферное давление давит на 1 $см^2$ любой поверхности с силой 1 кгс. То есть, на 1 $м^2$ действует сила 10000 кгс или 10 тонн. Это очень большая сила. Но эта сила действует на тело со всех сторон и поэтому компенсируется. В результате мы не можем использовать эту очень большую силу. Вот если бы удалось каким-либо способом уменьшать эту силу давления атмосферы с одной стороны тела, то тогда могла бы исполниться многовековая мечта человечества - летать свободно, как птицы. Ниже описывается один из способом уменьшения атмосферного давления с какой-либо стороны тела. Этот способ связан с нанотехнологиями. И современный уровень развития нанотехнологий позволяет уже сейчас создавать в лабораторных условиях подобные мембраны и ЛА.

Для начала вспомним молекулярно-кинетическую теорию газов – см., например, [1, стр. 188.]:

быть равна температуре стенки. Для целей вычисления процесс взаимодействия молекулы со стенкой удобно мысленно разбить на два этапа. На первом этапе молекула замедляется и останавливается, как бы прилипая к стенке. На втором этапе молекула отталкивается стенкой, ускоряется и отскакивает от нее. Вычислим сначала силу $\mathbf{F}_1$, которая действовала бы на площадку σ со стороны газа, если бы весь процесс взаимодействия молекул газа со стенкой ограничивался только первым этапом, т. е. в предположении, что после ударов молекулы газа как бы прилипают к стенке. Молекулы i-й группы, ударившиеся о площадку σ за время dt, от удара обладали количеством движения $z_i\mathbf{p}_i = \sigma n_i v_{ix}\mathbf{p}_i\,dt$, где $\mathbf{p}_i$ — количество движения одной молекулы. Чтобы остановить эти молекулы, стенка должна действовать на них с силой $\mathbf{f}_i'$, импульс которой равен $\mathbf{f}_i'\,dt = -\sigma n_i v_{ix}\mathbf{p}_i\,dt$. Изменив направление вектора $\mathbf{f}_i'$ на противоположное, мы найдем силу $\mathbf{f}_i = -\mathbf{f}_i' = \sigma n_i v_{ix}\mathbf{p}_i$, с которой действуют на площадку σ молекулы i-й группы на первом этапе. Сила $\mathbf{F}_1$, действующая на эту площадку со стороны всего газа, найдется суммированием этих выражений по всем группам молекул, летящих по направлению к стенке (для них $v_{ix} > 0$), т. е.

$$\mathbf{F}_1 = \sum_{v_{ix}>0} \sigma n_i v_{ix}\mathbf{p}_i.$$

К силе $\mathbf{F}_1$ следует прибавить силу $\mathbf{F}_2$, которая действует на площадку σ на втором этапе. Сила $\mathbf{F}_2$ вполне аналогична силе отдачи, испытываемой орудием при выстреле. Роль снаряда играют молекулы, летящие от площадки σ, т. е. молекулы, для которых $v_{ix} < 0$. Сила

$$\mathbf{F}_2 = \sum_{v_{ix}<0} \sigma n_i v_{ix}\mathbf{p}_i.$$

Разделение взаимодействия на два этапа, конечно, является только искусственным вычислительным приемом. На самом деле силы $\mathbf{F}_1$ и $\mathbf{F}_2$ действуют одновременно и складываются в одну результирующую силу

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 = \sigma \sum n_i v_{ix}\mathbf{p}_i.$$

Здесь суммирование производится уже по всем группам молекул, летящим как к стенке, так и от нее.

А теперь сам принцип полёта НЛО. Это только мое предположение, так как ничего подобного мне не встречалось. Итак, есть пластина. Допустим, свойство пластины таково, что молекулы газа, ударяющиеся в пластину сверху, прилипают к ней и не отскакивают. То есть, происходит только первый этап взаимодействия молекулы со стенкой, описанного Сивухиным Д.В. Что в результате получается - см. рис. 1.

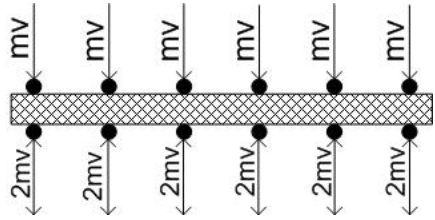


Рис. 1.

Снизу и сверху в пластину ударяется одинаковое количество молекул. Молекулы, которые ударяются сверху, прилипают к пластине и не отскакивают. То есть, как пишет Сивухин, на верхнюю поверхность будет действовать сила F_1. От каждой прилипшей молекулы на пластину действует изменение импульса mv. Так как $F_1 = F_2 = F/2$, то сверху на пластину действует сила F/2. Молекулы, которые ударяются в пластину снизу, отскакивают от пластины. Изменение импульса от каждой такой молекулы 2mv. На пластину снизу действует сила F. То есть, суммарное изменение импульса молекул сверху в 2 раза меньше, чем снизу. Снизу на пластину действует результирующая сила F - F/2 = F/2. Множество ударов молекул воздуха снизу оказывают давление 1 кгс/см^2. Давление сверху в 2 раза меньше и составляет 0,5 кгс/см^2. На пластину действует результирующее давление 0,5 кгс/см^2. На пластину площадью 1 м^2 действует результирующая сила 5000 кгс. Когда на пластину налипает некоторое количество молекул, пластина быстро поворачивается на 180 градусов. Верхняя часть пластины с налипшими молекулами оказывается снизу. Что происходит в этом случае - см. рис. 2.

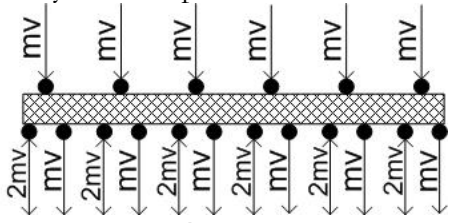


Рис. 2.

В это время молекулы, ударяющиеся сверху, также начинают прилипать к верхней части пластины. Множество таких молекул оказывают на верхнюю сторону пластины силу давления F/2. Внешние молекулы ударяются в нижнюю часть пластины и отскакивают. Эти молекулы создают силу давления F. Плюс к этому от нижней стороны дополнительно отскакивают прилипшие ранее

молекулы. Эти молекулы создают дополнительно силу F/2. Общая сила давления на нижнюю часть F + F/2. Результирующая сила, действующая на пластину F + F/2 - F/2 = F. Так как F = 1 кгс, то результирующая сила давления снизу 1 кгс. Когда прилипшие молекулы отлипнут, а сверху молекулы прилипнут, тогда пластина снова поворачивается на 180 градусов и процесс повторяется. Причем подъёмная сила, действующая на пластину площадью 1 м^2 равна 10000 кгс или 10 тонн. Это конечно теоретически максимально возможная сила. Вместо пластины можно установить вращающийся цилиндр - см. рис. 3.

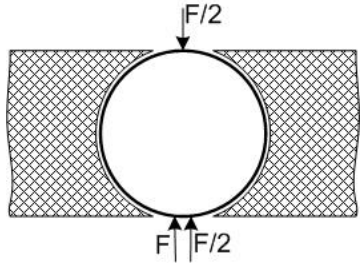


Рис. 3.

Молекулы будут прилипать к нему, когда часть поверхности цилиндра находится сверху. Сверху будет действовать сила F/2. Отлипать, соответственно, молекулы будут тогда, когда эта часть с налипшими молекулами окажется снизу. Снизу на цилиндр будет действовать сила F + F/2. Результирующая сила F = 1 кгс. Процесс будет происходить непрерывно. Сверху молекулы прилипают, а снизу отлипают. Конечно, сделать такую пластину или цилиндр пока невозможно. Но возможен другой вариант исполнения вышеописанного процесса, который уже возможен на современном уровне развития нанотехнологий.

Имеется плоский сосуд, одна стенка которого представляет собой мембрану, толщиной в 1 атом. Так как описывается принцип полёта НЛО, то будем считать, что такая мембрана инопланетянами создана. Хотя и нашими учеными такая мембрана уже создана. В этой мембране для лучшего понимания показано только одно отверстие размером 0,5-2 нанометра. На самом деле в мембране должно быть множество таких отверстий - см. рис. 4.

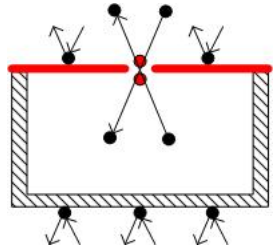


Рис.4.

Сосуд находится в земной атмосфере. Давление внутри равно атмосферному давлению. То есть, давления внутри и снаружи равны. Множество молекул ударяется в мембрану снаружи и изнутри. Часть наружных молекул попадает в отверстия мембраны и пролетают через них. Изнутри также часть внутренних молекул попадает в отверстия мембраны и вылетают наружу. Так как давления равны, то равное количество молекул влетают в сосуд и вылетают из него. Как видно из рисунка, влетающую и вылетающую молекулу можно заменить двумя молекулами (красные), которые как бы ударились в мембрану и отскочили. Одна с внешней стороны, а другая с внутренней стороны мембраны. Поэтому можно считать, что мембрана как бы непроницаемая.

Создадим в сосуде глубокий вакуум. Поэтому молекулы изнутри вылетать не будут. А влетающие молекулы отсасываются из сосуда и снова вылететь не могут. Что будет в этом случае - см. рис. 5.

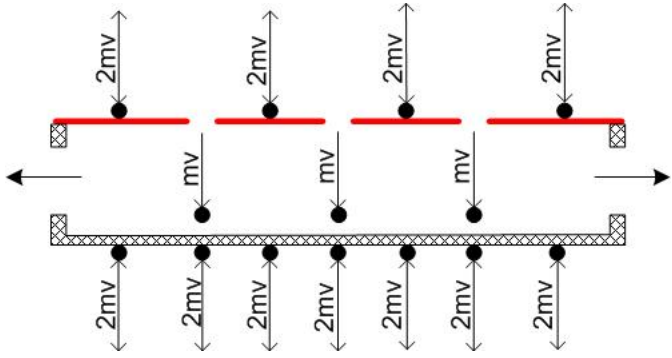


Рис. 5.

Сосуд находится в земной атмосфере. Молекулы газа ударяются во внешние поверхности стенок и мембрану. В нижнюю стенку ударяется множество N молекул за 1 секунду. Изменение импульса, действующее на сосуд от удара каждой молекулы, равно 2mv. Суммарное изменение импульса 2Nmv. В мембрану сверху

также ударяется N молекул за 1 секунду. Допустим, в мембране столько отверстий, что половина молекул попадает в них и влетает внутрь сосуда. Половина молекул ударяется в мембрану и отскакивает. Изменение импульса от таких молекул 0,5N x 2mv = Nmv. Половина молекул 0,5N попадают в отверстия мембраны и влетают внутрь. Когда молекула влетает внутрь, то это аналогично прилипающей к мембране молекуле, как это описано выше на примере пластины. Влетающую внутрь молекулу можно считать как бы прилипшей к мембране молекулой. Молекула, влетевшая в сосуд, становятся как бы частью сосуда, как и прилипшая молекула. Изменение импульса от такой молекулы mv. Изменение импульса от влетевших молекул 0,5N x mv = 0,5Nmv. Суммарный импульс от всех молекул со стороны мембраны Nmv + 0,5Nmv = 1,5Nmv. Суммарный импульс, действующий на нижнюю стенку больше на 2Nmv - 1,5Nmv = 0,5Nmv. Давление атмосферного воздуха примерно - 1 кгс/см^2. Это давления создает суммарное изменение импульса от ударов N молекул. Суммарный импульс, действующий на нижнюю стенку больше на четверть. Давление воздуха, действующая на нижнюю стенку, также больше на четверть или 0,25 кгс/см^2. Давление воздуха на нижнюю стенку не изменилась, но давление воздуха на верхнюю стенку как бы уменьшилась на 0,25 кгс/см^2 и стало 0,75 кгс/см^2. Подъёмная сила равна 2500 кг/м^2. Это очень большая подъёмная сила. Но можно несколько изменить этот способ. Вместо вакуума внутри сосуда создать избыточное давление 1 кгс/см^2. То есть, давление внутри на 1 кгс/см^2 больше, чем атмосферное снаружи. Сосуд в этом случае необходимо повернуть на 180 градусов, чтобы мембрана была снизу - см. рис. 6.

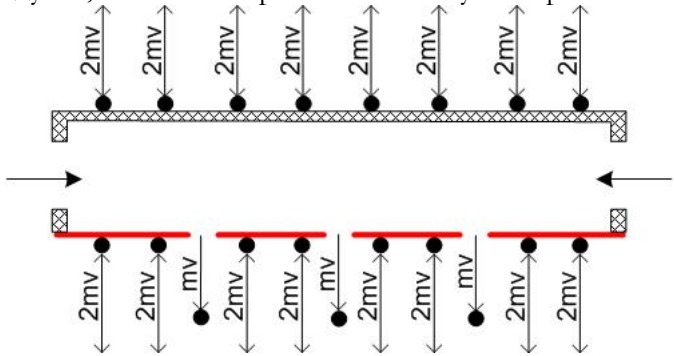


Рис. 6.

Градиент давления на мембране такой же, как в примере с вакуумом - 1 кгс/см^2. Только вместо множества влетающих молекул, подъёмную силу создают множество вылетающих молекул. Как

было описано выше, при равных давлениях через мембрану пролетает равное количество молекул и все сила компенсируются. Но когда давление в сосуде больше на 1 кгс/см2, то вылетающих молекул становиться на 0,5N молекул больше, чем влетающих. И эти 0,5N молекул создают дополнительную силу. В верхнюю стенку ударяется множество N молекул за 1 секунду. Изменение импульса от удара каждой молекулы равно 2mv. Суммарное изменение импульса 2Nmv. Как было описано выше, см. рис. 31, мембрану можно считать как бы непроницаемой. В неё также ударяется и отскакивает N молекул, суммарное изменение импульса от которых 2Nmv. Но за счёт избыточного давления изнутри вылетает дополнительно 0,5N молекул. Эти молекулы создают дополнительное изменение импульса 0,5Nmv. Суммарное изменение импульса, действующее на сосуд снизу 2,5Nmv, что на 0,5Nmv больше, чем сверху. Можно подсчитать суммарное изменение импульса снизу, считая мембрану проницаемой. В этом случае 0,5N молекул ударяются в мембрану и отскакивают. Изменение импульса от этих молекул 2mv x 0,5N = Nmv. 0,5N молекул влетают в сосуд. Изменение импульса от этих молекул mv x 0,5N = 0,5Nmv. Так как внутри избыточное давление 1 кгс/см^2, то из сосуда вылетает 0,5N + 0,5N = N молекул. Изменение импульса от этих молекул mv x N = Nmv. Суммарное изменение импульса, действующее на сосуд снизу Nmv + 0,5Nmv + Nmv = 2,5Nmv. То есть суммарное изменение импульса молекул, действующее на сосуд снизу на 0,5Nmv больше. Давление сверху не изменилось и составляет 1 кгс/см^2, а снизу на сосуд действует давление на 0,25 кгс/см^2 больше или 1,25 кгс/см^2. Что также создаёт подъёмную силу 2500 кгс/м^2. Получается интересный эффект. Изменением давления внутри сосуда мы изменяем атмосферное давление воздуха на внешнюю поверхность мембраны этого сосуда.

Можно посчитать и по другому. Допустим, внутри сосуда пониженное давление. Разница давлений = P. Сила давления на стенку $F_c = PS_c$, где S_c - это площадь стенки. Так как молекулы, попадающие в отверстия мембраны не оказывают давление на неё, то сила давления на мембрану $F_м = PS_м$, где $S_м$ - это площадь непроницаемой части мембраны. $S_м = S_{ом} - S_o$, где $S_{ом}$ - это общая площадь мембраны, а S_o - это суммарная площадь отверстий мембраны. $S_c = S_{ом}$. Поэтому $F_м = P(S_c - S_o)$. Результирующая сила $F_р = F_c - F_м = PS_c - P(Sc - S_o) = PS_c - PS_c + PS_o = PS_o$. Но так как от влетающих молекул изменение импульса mv в 2 раза меньше, чем 2mv от ударяющихся и отскакивающих молекул, то $F_р = PS_o/2$.

Результирующая или подъёмная сила равна половине произведения градиента давления.

Можно объединить эти два сосуда в один и тогда подъёмную силу можно удвоить - см. рис. 7.

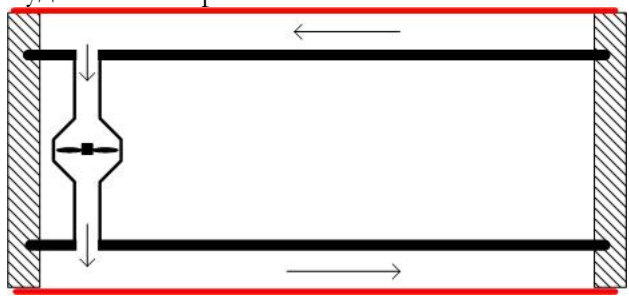


Рис.7.

Верхняя и нижняя стенки сосуда - это мембраны. Полости верхней и нижней мембран соединяются между собой трубой. В трубе размещён вентилятор, который отсасывает воздух из одной полости и нагнетает его в другую полость. Допустим, вентилятор отсасывает воздух из верхней полости и нагнетает откачанный воздух в нижнюю полость. Допустим также, что в результате в верхней полости создаётся глубокий вакуум, а в нижней создаётся избыточное давление 1 кгс/см^2. В результате создаётся подъёмная сила 2500 кгс/м^2 + 2500 кгс/м^2 = 5000 кгс/м^2. Это, конечно, чисто теоретическая максимальная подъёмная сила, которая возможна при такой мембране.

Есть сообщения о вылетающих из под воды НЛО. При таком создании подъёмной силы сделать это достаточно просто. Когда НЛО находится в воде, то вода засасывается и разлагается на кислород и водород. Этот процесс энергоёмкий, но будем считать, что для инопланетян это не проблема. Мембраной покрыт весь корпус НЛО. Молекулы газа через отверстия вылетают наружу, создавая вокруг корпуса НЛО воздушный кокон. А молекулы воды не могут проникать через отверстия, так как отверстия меньше молекул воды. Примерно так движется торпеда "Шквал" под водой со скоростью до 100 м/с в кавитационном пузыре. При этом корпус НЛО не будет соприкасаться с водой. То есть, при движении НЛО под водой будет отсутствовать сила трения между корпусом и водой. Это позволит НЛО двигаться под водой с огромными скоростями. При вылете из воды вместо разлагаемой воды уже используется атмосферный воздух. Всё очень просто. Подводники на АПЛ неоднократно фиксировали объёкты, двигающиеся под водой с

огромными скоростями в сотни узлов. Это косвенно подтверждает тот факт, что НЛО используют для полётов именно такой принцип. Но конечно техническая реализация этой идеи для современной науки очень сложная задача. Но у инопланетян, я так думаю, уровень науки и техники неизмеримо выше нашего и для них реализация этой идеи не является проблемой.

Используя данный способ создания подъёмной силы, можно создать летательный аппарат (ЛА), который может летать бесконечно долго. Такому ЛА не нужно топливо для полёта. Топливо необходимо только для взлёта. Совершить посадку такой ЛА может и при неработающем двигателе. Идея очень проста. См. рис. 8.

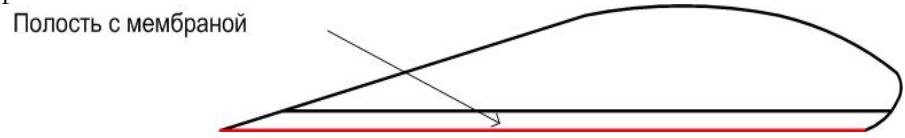


Рис. 8.

На нижней стороне крыльев и фюзеляжа имеется полость, одна стенка которой - это мембрана. При взлёте двигатель с помощью вентилятора нагнетает в эту полость воздух. В результате создаётся подъёмная сила. ЛА поднимается над землёй, разгоняется и набирает необходимую высоту. Набрав нужную высоту, ЛА начинает планировать со снижением. Двигатель выключается. Но давление в нижней полости создаётся уже не двигателем, а набегающим потоком воздуха. При этом на ЛА действует подъёмная сила, создаваемая аэродинамическим профилем крыла и подъёмная сила от вылетающих через мембрану молекул. См. рис. 9.

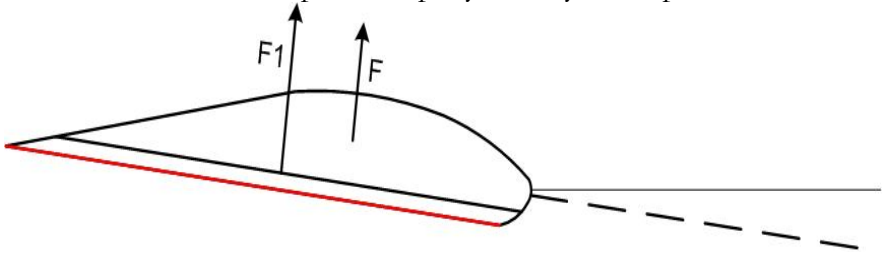


Рис. 9.

F - это аэродинамическая подъёмная сила. F_1 - это подъёмная сила, от вылетающих через мембрану молекул. ЛА вроде как бы планирует со снижением (штриховая линия), но за счёт дополнительной подъёмной силы F_1 он в тоже время постоянно набирает высоту и поэтому летит горизонтально (сплошная линия).

Идеальный ЛА для России, с её огромными расстояниями и бездорожьем. Для такого ЛА не нужен аэродром. Взлёт - посадка происходят вертикально, как у вертолёта. Полет по маршруту - как самолёт. Двигатель во время такого полёта, в принципе, не нужен. На больших самолётах можно двигатели перевести на малый газ, чтобы мощности двигателя хватало для работы электрогенераторов. На небольших беспилотниках (БПЛА) можно установить крыльчатку, которая будет вращать генератор для питания бортовой аппаратуры. Также достаточно легко создать индивидуальный ЛА. Избыточное давление 0,1 кгс/см^2 можно создать одноступенчатым вентилятором. В принципе, такой ЛА или БПЛА могут летать бесконечно долго.

Но также возможно изготовление ЛА огромных размеров, так как для этого нет препятствий технологического характера. Например, вертолет Ми-26 имеет максимальный взлётный вес 56 тонн. Дальнейшее увеличение грузоподъёмности ограничивают несущие винты. При увеличении диаметра винтов лопасти при остановке будут провисать и касаться земли. Возникают технологические трудности с передачей огромного крутящего момента от двигателей на несущий винт. При создании ЛА нового типа таких ограничений нет. Можно сделать ЛА в виде летающей тарелки диаметром, допустим, 100 м. См. рис. 10.

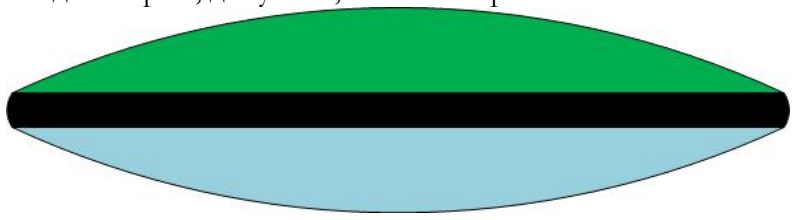


Рис. 10.

Внутри равномерно расположены несколько вентиляторных установок, отсасывающих и нагнетающих воздух в соответствующие полости. В случае выхода из строя одной вентиляторной установки, другие установки возьмут на себя её функцию. Площадь нижней поверхности такого ЛА будет 7850 м^2. Допустим, подъёмная сила 500 кгс/м^2. Тогда взлётный вес такого ЛА 7850 х 500 = 3925000 кг или округлённо 3900 тонн. А если мембраны будет на верхней и нижней плоскостях, то тогда 7800 тонн. Что не сравниться ни с одним из современных ЛА. Такой ЛА очень подойдёт МЧС для тушения пожаров. Если вес воды будет составлять половину взлётного веса, то это будет 3900 тонн воды за

один вылет. Что примерно в 90 раз больше, чем у ИЛ-76. К тому же этот ЛА может зависать на месте и будет более точно заливать пожар. Также он может заправляться водой из любого водного источника, просто зависнув над ним. Может доставить в самую непроходимую местность тяжёлую технику для ликвидации очагов пожаров. Несколько таких ЛА и проблемы с лесными и прочими пожарами исчезнут. Возможно спасение людей из высотных зданий и небоскрёбов.

Но с такой мембраной возможно и создание прямоточного двигателя по принципу прямоточного реактивного двигателя. Это только сам принцип. Как это воплотить в натуре пусть думают конструкторы и инженеры. Корпус двигателя максимально обтекаемый, с минимальным аэродинамическим сопротивлением. Как и прямоточный реактивный двигатель для его работы его необходимо разогнать до необходимой скорости. Как он будет работать - см. рис. 11.

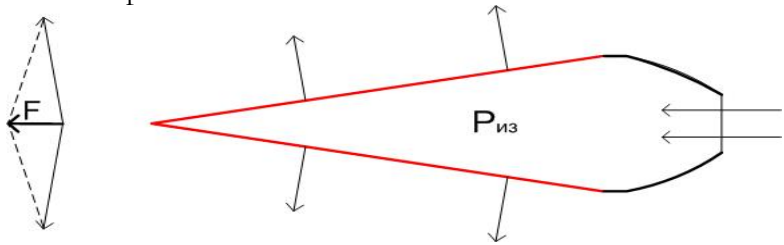


Рис. 11.

Когда двигатель наберёт необходимую скорость, то набегающий поток воздуха создаёт внутри двигателя избыточное давление. Молекулы воздуха, вылетая через мембрану, создают силу, действующую на боковые стенки, как на рисунке. Эти силы создают силу тяги F. Допустим, скорость крылатой ракеты с этим двигателем 300 м/с, близко к скорости звука. То есть, поток атмосферного воздуха залетает внутрь со скоростью 300 м/с. При этом на двигатель действуют 2 силы аэродинамического сопротивления. Одна сила от молекул попадающих внутрь двигателя. Так как воздух неподвижен, а двигатель налетает со скоростью 300 м/с, то энергия тратиться на придание залетающему объёму воздуха скорости 300 м/с. При этом температура воздуха повышается. То есть, скорость молекул внутри двигателя также повышается. Но так как скорость вылетающих молекул повышается, то и сила от вылетающих молекул также повышается. То есть, энергия, затраченная на разогрев газа, вернётся в виде дополнительной силы от этих же, более быстрых молекул. Сколько затратили - столько примерно

обратно и получили. Средняя тепловая скорость молекул примерно 500 м/с. Из-за разогрева воздуха тепловая скорость. допустим. увеличилась до 700 м/с. То есть, сила от вылетающих молекул также увеличивается. Но есть ещё поток воздуха, обтекающий двигатель и создающий другую силу аэродинамического сопротивления. И чтобы ракета могла лететь, сила тяги двигателя должна быть больше этой силы аэродинамического сопротивления. Но можно входное отверстие сделать размером с поперечное сечение двигателя - см. рис. 12.

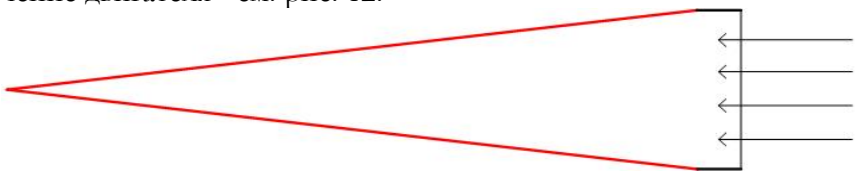


Рис. 12.

Увеличивая длину двигателя, увеличиваем площадь мембраны и суммарную площадь наноотверстий в мембране. Если суммарная площадь наноотверстий в мембране будет больше входного отверстия двигателя в 12 и более раз, то входящий поток воздуха практически не будет создавать давления. То есть, аэродинамическое сопротивление будет очень низким. Варьируя эти и другие параметры двигателя, можно выбрать оптимальный вариант. Возможно, внутри двигателя придётся поместить стенку, образующую полости у мембраны - см. рис. 13.

Рис. 13.

Всё это может проясниться только в экспериментальных работах. Допустим, такая ракета подвешена к истребителю или бомбардировщику. То есть, необходимая скорость уже имеется. Перед запуском достаточно открыть входное отверстие и ракета полетела. И, в принципе, ракета, таким образом, может облететь весь земной шар, так как топлива такой ракете не нужно. Есть конечно у такого способа один недостаток - засорение отверстий в мембране мельчайшими частицами пыли, капельками аэрозолей и прочего мусора. Но эту проблему инопланетяне решили. Со временем решим и мы, земляне. Один из вариантов решения этой проблемы такой - см. рис. 14.

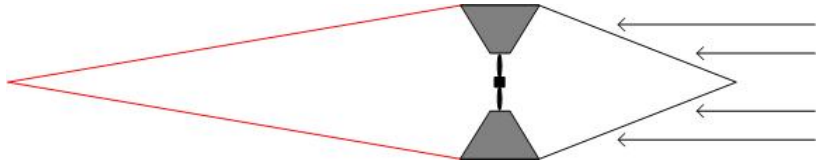


Рис. 14.

В обтекателе будет множество мелких отверстий. Возможно в виде узких щелей. Молекулы набегающего потока воздуха будут пролетают через отверстия внутрь, а частицы пыли оставаться снаружи. Набегающий поток воздуха будет постоянно сметать эти частицы. Возможно, обтекатель можно сделать и из мембраны с наноотверстиями. Дополнительно вентилятор отсасывает воздух из этой части, создавая разрежение. За счёт этого уменьшается давление набегающего потока воздуха. Откачанный воздух попадает в заднюю часть и создаёт в ней повышенное давление. Это повышенное давление создаёт повышенное давление на мембрану снаружи. Разность внешнего давления на переднюю и заднюю части создают силу, которая движет ЛА. Мелкие и крупные частицы пыли будут постоянно сдуваются набегающим потоком воздуха и отверстия не будут засоряются.

Главные достоинства такого способа создания подъёмной силы:

1. Бесшумность. Шум только от работы двигателя. При его хорошей звукоизоляции такой ЛА будет летать абсолютно бесшумно.
2. Так как подъёмная сила создаётся не за счёт аэродинамического профиля крыльев, то у такого ЛА форма может быть любой, даже в виде квадрата. Поэтому форму такого ЛА можно выбрать оптимальную для невидимости ЛА для радаров. То есть, такой ЛА будет практически невидим для радаров. Или по крайней мере будет значительно менее заметней существующих ЛА, использующих стелс-технологии.
3. Такой способ создания подъёмной силы гораздо эффективней и экономичней, чем создание подъёмной силы с помощью винтов или реактивных струй. При определённых условиях такой способ позволяет лететь без использования двигателей и топлива.
4. Используя данный способ. можно построить ЛА практически любого необходимого размера. От небольшого, одноместного ЛА до огромных "летающих тарелок".

Литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 2. Изд-во МФТИ. 2002 г.

Серия: **ТЕХНИКА**

Коджаманян Р.Г.

Решение электромобиля

Аннотация

Основная проблема электромобиля – чрезмерный вес и объём батарей и, как следствие, его несоответствие современным динамическим показателям - время разбега, проходимость, максимальная скорость.

Казалось бы - о чём речь? Ведь электромобиль придумали уже давно. Но почему-то на дорогах мы его видим очень и очень редко. Основная проблема электромобиля – чрезмерный вес и объём батарей и, как следствие, его несоответствие современным динамическим показателям, таким как: время разбега, проходимость, максимальная скорость, - а также социальная адаптация и, разумеется, налаженный бизнес углеводородных магнатов. Хотя, думаю, не трудно понять, что загазованность в равной степени проникает как в дома простых жителей, так и в их благочестивые апартаменты, не говоря уже о глобальных экологически негативных тенденциях. Данное решение по эффективности подобно карбюратору для двигателя внутреннего сгорания, или подводным крыльям для катеров. Это сравнение приведено для того, чтобы дать понять о самоотчётности – из ничего не бывает наращивания, но происходит при рациональном потреблении. В нашем случае используется возможность перераспределения имеющегося ресурса благодаря целевым особенностям автомобиля, внутренних свойств электродвигателя и сети, квадратичной и геометрической прогрессии сопротивления среды и вращающихся элементов. Теперь понятно, что речь не пойдёт об энергоносителях с их низкой удельной ёмкостью, зоной исследований для электрохимиков и над чем сегодня бьются ведущие автомобильные компании.

Идея предполагает два мощных двигателя, каждый около метра в диаметре, до 50см в ширину (50см между ними на стекло заднего вида) - оптимальные параметры для удельной эффективности. Двигатели должны быть, в обязательном порядке, постоянного тока (классика), расположенных в самом устойчивом

месте (несколько впереди ведущих задних колёс, позади салона, оси поперёк на высоте около 75см от земли), с приводами каждый на соответствующее колесо (также непривычно мощные и увеличенные в диаметре с целью уменьшить кол-во оборотов). В пространстве между ними (более половины кубометра) расположится блок питания. Таким образом, достигается необходимая дислокация основных тяжестей. Данное расположение позволяет также обойтись без порога лобового стекла. Из приведённого ниже рисунка видны особенности конструкции, её обтекаемости высокой степени, создающей фиксирующее давление на передние колёса (уже обычного стандарта), уплотнённый воздушный поток по-над крышей, попадающий через входные проёмы (суммарной площадью в четверть квадрата метра) в отсеки двигателей. Однако, создав искуственно сопротивление и увеличив нагрузку, мы совершаем "шаг назад". Отличительной особенностью нашего двигателя является – вращающийся статор в том же направлении, что и ротор. По наружному периметру статор снабжён косыми лопастями, о которые бьётся воздушный поток, попадая в отсек двигателя. При этом, естественно, создаётся подъёмная сила, уменьшающая сопротивление качения шин и подшипников. Определив оптимальный угол атаки и площадь воздухоприёмника, учитывая возможность их регулирования, мы добиваемся компенсации дополнительного сопротивления (если не на 100%, то не меньше 75% уже хорошо). Шаг вперёд. Расположение основных масс, а также смещение на скорости центра тяжести назад, подконтрольный отрицательный танкаж с улучшением обтекаемости, позволяют нам делать это без ущерба для устойчивости. Тем более, что на поворотах, по причине надлома вектора встречного потока, подъёмная сила будет временно исчезать. Выброс поступающей воздушной массы из двигательного отсека осуществится через прорези в боковых и задних стенках, а также через дно - что называется "на всех парах".Это обстоятельство поможет нам избавиться от завихрений позади автомобиля, тормозящих движение. В результате всего машину временами (при ускорении на больших скоростях) будет приподнимать на задние колёса. Не страшно - крыша над двигателем при значительных и опасных изменениях ракурса сработает, как прижимной споллер. К тому же, суммарный вес задней половины авто составит около 800кг и более, в зависимости от поставленной цели, мощности системы. С переходом на равномерное движение обороты статора начнут расти, сопротивление атаке воздуха о лопасти соответственно уменьшится,

автомобиль станет опускать в обмен на падение самоиндукции и т.д. Свободный передок легко уходит в поворот, спокойно преодолевая некоторое противление от вращающегося двигателя. Последний фактор даже на пользу безопасности - многие аварии происходят, по неопытности, от переусердствования при чрезмерной податливости рулевого колеса (у страха глаза велики).

Учитывая, что графический вид параболы квадратичной прогрессии сопротивления среды более "агрессивен" (начинает заметно проявляться на скорости свыше 90 км в час - по расходу топлива), чем таковая у геометрической прогрессии сопротивления качения (проявляется от 120 - по данным специального тестирования), а также, из-за разницы плеч-радиусов статора и ротора и, по причине соблюдения закона равенства действия и противодействия, статор начнёт вращаться. Необходимо добавить о перехлёсте ременной трансмиссии и некоторый наклон ведущих колёс внутрь, что способствует устойчивости и устраняет трение ремней на пересечении. На вопрос – могут ли ремни выдерживать такие нагрузки скажу – во-первых) - их будет использоваться два, что всегда позволит доехать до станции, во-вторых) - их замена не сложная процедура, и в третьих) - современные технологии способны создавать довольно прочные материалы. А главное – мы используем не ДВС, у которого "взрывной" дёргающий характер, а электродвигатель, у которого характер силовой – степенный, но очень настойчивый.

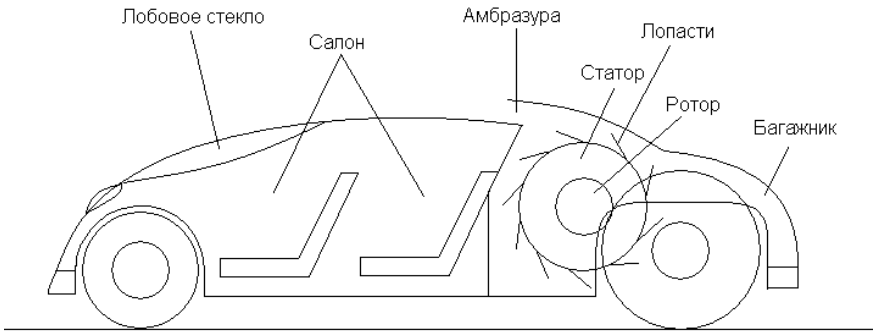
Далее. Вращение статора будет приводить, по-мере увеличения оборотов, настигая ротор, к нейтрализации ЭДС самоиндукции в обмотке ротора, как известно, всегда направленной против подаваемого напряжения и отнимающей у неё до более 90%. В режиме опережения статора ЭДС самоиндукции складывается к подаваемому напряжению. Это приведёт к постепенному, но своевременному увеличению мощности системы двигатель – батарея. Так мы связываем в зависимость её от скорости. Чем больше скорость автомобиля, тем выше энергопотребление и выдаваемая тяга. К примеру – использование мощных конденсаторов параллельно с аккумуляторами в выборочной пропорции вполне осуществит необходимый прорыв. Естественно, обмотки двигателя на тот момент будет перегревать, но речь идёт о считанных секундах разбега. Предохранит нас от замыкания, к тому же, мощное охлаждение. Ещё один, победный шаг! Преимущества такого устройства будет проявлять себя и в городском режиме, когда при торможении или замедлении, кроме обычной рекуперации в

виде электричества, мы будем получать мощное нарастающее вращение статора и использовать его при последующем ускорении. Именно наша концепция позволит, получив необходимую скорость, перейти на эконом-режим. Тогда статор во вращении начнёт опережать ротор при равномерной, крейсерской скорости, и мы будем использовать лишь тонко-профильную его обмотку для магнитного потока и автоматическое включение, замкнув ротор на себе, в котором будет вращаться теперь только ток самоиндукции в нужном нам направлении. Перспектива же скоростных характеристик (максимальная скорость, время разгона) просто не обозрима и ограничивается, думаю, лишь техническими возможностями вообще наземного транспорта. Продумана также важная необходимая деталь, связующая основные тяжеловесные агрегаты воедино, попутно с собственным функциональным предназначением. Простота конструкции и специфика электро-транспорта позволяет широко применять древесину и пластиковые материалы.

Прямое попадание воздушного потока снимает необходимость решать вопрос охлаждения двигателя и батарей. В модели будут использоваться "мягкие" амортизаторы, т.к. на скоростях, вращающийся огромный статор, за счёт очень важного гироскопического эффекта (что необходимо особенно на поворотах не заваливаться в крен), представит себя мощным стабилизатором. Наш автомобиль будет не ездить как все, пережёвывая асфальт, а парить по трассе, ни на секунду не теряя над ней контроль. И при этом не травить выхлопом. Можно говорить также о многих других выгодах нашей конструкции. По предварительным расчётам, к примеру, при равномерном движении на скорости 100км\ч тяга среднего легкового автомобиля составляет 200Н. При тех же условиях данная концепция добавит 100Н (вернее - подменит с сохранением потенциала для следующего ускорения), т.е. мы будем иметь 100% прирост мощности. Сплошные нули от неважности точных расчётов на данном этапе - слишком много факторов с диапазоном принимают участие. Только не подумайте, что прирост мы получаем так, откуда не возьмись. Энергия по-прежнему черпается от блока питания. Речь идёт о повышенных возможностях подобной системы. Глубина конденсатора, как лёгкие у спортсмена, обеспечит мощное ускорение и, по той же причине, не менее эффективное торможение. А эконом-режим, при опережающем статоре, медлительному, но в такт стабильному аккумулятору. Такую прибавку можно получить и без нашего

изобретения - увеличив относительную мощность двигателя или увеличить ряд батарей. Но в первом случае запас хода иссякнет невосполнимо уже через пару-тройка десятков километров, а во-втором - невосполнимо потеряем в динамике и придётся ползти на "брюхе", заполнив ещё и пол салона аккумуляторами, т.е. в ущерб практичности. Можно говорить ещё и о претензиях на мировые рекорды в скорости (гироскоп отвечает) и проходимости на одной зарядке (и того проще), если устанавливать экстремально мощные агрегаты, в возможностях чего предела не видно. Не знаю, справимся ли мы с реактивным двигателем, но то, что от двигателя внутреннего сгорания останутся только поршни да шатуны - это точно. Наш автомобиль выигрывает именно в сравнении с уже действующими - простота, доступность, без электроники (не считая бытовых элементов) и нано-технологий, - на основе доброй и земной авто-аэро-электро-механики. Но не обо всём сразу.

Таким образом, данная конструкция позволяет создавать подъёмную силу, решающую главную проблему электромобиля - чрезмерную массивность электро-энергоносителей (без протонов в обычных условиях не бывает электронов). А вращающийся статор, в нашем случае, даёт возможность много рациональнее её использовать. Ну и - о квадратичной прогрессии, об удивительных свойствах которой ещё в древности слагались не мене удивительные истории и загадки. Именно ей, её крутому нраву и неожиданному ресурсу, автор обязан возникновением описанной концепции. Если силу не одолеть на прямую, то её энергию можно обернуть в свою же пользу.



Серия: **ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Верин О.Г.

Солитон и физика

Оглавление

1. Введение
2. Солитон на веревке
3. Солитон «бежит» с горки!
4. Солитон на веревке: точное решение
5. Солитоны на мелкой воде
6. Заключение
Литература

Аннотация

Солитон – уединенная структурно устойчивая волна со свойствами частицы, был открыт еще в первой половине XIX века и поначалу не привлек к себе особенного внимания. В те далекие годы вряд ли кто мог предположить, что со временем он будет все чаще становиться объектом серьезных исследований и займет особое и очень важное место в науке о Природе. Теперь становится все более очевидным, что теория солитона является основой для изучения не только многих процессов «макромира», но и для исследования материи на уровне элементарных частиц.

Дело не только в том, что солитоны обладают очень необычными свойствами волны и частицы одновременно (сохраняют свою форму при распространении и даже после столкновения друг с другом). Оказалось также, что описание физических процессов, лежащих в основе этого очень красивого и необычного явления, требует использования специфических нелинейных уравнений. Поэтому солитоны дали начало развитию целого направления прикладной математики, посвященного многочисленным и разнообразным проявлениям этих нелинейных процессов.

Широкое проникновение математических методов в физику является закономерным и весьма благотворным. Однако нельзя забывать и того, что наглядная физическая трактовка также необходима и не менее полезна. В случае же с солитонами математика явно превалирует над физикой. Более того, многие студенты рискуют оказаться разочарованными при первой же попытке познакомиться с солитонами, не находя наглядного и достаточно ясного описания физики этого явления.

1. Введение

Наибольшим «откровением» при описании физического механизма, например, самого первого открытого Расселом в 1834 году солитона (на поверхности воды) является указание на равновесие двух противоборствующих факторов [1]: *уединенные волны образуются, когда эффекты нелинейности, делающие волну круче, уравновешиваются эффектами дисперсии, стремящимися сделать ее положе (т. е. «размывают» ее).*

В целом это правильное объяснение, но именно солитон сам «каким-то образом» создает эти эффекты («точка усмехнулась и стала запятой…»).

Сначала приведем ставшее классическим описание солитона («волны трансляции»), сделанное его открывателем Джоном Скоттом Расселом в «Докладе о волнах» [2]: «Я следил за движением баржи, которую быстро тянула пара лошадей, когда баржа неожиданно остановилась; но масса воды, которую баржа привела в движение, не остановилась. Вместо этого она собралась около носа судна в состоянии бешеного движения, затем неожиданно оставила его позади, катясь с огромной скоростью и принимая форму большого одиночного возвышения, т. е. округлого, гладкого и четко выраженного водяного холма, который продолжал свой путь вдоль канала, нисколько не меняя своей формы и не снижая скорости. Я последовал за ним верхом, и когда я нагнал его, он по-прежнему катился вперед со скоростью приблизительно восемь или десять миль в час, сохранив свой первоначальный профиль возвышения длиной около тридцати футов и высотой от фута до фута с половиной. Его высота постепенно уменьшалась, и после одной или двух миль погони я потерял его в изгибах канала. Так в августе 1834 г. мне впервые довелось столкнуться с необычным и красивым явлением, которое я назвал волной трансляции; теперь это название общепринято.

С тех пор я обнаружил, что такие волны играют важную роль почти во всех случаях, когда жидкость оказывает сопротивление движению, и пришел к убеждению, что к тому же типу относятся огромные движущиеся повышения уровня моря, которые с регулярностью обращения небесного тела входят в наши реки и катятся вдоль наших побережий.

Для подробного изучения этого явления с целью точно установить его природу и управляющие им законы я придумал другие, более удобные способы его вызвать… и применил разнообразные методы наблюдений».

Помимо известной сложности математического описания есть и другая причина обширности теории этого явления: солитоны оказались воистину многоликими. Поэтому и физические механизмы солитонов различных видов оказываются весьма непохожими, хотя и характеризуются некоторыми общими чертами математического описания. К таким весьма непохожим друг на друга солитонам можно, например, отнести импульсы в нервных волокнах и мощные световые импульсы в нелинейной среде.

Более того, некоторые разновидности солитонов вызывают сомнения в «чистоте» своей принадлежности к этому классу физических явлений, а другие их представители могут «плавно переходить» из «простых» волн в солитоны.

Анализируя электромагнитные вращающиеся солитоны – «кирпичики» внутреннего строения элементарных частиц [3], я убедился в том, что и эта разновидность солитонов весьма отличается от остальных «собратьев». И по своим свойствам, и по возможностям описания, и по физическому механизму.

Здесь следует, тем не менее, подчеркнуть одно чрезвычайно важное свойство, общее для всех солитонов. Приходя в то или иное место, солитон меняет среду (насыщает ее каким-то видом энергии), но покидая это место, он возвращает все в исходное состояние. Впрочем, и это не вся «правда». Дело в том, что *оставляя неизменной среду, солитон, тем не менее, производит важные изменения в окружающем пространстве*. Иногда это проявляется в фазовых соотношениях, но чаще – это ощутимые «материальные» изменения. На воде – он «тащит» с собой соответствующий объем воды (перемещение в твердом теле в виде дислокации, или в виде петли на струне, также приводит к перемещению вещества). Если это электромагнитный солитон в виде элементарной частицы, то он, перемещаясь, изменяет распределение заряда в пространстве. При этом, как и любой другой солитон, он сначала насыщает вакуум энергией (меняет его свойства, создавая отличную от нуля дивергенцию поля), а покидая это место, забирает энергию и «приводит все в порядок». Об этих физических свойствах солитонов мы еще будем говорить.

Несмотря на все многообразие солитонов, первый солитон, открытый Расселом, остается как бы эталоном этого физического явления. И говоря о солитонах, мы обычно в первую очередь вспоминаем приведенное выше описание события, произошедшего в 1834 году.

Поэтому, рассматривая особенности физического механизма явления, логично вернуться именно к этому исторически первому виду солитонов. Попытаемся при минимуме математики посмотреть на это физическое явление с разных точек зрения. Попробуем «поближе познакомиться» с солитоном, привлекая самые разные аналогии и не опасаясь радикальных упрощений для достижения большей наглядности.

2. Солитон на веревке

В литературе о солитонах обычно не упоминают об одиночной волне, которую можно «пустить» вдоль самой обычной веревки, растянутой на земле. И такую «осторожность» можно понять, так как пример этот нагляден, но требует внимательного исследования и, вообще говоря, не вполне корректен.

Тем не менее, мы воспользуемся этим примером, проанализируем его, а заодно посмотрим, в каких случаях возникает упомянутая некорректность.

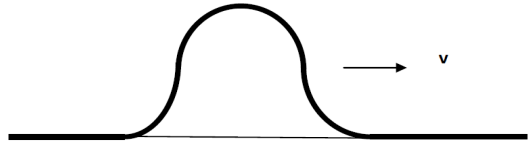


Рис. 1. Одиночная волна, бегущая вдоль веревки, лежащей на земле.

Итак, «любой желающий» может в самых простых условиях получить одиночную волну. Она возникает и движется вдоль самой обычной веревки, лежащей на земле, если конец ее быстрым движением поднять и тут же опустить. Бегущая одиночная волна (рис. 1) сохраняет достаточно долго свою форму (похоже, что если бы не потери и конечная длина веревки, то бегущий «горб» мог бы существовать неопределенно долго).

Волна в виде такого «бугра», весьма напоминающая структурно устойчивую уединенную волну – солитон, несмотря на кажущуюся простоту, математически описывается довольно сложно. Но нас точность как раз не интересует. Наоборот, еще более упростив задачу, мы убедимся, насколько яснее и нагляднее станет физическая картина явления. Впрочем, как это ни удивительно, даже при таких упрощениях количественные оценки оказываются вполне приемлемыми.

Начнем с наиболее общего принципа существования солитона. Как и для любого волнового процесса, он заключается во

взаимодействии и превращении друг в друга различных видов энергии. В данном случае речь идет о взаимодействии кинетической энергии и потенциальной (гравитационной) энергии волны. Этот процесс при всей его сложности подчиняется простому условию, справедливому для любого волнового процесса. Оно заключается в том, что *общая потенциальная энергия и общая кинетическая энергия, заключенные во всей волне, должны быть равны друг другу*.

Для приближенного анализа упростим форму одиночной волны (рис. 2). Если представить себе движение солитона вместе с окружностями, аппроксимирующими его форму (как показано на рисунке), то проанализировать его особенности не представит никакого труда.

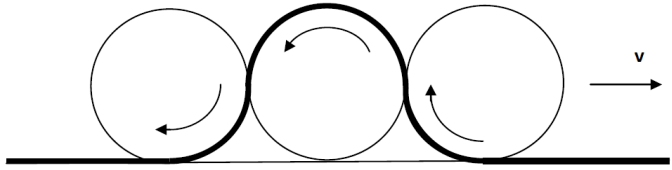


Рис. 2. Аппроксимация формы солитона окружностями.

Действительно, верхняя половина волны образуется отрезком веревки, «скользящим» по верхней половине центральной окружности со скоростью движения солитона, а две нижние части волны (каждая по четверти окружности) «скользят» с той же скоростью по образующим левой и правой окружностей. Если мысленно сложить верхнюю половину центральной окружности и две четверти левой и правой окружностей, то получится, что *натяжение веревки* в пределах волны можно моделировать вращающимся кольцом (рис. 3).

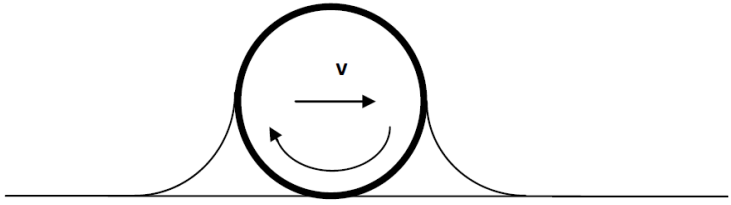


Рис. 3.

Натяжение веревки в пределах одиночной волны можно моделировать вращающимся кольцом. Правда, левую и правую нижние части волны нужно бы поменять местами, а направление движения верхней части – на противоположное. Но *натяжение*

веревки в месте прохождения волны действительно напоминает эффект катящегося кольца. В чем заключается этот эффект?

Посмотрим на процесс из движущейся вместе с волной системы координат. Сразу становится очевидным, что поднимающей и поддерживающей волну силой является центробежная сила, действующая в верхней части волны. Действительно, в этой части движение веревки происходит по дуге, выпуклость которой направлена вверх, чем и определяется наличие «подъемной» силы.

В то же время нижняя часть вращающегося кольца (две четверти окружности) тянет вниз, уравновешивая центробежные силы верхней части волны. Фактически картина очень напоминает накачанную камеру велосипедного колеса. Только вместо сжатого воздуха в данном случае работают центробежные силы, действующие во все стороны (как и накачанный воздух). Естественно, чем быстрее катится кольцо, тем быстрее оно вращается, и тем сильнее действие центробежных сил, усиливающих эффект «накачанного колеса» (рис. 4).

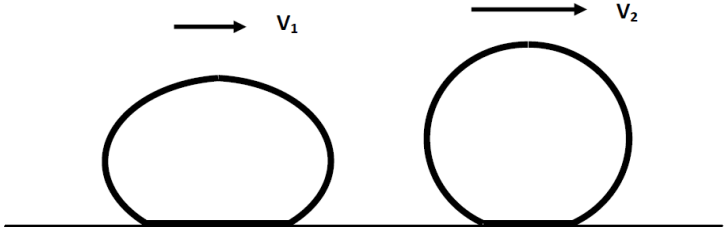


Рис. 4. Чем больше скорость кольца (v_2 больше, чем v_1), тем более «накачанным» оно кажется.

Говоря о возможной некорректности причисления к солитонам одиночной волны, распространяющейся вдоль веревки, я как раз имел ввиду возможность нарушения основных признаков солитона. Например, сила трения веревки о землю будет препятствовать «автоматическому» увеличению высоты волны, если кинетическая энергия волны превысит потенциальную энергию. То есть, может возникнуть ситуация, аналогичная описанной выше с быстро катящимся кольцом. Чем больше будет скорость движения, тем сильнее будет натяжение веревки, а соответствующего увеличения высоты волны не произойдет.

В то же время, даже катящееся кольцо из веревки (рис. 4) при малой скорости (когда оно сильно проседает) напоминает солитон при условии равенства друг другу кинетической и потенциальной

энергий этого кольца, что обеспечивается «правильным» соотношением высоты этой своеобразной волны и скорости движения. Поэтому, *обращаясь к описанию одиночной волны на веревке, мы рассчитываем не на реальные опыты с неизбежными «огрехами», а на мысленные идеальные эксперименты*.

Посчитаем теперь кинетическую и потенциальную энергии волны, бегущей по веревке, с учетом простейшей аппроксимации ее формы. На рис. 5 видны четыре участка веревки в пределах волны, которые совершенно одинаковы с точки зрения подсчета кинетической энергии. Поэтому, если скорость волны обозначить через v, а массу одного погонного метра веревки - m, то кинетическая энергия будет равна умноженному на четыре интегралу вдоль одной четверти длины окружности радиусом R:

$$W_k = 4W_1 = 4\int_0^{\pi/2} \frac{Rmv^2}{2}((\cos\alpha)^2 + (1-\sin\alpha)^2)d\alpha = mRv^2(2\pi - 4). \qquad (1)$$

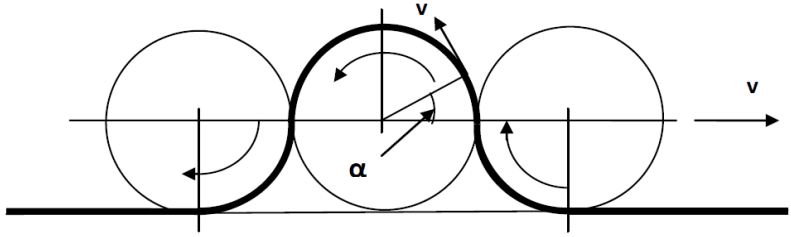


Рис. 5. Участки волны с одинаковой кинетической энергией ограничены вертикальными и горизонтальными линиями.

На рис. 5 показано, что движение волны как целого сочетается с поперечным и продольным движением «внутри волны». Поэтому при интегрировании квадрат скорости для каждого элемента длины веревки Rda складывается из скорости движения всей волны по горизонтали, а также составляющих скорости (по вертикали и по горизонтали) движения веревки «в самой волне».

Интересно, что величина кинетической энергии волны оказалась равной удвоенной величине кинетической энергии направленного движения реально переносимого волной участка веревки ($2\pi R - 4R$). Это результат разнонаправленного движения по всей длине веревки в составе волны ($2\pi R$).

Потенциальная энергия отрезка веревки, образующего волну, с учетом принятой аппроксимации ее формы определяется еще проще: масса кольца умножается на ускорение свободного падения и на половину высоты волны, то есть, на радиус (H/2 = R)

$$W_p = (2\pi Rm)gR = 2\pi R^2 mg. \quad (2)$$

С учетом (1) и (2) потенциальная энергия будет равна кинетической энергии при условии, если скорость движения волны будет равна

$$v = \sqrt{\frac{2\pi}{2\pi - 4}} \cdot \sqrt{Rg} = \sqrt{\frac{\pi}{2\pi - 4} Hg} = 1{,}173\sqrt{Hg}. \quad (3)$$

Далее мы убедимся, что этот результат близок к реальной величине.Приступим теперь к обсуждению физического механизма и поиску более точного описания простейшей одиночной волны на веревке. Перейдем опять в систему координат, движущуюся вместе с волной. Как мы уже отмечали, переход из одной системы координат в другую дает возможность увидеть процессы с иной точки зрения и подметить новые особенности.

В этой системе координат волна оказывается неподвижной, а веревка движется относительно нас. Такое движение можно моделировать очень простым устройством: веревку придерживают два ролика спереди и сзади «волны», а скорость протягивания веревки специально делается регулируемой (рис 6).

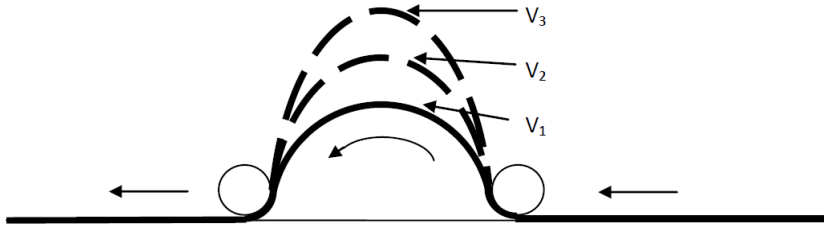


Рис. 6. При увеличении скорости веревки центробежные силы преодолевают силу тяжести и увеличивают высоту петли (волны).

Что будет происходить при увеличении скорости протяжки веревки через такой механизм? Центробежные силы, действующие на эту «неподвижную волну» в виде петли будут возрастать, натяжение веревки увеличится, и волна будет стремиться стать еще выше.

Однако после достижения некоторой высоты возросший вес петли уравновесит центробежную силу и равновесие восстановится на новом уровне.

По этому поводу можно вспомнить еще один интересный пример. Наверняка многим знакомо весьма необычное поведение гибкого шланга, по которому под большим напором пущена вода. Такой шланг начинает извиваться буквально «как живой» и

вырывается из рук. Аналогия с протягиваемой через ролики веревкой здесь очевидна, так как в изогнутом шланге центробежные силы, действующие на движущуюся внутри воду, приводят к идентичным явлениям. Более того, эта аналогия оказывается весьма наглядной и удобной для анализа. Поэтому остановимся на поведении шланга с протекающей по нему водой подробнее.

Заметим, что *гибкий шланг, по которому пущена вода, является неустойчивой динамической системой*. Дело в том, что такой шланг не будет лежать неподвижно (на скользкой поверхности), даже если его постараться ровно растянуть на земле. Самое малое отклонение от прямой линии вызовет сразу же очень большие динамические силы, которые заставят шланг двигаться, непрерывно извиваясь. Это можно доказать самыми простыми рассуждениями.

Действительно, предположим, что шланг лежит неподвижно, но имеет в каком-то месте небольшое искривление (рис. 7). Если шланг неподвижен, то мы можем констатировать равенство действующих на рассматриваемый небольшой участок шланга сил: центробежной силы F_c и сил натяжения шланга T. Другие силы, действующие на рассматриваемый малый участок шланга, пока учитывать не будем. На рисунке изображен только интересующий нас небольшой слабо искривленный участок шланга длиной Ra, где R – достаточно большой радиус кривизны шланга в данном месте, а a - очень малый угол, соответствующий малой длине искривленного участка.

Центробежная сила, действующая на участок шланга (полагаем, что масса воды на погонный метр шланга – m, массой самого шланга будем пренебрегать), определяется выражением:

$$F_c \approx \frac{(m\alpha R)v^2}{R} = mv^2\alpha. \qquad (4)$$

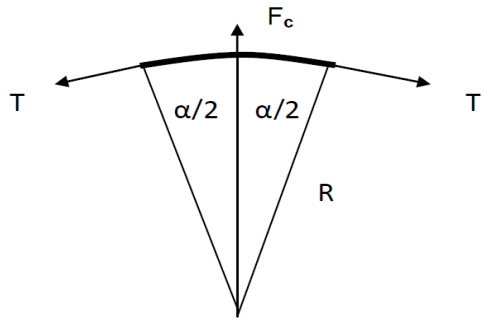


Рис. 7. Силы, возникающие в месте небольшого изгиба шланга.

Центробежная сила уравновешивается равнодействующей силой от сил натяжения:

$$F_r = 2T\sin(\alpha/2) \approx T\alpha. \quad (5)$$

Приравнивая (4) и (5), мы видим, что сила натяжения шланга практически не зависит от угла его изгиба! То есть, она возникает «скачком», и при малейшем искривлении шланг начнет «вырываться» с очень большой силой T, зависящей только от скорости подачи воды и ее массы на погонный метр шланга:

$$T = mv^2. \quad (6)$$

Именно по этой причине шланг при большой подаче воды никогда не лежит в спокойном состоянии, и его бывает даже трудно удержать. Такая динамическая нестабильность шланга с протекающей по нему водой серьезно осложняет работу пожарных, вынужденных постоянно иметь в виду этот фактор, и прилагать значительные усилия для удержания брандспойта.

Описанный выше эксперимент (рис. 6) с веревкой может быть полностью повторен со шлангом. Действительно, шланг с протекающей по нему водой будем придерживать роликами, оставив свободной лишь некоторую часть длины шланга (но дав ему возможность искривляться только вертикально вверх). Тогда при увеличении подачи воды в незакрепленной части шланга в какой-то момент времени спонтанно рывком возникнет искривление шланга в виде петли («неподвижной волны»), высота которой, в конце концов, установится и будет результатом уравновешивания центробежных сил весом самой петли.

«Склонность» текущей воды к нестабильностям в действительности наблюдается повсеместно. Присмотритесь к весенним ручьям. В целом спокойное течение воды почти повсеместно покрыто «неподвижными волнами». Эти стоящие на месте «горбы» на фоне текущей воды как будто бы говорят о неровностях дна или берегов ручья. Однако это не совсем так. Даже в желобах с гладкими стенками и гладким дном поток воды подвержен нестабильностям, и всегда изобилует «неизвестно откуда взявшимися» довольно высокими и почти неподвижными водяными «буграми». К этому вопросу мы еще вернемся.

В предыдущих рассуждениях мы намеренно идеализировали происходящие процессы. На натяжение шланга и динамику течения воды, очевидно, существенно влияют и вязкость воды, и трение о стенки шланга, и возможная турбулентность движения воды. Шланги, естественно, также не обладают идеальной гибкостью. Но

именно идеальные мысленные эксперименты дают возможность выявить определяющие черты физических явлений.

Следует также обратить внимание еще на одно принципиально важное обстоятельство. Суммарная «подъемная» сила центробежных сил, действующих в пределах одиночной волны (образуемой на веревке или на шланге с текущей по нему водой) не зависит от формы самой волны и определяется только крутизной переднего и заднего фронтов волны.

Это утверждение основано на том, что результирующая сила будет равна общему изменению импульса (веревки или воды) в единицу времени, которое происходит, начиная от «входа» в волну и кончая «выходом» из волны. То есть, мы можем рассматривать волну как «черный ящик», в который за единицу времени направляется определенный импульс и из которого он выходит, имея другое направление. За счет этого результирующего изменения импульса за единицу времени возникает сила, уравновешивающая «суммарный вес волны» P. Но так как сила тяжести $P = Lmg$ направлена вертикально вниз, то мы должны брать изменение только вертикальной составляющей импульса за секунду:

$$P = Lmg = 2mv \bullet v \bullet \sin\alpha = 2mv^2 \sin\alpha. \qquad (7)$$

Здесь α угол подъема (спада) переднего (заднего) фронта волны, а L - длина веревки в пределах волны.

Таким образом, физический механизм солитона фактически основан на балансе реально действующих сил, обеспечивающих динамику всего процесса, происходящего в среде.

3. Солитон «бежит» с горки!

Как мы уже говорили, солитон является объектом энергетическим – волной со свойствами частицы. Фактически он представляет собой постоянно самовоспроизводящийся процесс взаимодействия различных видов энергии. При этом солитон «умеет сам регулировать» внутреннее распределение энергии между различными ее видами, демонстрируя удивительную способность к самоорганизации в самых необычных условиях.

Например, солитон может «бежать» с горки (рис. 8). Действительно, растянув веревку вниз по наклонной поверхности и пустив по ней одиночную волну, можно убедиться, что волна в этом случае может не только распространяться без затухания, но может даже увеличивать свою амплитуду, наращивая одновременно и скорость движения. Очевидно, что это происходит за счет того, что солитон на веревке, как мы упоминали ранее, переносит с собой

реальную часть массы. Поэтому он расходует потенциальную энергию разложенной на горке веревки («используя» ее сползание с горки) для компенсации потерь на трение и на *увеличение собственной энергии*.

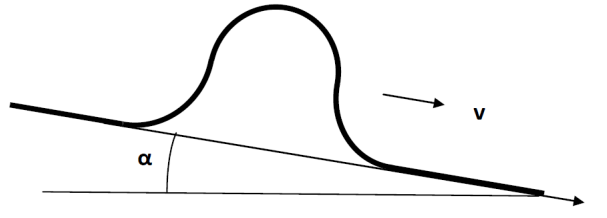


Рис. 8. Спускаясь с горки, солитон увеличивает собственную энергию.

При этом солитон, сбегая с горки, «автоматически» увеличивает и свою кинетическую, и свою *внутреннюю* потенциальную энергию, что существенно отличает его, например, от обычного колеса, катящегося с горки.

Посмотрим внимательнее на эти процессы.

Какая сила действует на волну, спускающуюся по склону? Эта сила определяется изменением энергии при перемещении волны:

$$F_x = -\frac{dW}{dx}. \qquad (8)$$

Следовательно, она определяется *x*-проекцией веса *P* отрезка веревки, перемещаемого вместе с волной:

$$F_x = P_x = P \cdot \sin\alpha = (2\pi R - 4R)mg \cdot \sin\alpha. \qquad (9)$$

Эта «скатывающая» сила при перемещении волны на очень малое расстояние *dx* сообщает волне общее приращение энергии

$$dW = P_x dx = (2\pi R - 4R)mg \sin\alpha dx. \qquad (10)$$

Так как кинетическая энергия волны равна ее потенциальной энергии, то, исходя из (2), общая энергия солитона может быть записана в виде:

$$W = 2W_p = 4\pi R^2 mg. \qquad (11)$$

Соответственно мы можем определить, как связаны между собой изменение энергии волны и изменение ее размера R:

$$dW = 8\pi mgRdR. \qquad (12)$$

Приравнивая (10) и (12), получаем:

$$\frac{dR}{dx} = \frac{\pi - 2}{4\pi}\sin\alpha = const. \qquad (13)$$

Таким образом, при спуске амплитуда волны будет линейно расти с изменением координаты. После дифференцирования (3) по времени и, используя (13), получаем:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{1}{8} g \sin\alpha = const. \qquad (14)$$

Мы видим, что солитон, «скатываясь» с горки, будет двигаться, *равномерно ускоряясь*, то есть, его движение действительно напоминает движение частицы. Однако при этом возникает иллюзия, что на солитон действует ускорение свободного падения, *уменьшенное в восемь раз*! Такой эффект вызван тем, что солитон направленно переносит относительно небольшую часть массы среды, «задействованной» в волновом процессе, а также тем, что получаемая им при скатывании с горки относительно небольшая энергия еще и распределяется между двумя внутренними видами энергии.

Похожая картина наблюдается, например, при скатывании колеса (в виде кольца) с горки, но ускорение в этом случае уменьшается только вдвое, так как потенциальная энергия колеса переходит в кинетическую энергию поступательного движения и «внутреннюю» энергию - вращение (рис. 9).

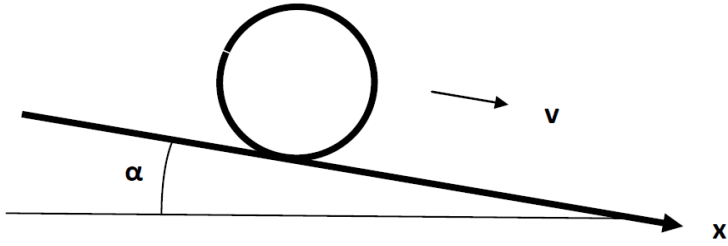


Рис. 9. Колесо, спускаясь с горки, может катиться, а может скользить.

В случае же, если колесо будет скользить по поверхности горки (а не скатываться), то его ускорение будет максимальным. Действительно, изменение потенциальной энергии колеса при перемещении *dx* и в случае качения, и в случае скольжения одно и то же

$$dW_p = -P_x dx = -2\pi R m g \sin\alpha dx. \qquad (15)$$

С другой стороны, кинетическую энергию и ее приращение в случае, если колесо катится (т. е. с учетом вращения), можно записать в виде:

$$W_k = 2\pi R m v^2, \qquad dW_k = 4\pi R m v dv. \qquad (16)$$

Уменьшение потенциальной энергии по абсолютной величине равно приращению кинетической энергии колеса. Поэтому, приравняв друг другу приращения (15) и (16) и поделив левую и правую части полученного равенства на промежуток времени *dt*, за который эти изменения происходят, имеем:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{2} g \sin\alpha. \qquad (17)$$

В случае же скольжения колеса вместо (16) получаем:

$$W_k = \frac{2\pi R m v^2}{2}, \qquad dW_k = 2\pi R m v dv. \qquad (18)$$

Соответственно вместо (17) величина ускорения будет в два раза больше

$$\frac{dv}{dt} = g \sin\alpha. \qquad (19)$$

Таким образом, в рассмотренных случаях спуск с одинаковой горки приводит к совершенно разным скоростям. Справедливо и обратное утверждение: имея первоначально одинаковые скорости, *выше всех на горку поднимется по веревке волна*, значительно ниже – катящееся колесо, а еще ниже «взберется» колесо, если оно будет скользить.

Поэтому логично утверждать, что *инерционные свойства солитонов определяются развитием внутренних процессов*. Не является исключением и вращающийся электромагнитный солитон (самая элементарная частица вещества). При воздействии гравитационного или электромагнитного поля изменения претерпевают внутренние процессы в самом солитоне. Именно этими процессами объясняются инерционные и гравитационные свойства вещества, а также эффекты, описываемые теорией относительности.

В частности, для объяснения массы солитона вряд ли нужен бозон Хиггса. Все определяется строением и внутренними процессами самого солитона!

4. Солитон на веревке: точное решение

Теперь настало время попытаться найти точное решение для одиночной волны на веревке, многие свойства которой нам стали значительно понятнее после проведенных ориентировочных расчетов и мысленных экспериментов.

Будем исходить из баланса сил, действующих в волне на очень маленький (элементарный) участок веревки, что даст возможность сделать необходимые расчеты и составить

соответствующее дифференциальное уравнение. Но перед этим следует определиться с начальными условиями и исходными положениями, которые стали бы отправной точкой для поиска решения.

Во-первых, анализ будем вести в движущейся вместе с волной системе координат, то есть, волна будет по отношению к нам неподвижной, а веревка будет двигаться *равномерно*, огибая волну со скоростью *v*.

Во-вторых, зададимся некоторым начальным углом a_0, характеризующим крутизну переднего и заднего фронтов у самого основания волны (рис. 10).

После того, как будет получено решение, соответствующее этой крутизне волны, мы сможем перейти ко второму этапу решения – поиску реального значения угла a_0, при котором будет соблюдаться баланс кинетической энергии и потенциальной энергии, заключенных во всей волне.

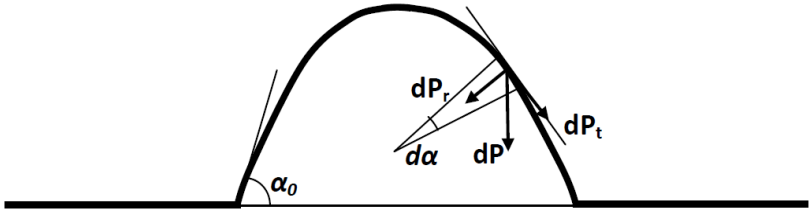


Рис. 10. Разложение веса элементарного отрезка веревки на тангенциальную и радиальную составляющие.

Прежде всего, заметим, что внизу у самого основания волны натяжение веревки *T* равно нулю. Действительно, если бы это было не так, то волна имела бы еще большую высоту, «приподняв» дополнительно участок веревки соответствующего веса.

Далее, разложив вес *mgdl* самого первого от основания волны участка веревки элементарной длины *dl* на тангенциальную P_t и радиальную P_r составляющие, приступим к составлению баланса сил, действующих на этот первый очень малый участок.

Итак, радиальная составляющая веса

$$dP_r = mgdl\cos\alpha_0 = mg(Rd\alpha)\cos\alpha_0 \qquad (20)$$

будет уравновешена соответствующей центробежной силой

$$F_c = \frac{m(Rd\alpha)v^2}{R} = mv^2 d\alpha. \qquad (21)$$

Здесь длина элементарного участка *dl* выражена через радиус кривизны *R* веревки в этом месте и соответствующее элементарное

изменение угла *da*. Приравнивая (20) и (21), получаем, что угол фронта волны *a*, если отступить от основания волны на небольшое расстояние *dl,* уже будет отличаться от a_0 на величину da_1

$$d\alpha_1 = \frac{mgdl\cos\alpha_0}{mv^2}. \quad (22)$$

Кроме того, появится и небольшое натяжение веревки, равное тангенциальной составляющей веса первого элементарного отрезка:

$$T = dT_1 = dP_t = mgdl\sin\alpha_0. \quad (23)$$

Этот первый шаг, пожалуй, самый трудный, а все дальнейшие шаги значительно проще и делаются «автоматически». Отличие только в том, что последующие элементарные отрезки будут дополнительно испытывать на себе, как уже отмечалось, воздействие силы натяжения веревки, которая (вместе с радиальной составляющей веса) будет противостоять центробежной силе:

$$mv^2 d\alpha = mgdl\cos\alpha + Td\alpha. \quad (24)$$

Поэтому вместо (22) получим:

$$d\alpha = \frac{mgdl\cos\alpha}{mv^2 - T}. \quad (25)$$

На эту величину происходит уменьшение величины крутизны волны при очередном небольшом шаге вдоль веревки *dl* и соответственно происходит коррекция величин проекций веса (радиальной и тангенциальной) следующего элементарного отрезка, а также величины натяжения веревки. После того, как получены эти скорректированные значения, все оказывается готовым для следующего шага вычислений, и мы продвигаемся по веревке еще на один шаг.

Таким образом, шаг за шагом, мы получаем все интересующие нас параметры волны: форму волны, ее общую высоту и силу натяжения веревки. При построении соответствующих кривых учитывалось, что значительно проще не откладывать элементарные участки длины пошагово с соответствующим углом, а воспользоваться проекциями на вертикальную и горизонтальную оси:

$$dx = dl\cos\alpha, \quad dy = dl\sin\alpha. \quad (26)$$

Такой расчет был сделан в программе Microsoft Excel. В качестве конкретных исходных данных взяты следующие цифры:

dl=0,1, m=1, v=10, g=10, $a_0=\pi/3$.

После определения формы волны был осуществлен второй этап расчетов, связанный с подсчетом потенциальной и

кинетической энергии каждого элементарного отрезка веревки и соответствующих суммарных величин по всей волне. Далее не составило никакого труда методом подбора величины a_0 добиться равенства суммарной потенциальной энергии волны ее суммарной кинетической энергии. Таким образом, были определены все основные параметры одиночной волны, распространяющейся по веревке, растянутой на земле. В частности, оказалось, что угол a_0 составляет величину, близкую к 73°, а скорость связана с высотой и ускорением свободного падения соотношением:

$$v \approx 1{,}184\sqrt{gH}. \qquad (27)$$

Как видим, численный коэффициент в формуле (27) действительно отличается незначительно от полученного нами ранее приближенного значения 1,173 в формуле (3). У многих такие приближенные численные методы оставляют чувство неудовлетворенности, так как они привычно стремятся к получению аналитического решения. Но фактически мы уже давно вступили в эпоху компьютерных расчетов, которые на практике доказали свою надежность и возможность не менее наглядного представления результатов.

Впрочем, для любителей аналитических вычислений мы получим и дифференциальное уравнение, описывающее одиночную волну на веревке. А теперь посмотрим на результаты расчетов.

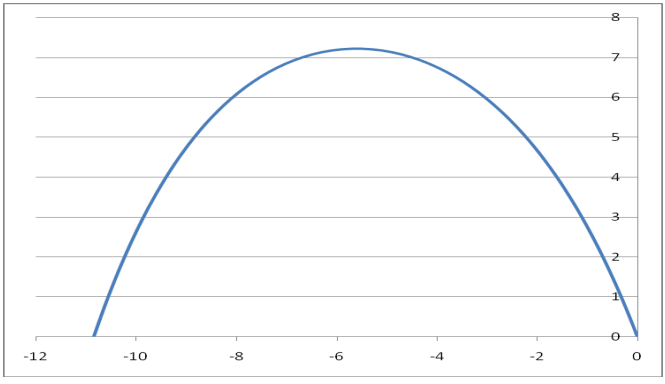


Рис. 11. Форма одиночной волны *y(x)* на веревке, растянутой на земле.

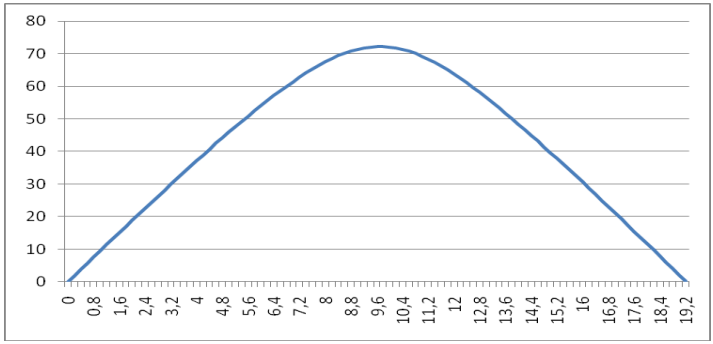


Рис. 12. Натяжение *T(l)* вдоль веревки в одиночной волне.

На рис. 12, в отличие от рис. 11, по оси ординат отложена длина веревки в волне, а не координата *x*. Поэтому и значения по горизонтальной оси разные. Чтобы получить дифференциальное уравнение для одиночной волны, воспользуемся уже полученными ранее формулами (20) – (26). С учетом формулы (26) перепишем формулы (20) и (23) в виде:

$$dP_t = mgdl\sin\alpha = mgdy,$$
$$dP_r = mgdl\cos\alpha = mgdx. \qquad (27)$$

Тогда натяжение веревки *T*, складывающееся из тангенциальных составляющих веса элементарных участков dP_t (23), будет равно:

$$T = mgy. \qquad (28)$$

Соответственно формула (25) примет вид:

$$d\alpha = -\frac{mgdx}{mv^2 - mgy} = -\frac{dx}{\frac{v^2}{g} - y}. \qquad (29)$$

Так как

$$\frac{dy}{dx} = tg\alpha, \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = (1 + tg^2\alpha)\frac{d\alpha}{dx}, \qquad (30)$$

то с учетом (29) выражение (30) запишем в виде:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -(1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2)\frac{1}{\frac{v^2}{g} - y}. \qquad (31)$$

Окончательно искомое дифференциальное уравнение выглядит так:

$$(\frac{v^2}{g} - y)\frac{d^2y}{dx^2} + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + 1 = 0. \qquad (32)$$

Решение этого уравнения, очевидно, ничем не отличается от полученного ранее результата. Впрочем, расчеты, проведенные ранее, более информативны, так как содержат сведения о нескольких существенных параметрах.

Например, очень важной оказывается информация о натяжении веревки в пределах волны (рис. 12), так как именно эта зависимость дает ответ на вопрос об устойчивости солитона. Действительно, нестабильности, возникающие в волне, не могут выйти за пределы самой волны, поскольку натяжение веревки монотонно уменьшается до нуля при смещении от центра волны к периферии. Вследствие этого *любые возмущения, приближаясь к периферии волны, теряют скорость и не могут выйти за ее пределы*.

Еще одной важной особенностью полученного решения является выполнение с хорошей точностью упоминавшегося ранее условия (7):

$$Lmg = 2mv^2 \sin\alpha_0, \quad 192 \approx 191{,}08. \qquad (33)$$

Этот баланс сил записан для самой нижней части волны – у основания, где, как уже говорилось выше, отсутствует натяжение веревки. Что касается точности расчетов, то они были проведены в довольно упрощенном варианте: длина шага dl=0,2 при длине веревки L=19,2, то есть, всего 91 шаг.

И наконец, мы должны упомянуть другую сторону баланса сил (33) у самого основания одиночной волны. Как известно, «действие равно противодействию», и в противовес «подъемной» силе будет существовать сила, обращенная вниз. В результате этой обратной реакции волна оказывает давление всем своим весом на землю, то есть, солитон отнюдь не является чем-то «невесомым».

Совершенно аналогичным образом давит на землю уже упоминавшееся ранее гибкое кольцо, которое быстро катится и сохраняет за счет этого почти круглую форму. Казалось бы, натяжение поднимает колесо, а отнюдь не прижимает его к земле (веревка и не может передавать сжимающие усилия). Тем не менее, вес колеса действует на землю как раз посредством обратной реакции, возникающей в месте прогиба колеса при контакте с землей (рис. 4). Но в этом случае, в отличие от одиночной волны, необходимо учитывать, что натяжение веревки в нижней части «гибкого колеса» при быстром качении не равно нулю.

В завершение этой части рассуждений заметим, что силы трения «сковывают свободу» волны, но на скользкой поверхности она вообще не смогла бы существовать. Она бы деформировалась и разрушилась! Таким образом, рассмотренное решение, удовлетворяющее всем требованиям к солитону, на практике реализуется только путем создания специальных условий.

Другими словами, мы исследовали искусственно поддерживаемое явление. Но при этом мы также убедились, что эта простая *модель солитона* весьма эффективна и наглядна с точки зрения демонстрации его свойств.

5. Солитоны на мелкой воде

Насколько полученные выше закономерности для одиночных волн на веревке могут быть полезными при рассмотрении солитонов на воде? Насколько похожи друг на друга эти физические явления?

Сходство достаточно очевидно, так как эти волны могут существовать исключительно благодаря гравитации, и соответственно формулы для скорости движения этих волн оказываются очень похожими друг на друга (скорость приблизительно пропорциональна корню квадратному из высоты волны).

Однако, внутренняя динамика солитона на мелкой воде намного сложнее. Именно поэтому идеи Рассела встретили непонимание даже со стороны крупных ученых того времени Эри и Стокса, а наиболее точное описание явления было получено только в 1895 году. Это сделали голландские ученые Дидерик Иоханнес Кортевег и его ученик Густав де Фриз [4]. Правда, их исследование и полученное в результате уравнение, именуемое теперь *КдФ – уравнением*, тоже оказались забытыми еще почти на 70 лет. Более того, основное свойство уединенной волны (вести себя подобно частице) очень долгое время оставалось незамеченным, так как все, начиная с самого Рассела, считали ее только волной. И только в 1965 году американцы М. Крускал и Н. Забуски ввели *термин «солитон», подчеркивающий подобие этой волны частице* [5].

Исследования упомянутого основного свойства и доказательство устойчивости солитона потребовало больших усилий физиков и математиков. И эти усилия были вознаграждены тем, что в математике появился новый раздел, посвященный солитонам, а физики обнаружили, что уравнения и свойства уже известных солитонов могут быть распространены на многие другие

явления. В частности, оказалось, что свойствами солитонов обладают такие разные явления как импульсы в нервных волокнах и вращающиеся вихри в идеальной воде.

Замечательное математическое описание солитонов с появлением ЭВМ позволило достаточно подробно изучить их свойства, а математическое моделирование самых разных процессов, происходящих с солитонами, включая их столкновения между собой, очень интересно и вызывает восхищение [6].

Но очевидные успехи в математическом описании солитонов, как мы уже говорили, существенным образом потеснили представление о солитоне, как о физическом явлении. Теперь солитон воспринимается в большей степени через математические уравнения, описывающие это явление природы. Поэтому, ни в коей мере не умаляя математической стороны вопроса, нам хотелось бы на качественном уровне с минимумом математики посмотреть с физической точки зрения на некоторые свойства солитона на мелкой воде («родоначальника» всех солитонов), столь красочно описанного Расселом.

Еще со школьных времен многие, наверное, помнят опыт с водой, протекающей по трубе, диаметр которой меняется с меньшей величины на большую величину и обратно (рис. 13). При этом давление жидкости на участке трубы, имеющей большее сечение, оказывается существенно больше, чем на участках трубы с меньшим сечением [7].

Такое изменение давления объясняется тем, что при переходе потока воды в трубу с большим сечением ее скорость резко уменьшается, а при переходе на меньшее сечение - возрастает. Возникающие силы инерции при изменении скорости воды как раз и вызывают указанную разницу в давлениях.

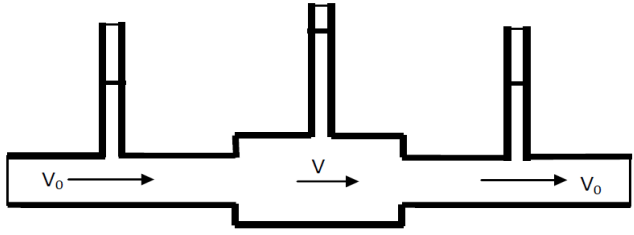


Рис. 13. Давление больше там, где меньше скорость воды.

А теперь внимательнее присмотримся к тому, что происходит при распространении одиночной волны на мелкой

воде (рис.14). Традиционно такие эксперименты проводят в желобе прямоугольного сечения, наполненном водой. Перемещаясь вместе с одиночной волной, распространяющейся по желобу с водой, мы увидим, что наблюдаемая картина, по сути, очень напоминает то, что происходит при течении воды в трубе с изменяющимся сечением. Действительно, в движущейся системе координат мы можем считать, что вода движется мимо, и там, где она «проходит через волну» сечение оказывается увеличенным, а скорость воды соответственно становится меньше.

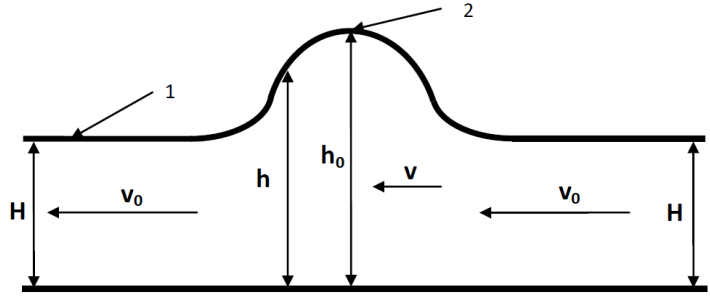


Рис. 14. В движущейся системе координат волна неподвижна, а вода «протекает» мимо.

Так же, как и в случае с трубой, там, где скорость воды меньше, давление увеличивается. Но, в целом, процессы в волне оказываются сложнее.

Если считать ширину желоба равной единице, то сечение, заполненное водой, численно равно высоте воды (рис. 14). При этом через любое вертикальное сечение поток воды один и тот же (мы движемся с волной!)

$$Hv_0 = hv(h) = h_0 v(h_0), \tag{34}$$

а вся картина «течения» воды подходит под определение стационарного течения (неизменного во времени). Такое течение идеальной жидкости (несжимаемой и невязкой) описывается уравнением Бернулли, тоже знакомым со школы [7]:

$$p + \rho g h + \frac{1}{2}\rho v^2 = const. \tag{35}$$

Здесь p,h,v – давление, высота и скорость жидкости в любой точке, ρ – плотность жидкости. Уравнение Бернулли используется для решения самых разных задач гидродинамики. В частности, из него непосредственно следует закон Торричелли (о скорости жидкости, вытекающей из сосуда через малое отверстие):

$$v^2 = 2gH. \qquad (36)$$

Действительно, достаточно записать левую часть уравнения для двух разных точек жидкости и приравнять эти выражения друг другу, чтобы получить выражение (36). Первая точка выбирается на поверхности жидкости в верхней части сосуда, а вторая точка – в вытекающей жидкости вблизи от отверстия с наружной стороны (рис. 16).

$$p_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 = const. \qquad (37)$$

Давление p в обеих точках приблизительно одинаковое и равно атмосферному давлению, а разность высот этих точек равна H. Что касается скорости изменения уровня жидкости в сосуде v_1, то она пренебрежимо мала при условии малости отверстия, из которого вытекает вода. В результате из (37) получаем выражение (36). Очевидно, *оно выражает закон сохранения энергии.*

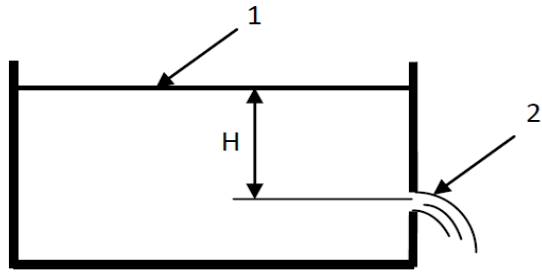


Рис. 15. Выбор двух точек для вывода формулы (36).

Возвращаясь к солитону на мелкой воде, применим аналогичный прием и используем уравнение Бернулли для определения характеристик волны. Для составления уравнения выберем также две точки у самой поверхности воды: одну в невозмущенной части воды, где скорость воды в подвижной системе координат равна v_0, а вторую точку – на самой вершине волны, где тоже отсутствует вертикальная составляющая скорости (рис. 14). Аналогично с уравнением (37) запишем уравнение для двух точек:

$$p_0 + \rho g H + \frac{1}{2}\rho v_0^2 = p_0 + \rho g h_0 + \frac{1}{2}\rho v^2. \qquad (38)$$

Подставив в (38) величину скорости из условия постоянства потока (34)

$$v = \frac{v_0 H}{h_0}, \qquad (39)$$

и учитывая, что давление p справа и слева в уравнении (38) практически одинаковое и равно атмосферному давлению, получим

$$g(h_0 - H) = \frac{v_0^2}{2}(1 - \frac{H^2}{h_0^2}). \quad (40)$$

В случае невысокой волны (h_0 мало отличается от H) из (40) можно получить приближенное выражение для скорости волны:

$$v_0^2 \approx gh_0(1 + \frac{a}{2h_0}), \quad (a = h_0 - H). \quad (41)$$

Уравнение (40) можно также преобразовать в квадратное уравнение относительно h_0:

$$h_0^2 - \frac{v_0^2}{2g}h_0 - \frac{v_0^2}{2g}H = 0. \quad (42)$$

Решая уравнение (42), получим:

$$h_0 = \frac{H_0}{4} + \sqrt{\frac{H_0^2}{16} + \frac{1}{2}H_0 H}, \quad (H_0 = \frac{v_0^2}{g}). \quad (43)$$

На рис. 16 представлена полученная зависимость (для расчета взяты конкретные величины: g=10, H=5).

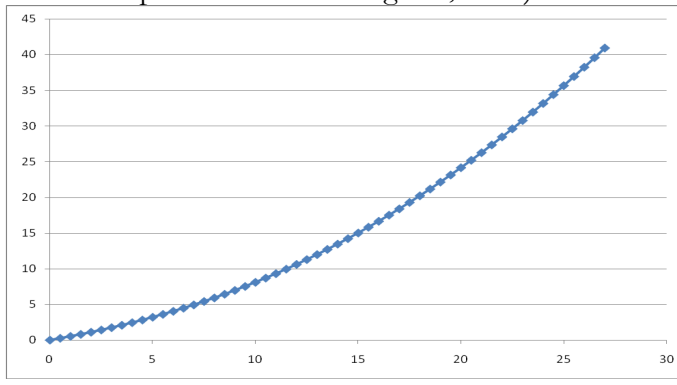


Рис. 16. Зависимость $h_0=h_0(v_0)$ при g=10, H=5.

Выражение (43) можно использовать для определения условий, при которых образуется одиночная волна, решив соответствующее неравенство:

$$h_0 > H, \quad \frac{H_0^2}{16} + \frac{1}{2}H_0 H > (H - \frac{H_0}{4})^2, \quad H_0 = \frac{v_0^2}{g} > H. \quad (44)$$

Как можно интерпретировать полученный результат? Фактически мы получили подтверждение того, что *вода действительно обладает «склонностью» к нестабильности.* Более того, согласно полученному условию (44), в горизонтальном желобе с

неподвижной водой для получения солитона, волну необходимо «разогнать» до скорости v_0, превышающей некоторое *критическое значение* $(gH)^{1/2}$. Если этого не сделать, то эксперимент, скорее всего, не удастся. С другой стороны, условие (44) говорит о том, что в желобе с протекающей по нему водой *солитон образуется в случае, если скорость течения воды будет превышать то же критическое значение*, зависящее от глубины воды:

$$v_0 > \sqrt{gH}. \qquad (45)$$

Поэтому при быстром течении воды она как бы подскакивает, отталкиваясь от «невидимых неровностей» дна, и образует почти неподвижные бугры, напоминающие одиночные волны. Естественно, что при этом «чистоту» эксперимента существенным образом нарушают трение воды о стенки и дно желоба, а также турбулентность, влияющая на характер течения.

А теперь перейдем к более подробному описанию формы солитона и его свойств. В первую очередь нам необходимо учесть вертикальную составляющую скорости воды на переднем и заднем фронтах волны (рис. 14):

$$\frac{dh}{dt} = \frac{dh}{dx}\frac{dx}{dt} = v\frac{dh}{dx} = \frac{v_0 H}{h}\frac{dh}{dx}, \qquad (v = \frac{v_0 H}{h}). \qquad (46)$$

Тогда уравнение (38) для точки на склоне волны примет следующий вид:

$$g(h-H) = \frac{1}{2}(v_0^2 - (v^2 + \left(\frac{dh}{dt}\right)^2)),$$
$$2g(h-H) = v_0^2 - \frac{v_0^2 H^2}{h^2}\left(1 + \left(\frac{dh}{dx}\right)^2\right). \qquad (47)$$

Преобразуем (47) к следующему виду:

$$\frac{dh}{dx} = \sqrt{(v_0^2 - 2g(h-H))\frac{h^2}{v_0^2 H^2} - 1}. \qquad (48)$$

Полученное выражение удобно для осуществления расчетов в программе Microsoft Excel, которые и были нами проведены для определения формы огибающей волны при различных исходных параметрах. Какова была последовательность расчетов? Сначала, используя формулу (43), получаем координату самой высокой точки волны h_0 (для конкретного примера: v_0=10, g=10, H=5).

Далее, следует первый шаг: уменьшаем полученное значение h_0 на заранее выбранную величину шага (Δh=0,1) и вычисляем величину производной по формуле (48). После этого, зная

величину производной (C), не составляет труда вычислить соответствующее изменение горизонтальной координаты:

$$\frac{dh}{dx} = C, \qquad \Delta x = \frac{\Delta h}{C}. \tag{49}$$

Таким образом, для построения графика готова вторая точка ((h_0 -0,1), Δx). Напомним, что первая точка графика - (h_0, 0). Последующие шаги делаются простым заполнением столбцов. С каждым шагом h_0 уменьшается еще на 0,1 и определяется величина производной, а также соответствующее изменение горизонтальной координаты Δx. Результат расчета представлен на рис. 17. Здесь изображена «половина» солитона, так как второй склон симметричен изображенной половине, и делать соответствующие построения нет никакой необходимости.

Как видим, полученная кривая плавно подходит к невозмущенному уровню воды H=5, что косвенно подтверждает правильность сделанных расчетов. При этом точность расчетов оказывается вполне приемлемой даже с учетом того, что, как и в предыдущих расчетах, было взято относительно малое количество точек.

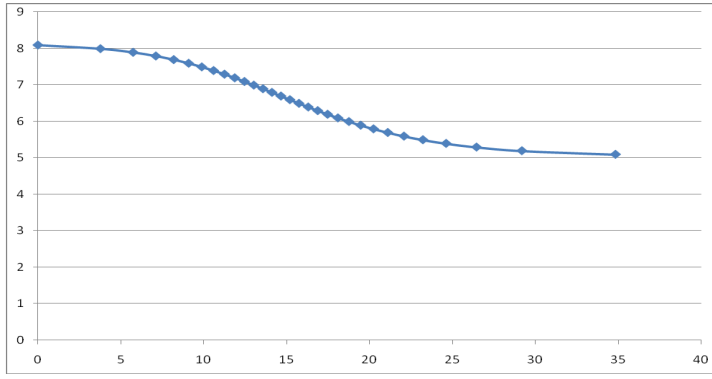


Рис. 17. Зависимость $h=h(x)$ дает представление о форме солитона (изображена его правая «половина» при v_0=10, g=10, H=5).

Следует заметить, что современный самый простой домашний компьютер дает прекрасную возможность не только осуществлять достаточно сложные и громоздкие расчеты, но и, как мы видели, решать дифференциальные уравнения, фактически их «не решая», а также вычислять любой интеграл. Более того, результаты расчетов могут быть тут же «мгновенно» обработаны и представлены в очень удобной форме.

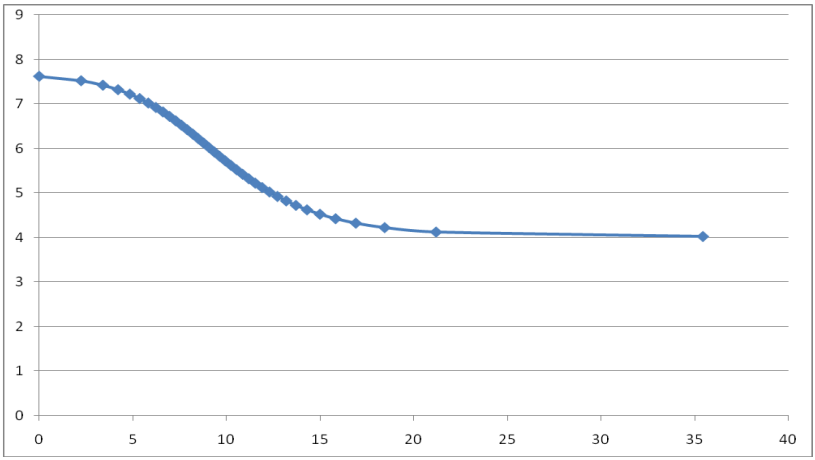


Рис. 18. Зависимость $h=h(x)$ при $v_0=10$, $g=10$, $H=4$).

Поэтому желающие поподробнее изучить свойства полученных решений для солитона, могут провести соответствующие несложные расчеты с построением графиков на компьютере. Изменяя исходные параметры, интересно наблюдать подобие «анимации» - изменение всех характеристик солитона и «мгновенную» перестройку соответствующих графиков на экране монитора.

Такие расчеты дают возможность наглядно оценить влияние каждого фактора на это необычное физическое явление. Например, на рис. 18 изображен солитон в случае, если уменьшить глубину воды с H=5 до H=4 при прочих условиях таких же, как на рис. 17. Сравнение рисунков показывает, что крутизна склона солитона «непропорционально» резко увеличилась, также как и его высота над поверхностью *невозмущенной* части воды, а ширина уменьшилась.

Такое резкое увеличение высоты волны и ее крутизны при движении к берегу, когда происходит уменьшение глубины воды, как раз указывает на «коварное» свойство цунами обрушиваться всей своей мощью на берег. Кроме того, как мы видели при анализе солитона на веревке, солитоны имеют свойство «взбираться» высоко на возвышенности, а в случае цунами они переносят с собой большой объем воды в сочетании с огромной внутренней энергией, содержащей поровну и кинетическую, и потенциальную энергию.

Отметим также резкий рост высоты волны при уменьшении ускорения свободного падения (что полезно знать космическим путешественникам!).

Но вернемся немного назад и посмотрим внимательнее на то, каким образом взаимодействуют между собой кинетическая энергия и потенциальная энергия в солитоне. Этот процесс непосредственно связан с образованием вертикальной составляющей скорости на склонах волны.

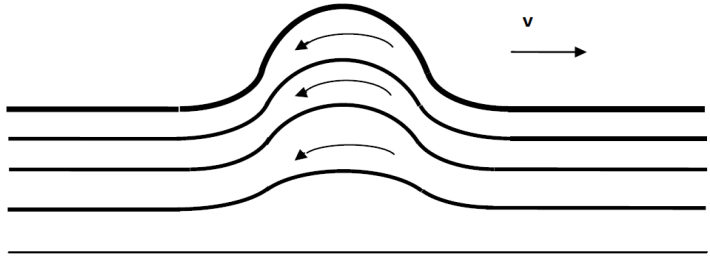


Рис. 19. Волну можно мысленно разделить на слои, повторяющие движение воды.

Как это происходит? Замедление течения воды при увеличении поперечного сечения потока, как уже отмечалось, приводит к возникновению сил инерции и увеличению давления. Соответственно увеличивается давление на дно и вода, «отталкиваясь» от дна, устремляется вверх с нарастающей скоростью. Поэтому мысленно выделенные вертикальные столбы воды «вытягиваются», устремляясь вверх.

Таким образом, происходит преобразование кинетической энергии воды в потенциальную энергию. На другом склоне солитона происходит обратный процесс: вода спускается вниз, и ее потенциальная энергия возвращается потоку.

Описанную динамику жидкости можно в какой-то степени сопоставить с движением солитона на веревке. Разбив мысленно воду на горизонтальные слои (рис. 19), мы увидим, что действующие в воде силы можно интерпретировать как центробежные силы, возникающие в результате движения воды по изогнутым траекториям. Правда, в этом случае центробежные силы не трансформируются в натяжение (как на веревке), а вызывают изменение давления внутри жидкости. Центральная часть волны превращается в мощный насос, всасывающий в себя воду и удерживающий ее наверху (рис 20).

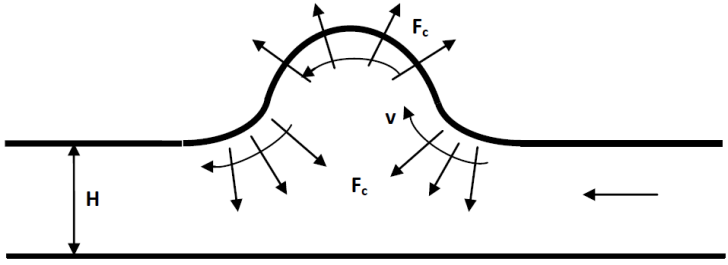


Рис. 20. Центробежные силы направлены в противоположные стороны у основания и у вершины волны.

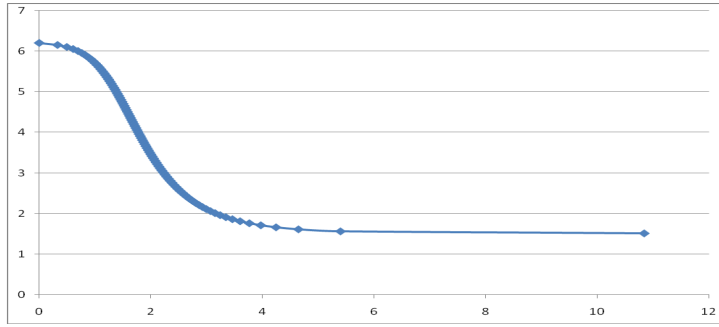
Поэтому, когда волна подходит к берегу, и глубина воды уменьшается, этот колоссальный «насос» начинает испытывать недостаток воды. Солитон втягивает в себя остатки воды, которая отступает от берега. Из-за недостатка воды та часть энергии, которая тратилась на «выкачивание» воды из глубины, идет на увеличение высоты волны при одновременном уменьшении длины самой волны. Дальнейшее развитие этого процесса приводит к обрушению воды на берег.

Однако читатель справедливо заметит, что снижение давления центробежными силами в центральной части солитона компенсируется увеличением давления из-за нарастающего «утолщения» слоев к центру солитона (рис. 19). И это действительно так. Поэтому нам придется «измерить» реальное давление под солитоном, тем более, что для этого у нас есть все возможности.

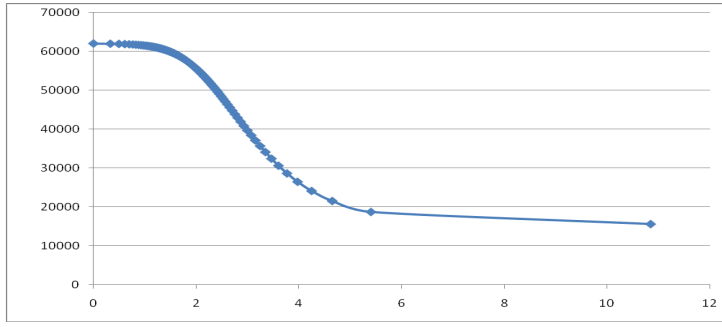
После того, как была определена форма солитона, а соответственно и скорость воды, мы можем составить уравнение, подобное уравнению (47), но при этом «первую точку» для уравнения опять взять у поверхности воды в стороне от солитона, а «вторую точку» – у дна непосредственно под солитоном:

$$p_1 + \rho g h + \frac{1}{2}\rho v_0^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho \frac{v_0^2 H^2}{h^2}. \qquad (50)$$

Здесь учтено, что рядом с дном (нулевая высота) вода имеет только горизонтальную составляющую скорости (правая часть уравнения), как и у поверхности невозмущенной части воды (слева).



а)



б)

Рис.21. а - форма солитона, б – давление на дно при H=1,5 и ϱ=1000 (без учета атмосферного давления).

Так как у поверхности воды давление можно считать равным атмосферному давлению, то из (50) получаем следующее выражение для величины давления на дне под солитоном:

$$p_2 = p_0 + \rho g h + \frac{1}{2}\rho v_0^2 - \frac{1}{2}\rho \frac{v_0^2 H^2}{h^2}. \qquad (51)$$

Все входящие величины известны из предыдущих вычислений, поэтому нам остается лишь добавить в расчеты еще один столбец и построить график для величины давления в зависимости от горизонтальной координаты.

Эффекты, вызванные вертикальной составляющей скорости, о которых говорилось выше, становятся заметными, когда солитон выходит на малую глубину. На рис. 21 приведены результаты расчета формы солитона и давления на дно непосредственно под солитоном при тех же условиях, что и ранее, но глубина воды взята равной 1,5 (плотность воды – 1000). Кроме того, взято в расчет только давление воды (без атмосферного давления).

При сравнении графиков легко заметить, что давление на дно под солитоном растет явно быстрее, чем увеличивается высота воды на склоне солитона. Чтобы оценить этот эффект, вычтем

давление собственно толщи воды (ρgh) из общей величины давления и посмотрим, что получится (рис. 22).

Как мы и предполагали, *на склоне солитона имеет место резкий скачок давления на дно* под солитоном, превышающий давление столба воды. Такая особенность солитонов на мелкой воде, несомненно, является дополнительным *фактором, увеличивающим разрушительную силу цунами*.

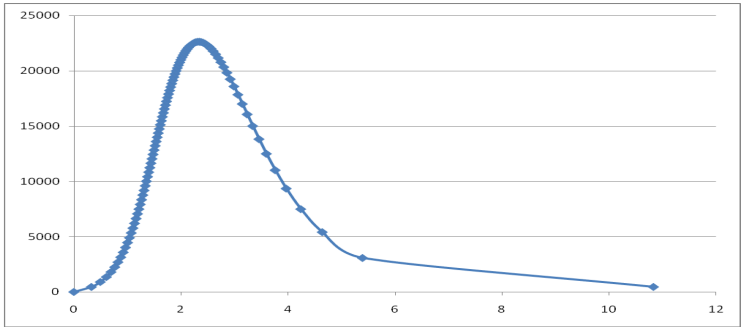


Рис. 22. В момент прохождения фронта волны возникает резкий скачок давления, значительно превышающий давление столба воды в этом месте.

6. Заключение

Солитон, как и любое физическое явление, совершенно «равнодушен» к тому, анализируют ли его из неподвижной системы координат или рассматривают, двигаясь вместе с ним. Однако сам процесс анализа, в зависимости от выбранной системы координат, не только упрощается или усложняется, но может даже поменять физическую трактовку исследуемого процесса, а вместе с этим и интерпретацию получаемых результатов.

Именно поэтому мы смогли увидеть много общего между одиночной волной на веревке, растянутой на земле, и динамической нестабильностью гибкого шланга, по которому протекает вода. Неожиданно похожими оказываются процессы в солитоне на мелкой воде с тем, как протекает вода по трубе, имеющей переменное сечение. С другой стороны, результаты анализа, справедливые для солитона на неподвижной воде, во многом применимы и для объяснения нестабильностей, возникающих в потоке воды.

На самых простых и наглядных моделях мы попытались показать возможности осмысления сложных физических процессов, происходящих в солитонах. Именно физическая сторона явлений интересовала нас в первую очередь, что отнюдь не является

противопоставлением известному доминированию математического подхода к исследованию солитонов. Наоборот, нами была предпринята попытка сделать описание явления более объемным.

Известно, что солитоны по-настоящему проявляют себя в развитии во времени и во взаимодействиях друг с другом. Это чрезвычайно важное свойство отражено в «солитонных» уравнениях, содержащих временную зависимость. Одновременно это дает возможность математического моделирования такого рода процессов, что необходимо для идентификации и изучения солитонов.

Вместе с тем, солитоны являются наиболее устойчивыми физическими объектами, очень медленно меняющимися во времени. Поэтому мы и решили воспользоваться этой дополнительной возможностью, чтобы подробнее и внимательнее изучить «портрет» солитона. Фактически, исключив развитие во времени, мы рассматривали процессы как *стационарные*.

Принято считать, что солитоны возникают в нелинейных средах. И это во многих случаях действительно так. Однако бывают и не столь очевидные случаи.

Какие нелинейности ответственны за образование солитонов на мелкой воде? Фактически солитон сам создает эти нелинейности! Вода является однородной изотропной несжимаемой и не слишком вязкой средой. Только солитон, «организуя» особым образом взаимодействие потенциальной и кинетической энергии, делает эту среду «нелинейной». В результате эта сложная динамическая система переходит в *особое устойчивое состояние*.

Чем определяется возникновение солитона? Этот самоподдерживающийся процесс оказывается «жизнеспособным» в первую очередь потому, что он «состоятелен» с энергетической точки зрения, а *«нелинейности» порождаются самим физическим явлением и ему соответствуют*, а не наоборот. Ведь движение воды может принимать множество других форм (в том числе, вихревое движение), при которых возникают совершенно другие «нелинейности».

Описание солитона на мелкой воде с использованием аналогии со стационарным течением жидкости существенно упрощает решение задачи и дает возможность применить уравнение Бернулли, которое выражает *равенство удельной энергии, приходящейся на единицу объема жидкости, во всех точках стационарного течения. Стационарность течения поддерживается тем, что любое отклонение,*

нарушающее указанное равенство, приводит к градиенту энергии, который, в свою очередь, устраняет произошедшее отклонение.

Уравнение (40), его решение (43), а также решения для всех точек фронта одиночной волны свидетельствуют о том, что *солитон является одним из возможных вариантов стационарного состояния*. Более того, нам удалось определить условия, при которых он реализуется в неподвижной и протекающей воде. Отсюда же следует, что возможны и другие варианты стационарных состояний (с уровнем воды h_0, *H, или в виде ступенек*).

Нередко задаются вопросом, почему на мелкой воде не наблюдается солитон в виде впадины – можно сказать, антисолитон? Ведь «нелинейности» в среде те же самые! Ответ дает решение (43) уравнения (40): *вариант в виде впадины оказался нереализуемым по энергетическим соображениям*. Если взять знак минус перед квадратным корнем в (43), то получается отрицательное значение. Поэтому такая разновидность солитона и на практике не наблюдается.

Точно так же, как и в случае солитона на воде, можно задаться вопросом, какие «нелинейности» содержит в себе веревка как «среда» для распространения волнового процесса? Очевидно, что веревка как таковая такими нелинейностями не обладает. Все зависит от того, в каких условиях (например, разложена ли веревка на земле, или натянута между двумя опорами) и какие процессы инициированы в этой «среде». И только тогда возникают соответствующие нелинейности «под развивающийся процесс». То есть, одно нельзя отделять от другого. Они не существуют друг без друга! В рассмотренном нами варианте одиночной волны на веревке, *реальной физической причиной стабильности процесса было создаваемое им же монотонное уменьшение натяжения веревки от центра волны к периферии*.

Рассмотренные нами примеры сред, в которых возникают солитоны, являют собой лишь иллюстрацию общего принципа, действующего в природе: Ее Величество Энергия «изобрела» неисчислимое количество самоорганизующихся систем. Но главные из них, несомненно, принадлежат всеобъемлющей среде, которой является вакуум. И мы просто не имеем права об этом не упомянуть.

В отличие от рассмотренных выше сред, в которых два вида энергии сосуществуют и взаимодействуют благодаря «участию» гравитации, вакуум в такой «помощи» не нуждается. Вакуум обладает очень важным свойством – он может накапливать два вида энергии: электрическую (аналог потенциальной энергии) и магнитную

(аналог кинетической энергии). Взаимное превращение и взаимодействие этих двух видов энергии создало благоприятные условия для солитонов (элементарные частицы) в этой универсальной среде.

А как же быть с нелинейностью, необходимой для существования солитонов в вакууме? Ведь хорошо известно, что вакуум изотропен, является идеальным изолятором и имеет постоянные и действительные характеристики - диэлектрическую и магнитную проницаемости. Несмотря на это, солитон опять сам «нашел способ добиться» нелинейности характеристик вакуума!

Солитон «воспользовался» тем, что вращение электромагнитного поля создает специфические напряжения в вакууме и порождает отличную от нуля дивергенцию электрического поля (заряд). В свою очередь, распределение этого заряда таково, что заставляет солитон вращаться, создавая радиальный градиент скорости распространения электромагнитного поля в структуре солитона [8-10]. Так проявилось неотъемлемое свойство солитона - самоорганизация!

Интересно, что в солитонах с вращающимся электромагнитным полем (электрон и другие элементарные частицы) имеются области и с положительным зарядом, и с отрицательным зарядом. Просто заряженные частицы имеют некоторый перевес либо отрицательного, либо положительного заряда. Например, в позитроне – античастице электрона (все поля в их структурах имеют противоположные направления), положительный заряд превалирует над отрицательным зарядом, а в электроне соответственно – наоборот.

«Увидеть» все эти процессы в вакууме помогает модель Максвелла [11]. Модель оказывается намного содержательнее уравнений электромагнитного поля, полученных Максвеллом на ее основе!

Характерной чертой солитона является равное распределение его внутренней энергии между ее разновидностями (потенциальной и кинетической, электрической и магнитной). Электрон, как и любой солитон, содержит в себе поровну электрическую и магнитную энергию. Точно также – поровну он распределяет энергию между этими двумя видами, когда происходит увеличение скорости электрона и соответствующее накопление внутренней энергии. Весомым подтверждением этому является излучение фотона (имеющего равные доли электрической и

магнитной энергии) при резком торможении электрона, когда он «избавляется» от накопленной энергии.

Почему так важен для физики солитон? Он является наилучшим хранителем и «солдатом, защищающим энергию» и, в то же время, он - наилучшее ее воплощение. И это не преувеличение!

Мы видели, как солитон бережно несет в себе энергию, как стойко «борется» за свое существование, приближаясь к берегу (солитон на воде), или перемещаясь и преодолевая неровности на земле (солитон на веревке).

Не случайно солитоны теперь используют в средствах коммуникации, так как *солитоны проходят многие тысячи километров, борясь с извечными «врагами» – диссипацией и дисперсией!*

Однако ничто не может сравниться с настоящим чудом Природы, которым являются электромагнитные солитоны в вакууме [12]. Это истинные *хранители Вселенной*, так как несут и сохраняют в себе энергию *многие миллиарды лет*, предохраняя ее от расползания и размазывания по пространству, и определяют, таким образом, облик окружающего нас мира.

В частности, причиной закономерностей, описываемых теорией относительности, являются отнюдь не свойства пространства, а свойства самих солитонов, составляющих вещество. Такая точка зрения уже не просто высказывается в качестве предположения, но и находит свое отражение в теоретических исследованиях [13, 14].

Невероятная плотность энергии, заключенная в самых стойких солитонах – элементарных частицах вещества, живущих уже многие миллиарды лет, говорит о «бурном» прошлом Вселенной. Эти солитоны (также как и другие солитоны – реликтовые фотоны) являются свидетелями и непосредственными «участниками» событий той невероятно далекой эпохи.

Электромагнитный солитон в среде, описываемой моделью Максвелла, дает возможность объяснить свойства и все характеристики самой простой частицы вещества. Даже первые наброски солитонной теории электрона, сделанные мной в 1986 году, поразили меня открывающимися возможностями в описании природы, необычностью и красотой этого физического явления.

Правда, тогда я еще не знал даже слова «солитон». Когда я показал мои наброски по электрону замечательному человеку и талантливому ученому, доктору технических наук, Михаилу Борисовичу Голанту, он на удивление внимательно к этому отнесся

и сказал, что все это *очень похоже на солитон*. Только после этого я начал интересоваться этим странным, как мне казалось, явлением. Теперь я вижу, насколько велика была интуиция и научная эрудиция М. Б. Голанта. Его уже нет с нами, но многие люди, и я в их числе, с благодарностью вспоминают этого замечательного ученого и человека, участника войны.

В этой связи я не могу не вспомнить той прекрасной творческой атмосферы, которая царила в те годы в НПП «Исток» (г. Фрязино) – головном предприятии Министерства электронной промышленности СССР. Перечислить всех корифеев науки мощной научной школы этого предприятия здесь просто невозможно. Вот только несколько имен. Моим научным руководителем был В. Ф. Коваленко – изобретатель отражательного клистрона и талантливейший ученый. Самое непосредственное и деятельное участие в моей научной судьбе приняли такие замечательные ученые как Н. В. Черепнин – один из создателей технологии изготовления электронной техники, автор ряда замечательных книг в этой области; Л.А. Парышкуро – талантливый разработчик и организатор науки, Герой социалистического труда; теоретики – классики СВЧ электроники: В. П. Сазонов, Р. А. Силин, В. С. Лукошков, А. С. Победоносцев и многие другие. Ученый совет предприятия возглавлял академик Н. Д. Девятков. Естественно, что сам факт защиты диссертации (1984 г.) в таком Ученом совете был для меня величайшей ответственностью и настоящим испытанием.

Еще один замечательный энтузиаст науки, с которым мне довелось познакомиться, главный редактор научно-популярного журнала «Еретик» фонда «Потенциал» В. Г. Денисенко опубликовал в 1991 году мою статью «Загадка электрона», содержавшую солитонную версию строения электрона [15].

В заключение хотелось бы выразить надежду на то, что новые поколения как физиков, так и математиков приложат максимум усилий для дальнейшего изучения самых распространенных в природе и наиважнейших для науки солитонов – элементарных частиц вещества.

Вакуум Максвелла – это не только уравнения электродинамики, но и солитоны, образующиеся в этой удивительной среде.

Литература

1. Филиппов А.Т. Многоликий солитон. М.: Наука, Библиотечка «Квант», Вып. 48, 1986.

2. Scott Russell J. Report on waves. Rept. 14th meetings of the British Assoc. for the Advancement of Science. London: John Murray, 1844. P. 311–390.
3. Верин О.Г. Динамика вакуума и солитонная теория элементарных частиц. М. РТ-Пресс. 2002 г.
4. Korteweg D.J., de Vries G. On the change of form of long waves advancing in a rectangular channel, and on a new type of long stationary waves // Phil. Mag. 1895. Vol. 39. P. 422–443.
5. Zabusky N.J., Kruskal M.D. Interaction of «solitons» in a collisionless plasma and the reccurence of initial states // Phys. Rev. Lett. 1965. Vol. 15, № 6. P. 240–243.
6. Ньюэлл А. Солитоны в математике и физике. М.: Мир, 1989.
7. Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике.М.: «Наука», 1982.
8. Верин О.Г. Природа элементарных частиц, квантовая теория и Великое Объединение. М. Контур-М. 2005 г.
9. Верин О.Г. Энергия. Вещество и поле. М. Контур-М. 2006 г.
10. Верин О.Г. Постоянная тонкой структуры «из компьютера». http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8893.html
11. Верин О.Г. Модель Максвелла и свойства вакуума. http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8864.html
12. Кейн Г. Современная физика элементарных частиц. М.: Мир, 1989.
13. Чаварга Н.Н. Относительное движение в мире солитонов. http://ivanik3.narod.ru/Chavarga/SOLITON.doc
14. Чаварга Н.Н. Относительное движение солитонов в светоносном эфире // Вестник Ужгородского университета, серия Физика.- 2000, выпуск 7. – С. 174-194.
15. Верин О.Г. Загадка электрона. М.: «Еретик», Научно-популярный журнал фонда «Потенциал», 1991.

Серия: **ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Хизиров Ю.С.

Приливы и отливы - результат прецессии водоворотов

Аннотация

Показываются противоречия в существующих теориях приливов и отливов. Доказывается, что причиной приливов и отливов являются водовороты. Приводятся многочисленные результаты наблюдений, которые служат экспериментальным доказательством предлагаемой теории. Описывается модельный эксперимент.

Оглавление

1. Предисловие
2. Основная идея
3. Некоторые факты
4. Эксперимент
5. Противоречия в теории Лунных приливов
6. О силе Кориолиса
7. Некоторые сравнения лунной и водоворотной теорий
8. К истории вопроса
9. Волны-убийцы

Литература

Общепринятые мнения и то, что считают делом, давно решенным, чаще всего заслуживают исследования.
Лихтенберг

1. Предисловие

Для дальнейшего целесообразно напомнить читателю некоторые сведения о гироскопе. Гироскоп — это прибор, который за счёт вращения иначе реагирует на внешние силы, чем неподвижный предмет. Простейший гироскоп — юла, волчок. Раскрутив юлу на горизонтальной поверхности и наклонив поверхность, вы заметите, что юла сохраняет горизонтальное вращение. Прецессия — отклонение оси вращения под

воздействием внешних сил. Наблюдать прецессию достаточно просто. Нужно запустить волчок и подождать, пока он начнёт замедляться. Первоначально ось вращения волчка вертикальна. Затем его верхняя точка постепенно опускается и движется по расходящейся спирали. Это и есть прецессия оси волчка. Точно такой же, но слабо выраженный эффект, наблюдался при измерении скорости вращения Земли — было замечено отклонение оси вращения громадного гироскопа Фуко.

2. Основная идея

Существует строгая закономерность: там, где есть водовороты, в океанах морях и озерах, там есть приливы и отливы, а там, где нет водоворотов, там нет приливов и отливов. А водовороты обладают свойством гироскопа (юлы) - сохранять вертикальное положение оси в пространстве, независимо от вращения Земли. Если смотреть на Землю со стороны Солнца, водовороты, вращаясь вместе с Землей, опрокидываются два раза в сутки, благодаря чему ось водоворотов прецессирует (на 1-2 градуса) и отражает от себя приливную волну - солитон. В результате образуются приливы и отливы, стоячие волны и вертикальное перемещение океанических вод. Волна – убийца является результатом столкновения солитонов двух соседних водоворотов.

3. Некоторые факты

Воды Белого моря вращаются против часовой стрелки, образуя огромный водоворот, который, прецессируя, отражает приливную волну по всему периметру Белого моря. Высота этой волны достигает одного метра. А внутри этого гигантского водоворота, в устьях рек и заливов, вращаются более мелкие водовороты, вращаемые впадающими в бухты реками, и местными ветрами. Вращение водоворота в водовороте и их синхронное прецессирование, полагаю, и есть та таинственная причина аномально высоких приливов и отливов в бухтах рек и заливов Белого моря.. Ширина приливной волны зависит от диаметра водоворота, а высота приливной волны зависит от скорости вращения водоворота и скорости опрокидывания водоворота (за 12 часов). Если Белое море было бы круглым, а вместо воды вращался бы прецессирующий айсберг, то приливная волна двигалась бы вдоль берега моря, создавая два прилива и отлива в сутки. Неровные очертания берегов Белого моря и вращающиеся в бухтах рек и

заливов мелкие прецессирующие водовороты усложняют составление календаря приливов и отливов.

Аналогичная схема приливов и отливов наблюдается во всех морях, озерах и океанах. Приливную волну на реке Амазонка создает огромный планетарный водоворот диаметром несколько тысяч км, вращающийся между Южной Америкой и Северной Африкой. Он охватывает и устье реки Амазонка, а внутри этого гигантского водоворота вращаются два маленьких водоворота диаметром около 200 км, создаваемые рекой Амазонка [1].

Раз в год в дельте Северной Двины во время весеннего половодья приливы и отливы таинственно исчезают на несколько дней, а порой и на неделю, и это считается одной из загадок природы. В тоже время, рукава дельты Северной Двины заваливает валом битого льда и леса протяженностью 10-15 км и высотой 15 м. По этой причине исчезает течение воды в реке, а вместе с ней исчезает водоворот у устья реки, который, прецессируя, отражает приливную волну [2].

Утверждение о том, что приливная волна в Белое море двигается с Атлантического океана, полагаю нереальным.

Средиземное море почему то считается безприливным, но в заливе Габес, что у побережья Туниса, высота приливов доходит до трех метров, а порой и больше. И это считается одной из загадок природы. Но в тоже время в заливе Габес вращается водоворот, который, прецессируя, отражает приливную волну, что и является причиной приливов и отливов [3].

4. Эксперимент

Поскольку водовороты диаметром в несколько километров больше и тяжелее экспериментального гироскопа Фуко (см. предисловие), то и результат их вращения намного больше. Именно следствием вращения этих громадных водоворотов и являются приливы и отливы. Чтобы проверить эту идею, на глобусе, там, где находится водоворот, я закрепил вентилятор, а вместо лопастей вставил металлические шарики на пружинах. Включил вентилятор (водоворот), одновременно вращая глобус как вокруг оси, так и вокруг Солнца, и получил имитацию приливов и отливов.

Привлекательность данной гипотезы состоит в том, что она довольно убедительно проверяется закрепленным на глобусе вентилятором-водоворотом. Чувствительность гироскопа-водоворота на увеличение и колебание орбитальной скорости Земли настолько высока, что глобус приходится вращать и двигать

по орбите крайне медленно (один оборот за 5 минут). Если гироскоп-водоворот установить на глобусе у устья реки Амазонка, то, вне всякого сомнения, он покажет точную механику и календарь приливов и отливов реки Амазонка.

При вращении глобуса только вокруг оси, гироскоп-водоворот наклоняется в одну сторону и неподвижно стоит, а, если глобус двигать и по орбите, то водоворот - гороскоп начинает колебаться (прецессировать) и дает два прилива и отлива в сутки. Сомнения в наличии прецессии у водоворотов, возникающие вследствие их медленного вращения, снимаются большой скоростью опрокидывания водоворотов, что происходит за 12 часов.

Если смотреть на Землю со стороны Солнца, то можно заметить, что водовороты, которые находятся в полуночной и полуденной стороне Земли, более активны, поскольку они находятся в зоне относительного движения. А когда водоворот входит в зону заката и рассвета и становится ребром к Солнцу, то стихает. Опыт с глобусом более убедителен, чем теоретическое описание гипотезы. Дрейф водоворотов так же связан с прецессией водоворота. Направление дрейфа водоворота зависит от того, в каком полушарии находится водоворот, и от того, в какую сторону вращается водоворот вокруг своей оси [4].

5. Противоречия в теории Лунных приливов

Довольно часто самолеты двигаются в сторону Луны или против Луны, когда Солнце находится сверху. Летчики заметили бы приливную волну по расходу топлива и скорости полета. Если приливная волна двигается с востока на запад, то она должна заливать только восточные берега континентов и реки у этих берегов - особенно на экваторе. Непонятно почему приливы и отливы заливают и западные берега континентов и реки у этих берегов. В природе нет суеты, и если водовороты существуют, то у них есть назначение, и это назначение, полагаю, - вертикальное и горизонтальное перемешивание океанических вод для выравнивания температуры и содержания кислорода в мировом океане. А назначение ветровых волн – перемешивая, обогащать кислородом воду только на глубину несколько десятков метров от поверхности морей и океанов. А Лунная приливная волна, если бы и существовала, то не перемешивала бы океанические воды.

Почему каждый год и каждое десятилетие в один и тот же календарный день в устьях рек и заливов не бывает одинаковой приливной волны? Полагаю, водовороты, которые находятся в устьях рек и заливов, дрейфуют и меняют свои размеры. А если бы причиной приливной волны была притяжение Луны, то высота приливов и отливов не менялась бы тысячелетиями.

Существует мнение, что приливную волну, движущуюся с востока на запад, создает притяжение Луны, и волна заливает бухты и устья рек. Но почему устье Амазонки хорошо заливает, а побережье Порту-Алегри, которое находится южнее Амазонки, вообще не заливает, хотя Порту-Алегри по всем параметрам должно заливать больше, чем Амазонку. Полагаю, приливную волну у устья Амазонки создает один водоворот, а у побережья Порту-Алегри приливную волну создает другой водоворот, менее мощный (диаметр, высота, обороты).

6. О силе Кориолиса

Доминирующей силой вращающей водовороты, является сила Кориолиса, планетарный западный и восточный перенос атмосферы, пассаты и муссоны, местные ветра, и впадающие в моря и океаны реки. И в зависимости от сезонных изменений направления ветра, меняются параметры как водоворотов, так и приливов и отливов.

Крутые повороты рек, и повороты планетарных океанических течений также обладают свойствами гироскопа. В 1970 году, советские океанологи сообщили об эпохальном открытии, установив, что течения представляют собой медленно перемещающиеся вихри диаметром в десятки и сотни километров. Скорость движения всего вихря достигает нескольких сантиметров в секунду, но внутри вихря скорость перемещении воды в 10 раз выше.

Обнаружены вихри-циклоны (вращение против часовой стрелки) и вихри-антициклоны (вращение по часовой стрелке). Причины формирования вихрей, в океанах, пока не установлены. Гольфстрим часто разбивается на отдельные струи, некоторые струи отходят в сторону, образуют огромные завихрения, которые потом совсем отделяются от основного течения. Внутри планетарных океанических водоворотов диаметром в несколько тысяч километров, вращаются более мелкие вихри и водовороты и этот довольно сложный механизм, прецессируя, создает приливную волну.

Одним из назначений силы Кориолиса в природе является формирование водоворотов, циклонов и антициклонов. И, чтобы в полной мере проявилась сила Кориолиса, должна произойти разбалансировка линейной и угловой скорости как относительно оси Земли, так и относительно оси Солнца. Сила Кориолиса также зависит от наклона оси Земли к плоскости орбиты Земли. И без учета орбитального вращения Земли и наклона оси Земли сила Кориолиса останется в науке, как декорация, бесполезная для научно - практического применения, и как задача для развития мышления у школьников. При кажущейся простоте сила Кориолиса для восприятия крайне трудна. И объективно изучать, и анализировать её без макета Солнечной системы невозможно. Если взглянуть на карты течений Средиземного, Белого, Охотского и других морей, то можно заметить, что вода в них вращается против часовой стрелки, образуя огромный водоворот, а внутри этого водоворота вращаются более мелкие водовороты, создаваемые впадающими в бухты реками и местными ветрами. И не исключено, что причиной образования четырех приливов и отливов сутки в некоторых местах является именно вращение водоворота в водовороте. А период колебания между приливными волнами может быть от нескольких минут, до нескольких часов. Возможно, этим можно объяснить некоторые случаи, когда приливная волна останавливается на несколько минут, а потом продолжает движение (маниха). Из сотен бухт и заливов аномально высокие приливы и отливы возникают только в десятке из них, там где есть водовороты. И причиной аномально высоких приливов и отливов в Пенжинской губе Охотского моря, является не Лунная приливная волна, движущаяся с Тихого океана, с востока на запад, а затем, отражаясь, сворачивая на север, а водоворот, создаваемый рекой Пенжина, которая впадает в губу с востока на запад, и рекой Парень, которая впадает в губу чуть южней, с запада на восток. Аналогичная схема приливов и отливов наблюдается в заливе Фанди, и заливе Унгава, в Канаде, и в заливе Кука, в США. (Для сравнения, расход воды в реке Пенжина - 600, а в руке Урал - 300) В засуху и в аномально холодную зиму в Пенжинской губе, когда реки мелеют, водовороты, а вместе с ними приливы и отливы, стихают. А во время половодья приливы и отливы увеличиваются. Пенжинский водоворот, прецессируя, отталкивает от себя приливную волну как в сторону Пенжинской губы, так и в сторону Охотского моря. И через центр Пенжинского водоворота приливная волна с Охотского моря не проходит. В этом легко убедится, встав на якорь на сутки в центр водоворота. Центр

водоворота - наиболее безопасное место, чтобы вести рыболовные и буровые работы, или просто переждать штормовую погоду. Если мы проверим график приливов и отливов за предыдущие годы, например, для судоходной реки Северная Двина, то заметим, что в засушливые годы амплитуда приливов была минимальной. А в половодье и в дождливые годы, особенно, когда зима была снежной, приливы были максимальными. А во время разлива рек приливы были аномально высокими. Например, в засушливом 2010 году, 15 августа, в реке Северная Двина амплитуда приливов была в 4 раза ниже, чем в дождливое лето 15 августа 2012 года. В Пенжинской губе Охотского моря во время разлива реки Пенжина, с 5 по10 июня 2014 года приливы и отливы были в 5 раза выше, чем в засушливые месяцы.

7. Некоторые сравнения лунной и водоворотной теорий

Водоворотную гипотезу приливов, легко проверить, не выходя из дома. Приливная волна врезается в Амазонку со скоростью около 20 километров в час, высота волны составляет около пяти метров, ширина волны - десять километров. Эти параметры больше подходят для приливной волны, создаваемой прецессией водоворота. А если бы это была Лунная приливная волна, то она врезалась бы со скоростью несколько сот километров в час, а ширина волны составляла бы около тысячи километров [5]. Поверхность Земли вращается относительно Луны, со скоростью около 1500 км в час. И, если допустить, что приливной горб всегда направлен в сторону Луны, то возникающая при этом волна высотой 0,5 метров и шириной 25 км, движущаяся со сверхзвуковой скоростью, выровняла бы все континенты. А движения приливного горба с меньшей скоростью допустить не возможно, ибо тогда горб будет вращаться в сторону вращения Земли, независимо от тяготения Луны. А Лунный приливной горб, высотой даже 1 см, полагаю, для Земли - катастрофа, ибо энергия Лунной приливной волны сосредоточена не в высоте горба, а в толще и скорости воды. Одни источники сообщают, что приливная волна двигается с востока на запад относительно поверхности Земли со скоростью 1640 км в час, другие - 700 км в час, протирая дно океана. Но при этом течение западных ветров течет в противоположную сторону, с запада на восток со скоростью 5 км в час. Полагаю, что эта нестыковка, убедительно опровергает Лунную теорию приливов и отливов. Течение западных ветров, огибающее весь Земной шар с

запада на восток, приливная волна должна была бы развернуть, если бы она существовала.

Цунами и солитоны передают энергию по принципу домино, не перемещая воду относительно поверхности Земли. А Лунная волна предполагает перемещение воды относительно поверхности Земли, что противоречит законам бытия, и непременно остановило бы вращение Земли. Когда Луна висит над Атлантическим океаном, частенько приливный горб оказывается где то в Индийском или Тихом океане. Частично эту нестыковку удаётся сгладить прикладным часом - инструментом подгонки Лунной теории приливов под реальную действительность. Для водоворотной гипотезы необходимость в прикладном часе отпадает и у каждого водоворота появляется свой календарь приливов и отливов. Есть зоны в океанах, где вообще не бывают приливы и отливы (амфидромические точки [6]), хотя они находятся в зонах приливной волны. Центры всех водоворотов на Земле и есть амфидромические точки, а их на Земле сотни, как и приливных волн. И только водоворотами можно объяснить, наличие приливного горба на противоположной стороне Земли.

А вот для волны-цунами после землетрясения в Чили, пересекшего весь Тихий океан, амфидромических точек не сушествовало. Степень неоднородности гравитационного поля Земли определяется различием расстояния от центра Земли, до поверхности Земли. И, чем больше различаются эти расстояния, тем больше неоднородность гравитационного поля Земли, независимо от того, на каком расстоянии от Земли находятся Солнце или Луна.

В Лунной теории приливов и отливов довольно много пишется о разного рода взаимодействиях приливных сил и океана. И не приводится ни одного практического примера. Если бы приливные силы существовали, то на это непременно среагировали бы давление воды и воздуха, особенно во время парада планет.

Приливные силы, безусловно, есть - не может быть такого, чтобы центробежная и гравитационная силы были абсолютно уравновешены. Полагаю, что приливные силы не настолько велики, чтобы рвать на части пролетающие мимо планеты, астероиды и кометы. Иначе за миллиарды лет существования Солнечной системы, планеты пособирали бы весь этот космический мусор вместе со спутниками.

Считается, что максимальные приливы и отливы бывают в новолунии, по той причине, что Луна и Солнце воздействуют

гравитацией на Землю в одном направлении. А на самом деле в новолунии орбитальная скорость Земли бывает максимальной, а в полнолунии минимальной, что наглядно показывает опыт с глобусом. В год раз Земля максимально приближается к Солнцу. При этом максимально увеличивается и орбитальная скорость Земли и, как следствие, увеличивается высота приливов и отливов. Так же в перигелии увеличиваются гравитационная и центробежная сила, но они взаимно уравновешиваются. Существует мнение что приливные силы остановили вращение Луны и теперь она вращается синхронно. Но известных спутников более трехсот, и почему все они остановились одновременно, и куда делась сила, вращавшая спутники. Если бы приливная волна существовала, то она действительно остановила бы вращение Луны и Земли, так как на приливы и отливы расходовалась бы огромная энергия. А энергия западного переноса атмосферы, что вращает Землю, не настолько велика, чтобы и вращать, и месить Землю, подобно бетономешалке. Считается, если бы глубина океана составляла бы 20 километров, то лунная волна двигалась бы, как и положено, со скоростью 1600 км в час. Говорят что лунной волне мешает трение об мелкий океан. А что мешает воздушной приливной волне двигаться со скоростью 1600 км в час? И, если Лунная волна двигается так медленно, то почему на картинках и анимациях приливный горб всегда направлен в сторону Луны?. Представленное в [7] видео создано для демонстрации Лунной приливной волны, но здесь наблюдается довольно много нестыковок. Течение западных ветров движется с запада на восток, а на видео показано - с востока на запад. С Атлантики к Белому морю движется течение Гольфстрим с запада на восток, а Лунная приливная волна должна двигаться с востока на запад. Приливная волна в Индийском океане не может двигаться с юга на север, а затем, дойдя до центра океана, расколоться на три части. При этом одна часть волны врезается в восточный берег Африки, севернее Мадагаскара, а высокая приливная волна почему-то возникает южнее, между Африкой и Мадагаскаром.. Иногда со стороны южной Африки Лунная волна таинственно проскальзывает на север Австралии. Показано, как приливная волна с Тихого океана врезается в остров Сахалин, а затем, отражаясь, сворачивает на север, и врезается в Пенжинскую губу, создавая 12 метровый прилив, Интересно, что творится в это время на Сахалине? Водяные круги в Тихом океане вращаются против часовой стрелки – полагаю, гравитация Луны на это не способна. Представленное видео больше

подходит для водоворотной гипотезы, только вместо бегающих шариков, надо вставить водовороты, и все сходится.

Гравитационная сила между Солнцем и Землей не зависит от орбитальной скорости Земли, а центробежная сила зависит от орбитальной скорости Земли, и этот факт не может является причиной Лунных приливов и отливов. Если раскрутить айсберг размером с водоворот, то солитоны стали бы круче. Водовороты в какой то степени не дают океанам заилится.

Если пару миллиардов лет назад Земля действительно вращалась быстрее, то водовороты были более активными. Марианская впадина и Марианские острова, полагаю, результат деятельности водоворота, и, как правило, на краю всех впадин в океане располагается дуга островов, а вокруг островов вращается довольно мощный водоворот. В тех зонах морей и океанов, где функционируют водовороты, участки дна бывают не заиленными и, как правило, там ведутся археологические работы. А утверждение, что Лунная приливная волна, протирая дно океана, не дает дну заилится, полагаю нереальным. А в действительности, вследствие прецессии водоворотов происходит вертикальное перемещение океанических вод, благодаря чему дно океанов не заиливается.

Место водоворотов и атмосферных циклонов и антициклонов в науке находятся на стыке океанологии, метеорологии и небесной механики, изучающей гироскопы. Поведение атмосферных циклонов и антициклонов, полагаю, аналогичны поведению водоворотов в океанах. Есть на сегодня и непонятные вопросы в особенностях приливов. Так, в некоторых местах (Южно-Китайское море, Персидский залив, Мексиканский и Сиамский заливы) наблюдается только один прилив в день. В ряде районов Земли (например, в Индийском океане) бывает то один, то два прилива в день. На Китайском острове Сямынь иногда отливы начинаются ранним утром, иногда - поздним вечером. Иногда в течение нескольких недель вода уходит от берега к закату, а через какое-то время все меняется с точностью до наоборот. Полагаю, на эти фокусы способен только дрейфующий и меняющий свои параметры водоворот.

Календарь приливов и отливов существовал задолго до открытия приливной волны, составленный "методом тыка", как и сейчас. Как существовал и обычный календарь до Птолемея, и после Птолемея, и до Коперника, и после Коперника. На сегодняшний день, опираясь на Лунную теорию приливов, можно спрогнозировать время приливов и отливов на многие годы вперед,

по периметру морей и океанов, особенно там, где вращаются постоянные водовороты. Но не возможно спрогнозировать дальше чем на неделю амплитуду приливов и отливов в устьях рек и заливов, которая зависит от параметров водоворотов. А по водоворотной гипотезе можно спрогнозировать амплитуду приливов и отливов по количеству осадков выпадающих над бассейном реки.

В горных озерах, частично продуваемых ветрами, после длительных ветров часто возникают подводные или надводные водовороты и, как следствие, образуются приливы и отливы, волны-убийцы, сейши (оз. Байкал, оз. Верхнее). Гравитация Луны не оказывает влияния на приливы и отливы. Амплитуда приливов и отливов зависит от массы и скорости вращения водоворотов, осевой и орбитальной скорости Земли, от наклона экватора Земли, относительно орбиты Земли.

8. К истории вопроса

500 лет назад, когда формировалась идея приливов и отливов, у мыслителей не было достаточно технических средств, чтобы проверить эту идею, и о водоворотах и гироскопах, ничего не было известно. И сегодня эта идея своей простотой привлекательностью и правдоподобностью настолько укоренилась в сознании общественности и мыслителей, что отказаться от неё, будет не легко. Галилей называл теорию приливов и отливов легкомысленной, печальным возвращением в область мистических бредней и предпочитал объяснять вращением Земли. На сегодняшний день явление приливов и отливов объясняют статическая, динамическая и "современная теория о приливах". Не многовато ли трех теорий на одно явление природы? У одной теории горб движется, у другой скачет, у третьей течет, а Луна сама по себе. Чем-то напоминает "Кашу из топора".

Согласно Статической теории приливов и отливов Ньютона, приливная волна должна двигаться вместе с Луной, строго с востока на запад, со скоростью около 1500 км в час. А Динамическая теория Лапласа допускает отставание и повороты приливного горба из за трения о дно океана. Но как объяснить те факты, когда приливной горб бежит впереди Луны, с приличным прикладным часом. И каким образом Луна умудряется одновременно и отталкивать приливную волну, и притягивать приливной горб. Полагаю, ситуация не контролируется гравитацией Луны, и неоднородностью гравитационного поля.

Есть и третья теория - современная теория приливов и отливов, которая допускает трансформацию приливной волны в приливное течение с последующим разворотом на 180 градусов. Одно из таких течений течет из Атлантики в Белое море.

На сегодняшний день свойства гироскопа до конца не изучены и выразить математически движение водоворотов в Солнечной системе, полагаю, будет крайне сложно. Лунные приливы математически выражены не полностью. Сообщается, что высота горба составляет пол метра, и ни слова о количестве перемещаемой воды и средней скорости приливной волны.

9. Волны-убийцы

Стоячие волны и волны-убийцы, полагаю, результат деятельности водоворотов [8]. Причиной возникновения волн-убийц является столкновение приливных волн, двух соседних водоворотов Это можно проверить, бросив в ванну с водой одновременно два камня. При столкновении солитонов возникшая волна-убийца пенится и более крупная волна несколько протаскивает менее крупную волну. Можно создать полуметровую волну-убийцу длительностью 0,5 секунд, если два ныряльщика прыгнут "бомбочкой" в водоем с высоты 2 метра при расстоянии между ними 3 метров. Если в стакан с чаем бросить два куска сахара, то и там образуется волна убийца. Механизмы образования приливной волны в реках и волн-убийц в океанах аналогичны. И высота приливной волны в реке зависит от скорости течения воды в реке. Место возможного возникновения волн-убийц можно прогнозировать по картам водоворотов и соответственно прокладывать маршруты. Приближающуюся волну-убийцу, или цунами можно частично нейтрализовать, создав серию встречных волн торпедами или снарядами.

Если две волны не столкнутся, то они свободно будут гулять по океану - их называют солитонами. "Три сестры" - это столкновение солитона с тремя штормовыми волнами. Вращаясь вокруг Земли, Лунный горб должен был бы врезаться в Солнечный горб со скоростью 100 км в час, что породило бы волну убийцу фантастической высоты и ширины. Солитоны, распространяемые вокруг себя водоворотами, сталкиваясь с штормовыми волнами, создают волну-убийцу, и являются основной причиной крушения кораблей. И, зная график распространения солитонов водоворотами, следует соответственно выбирать время и маршрут передвижения в морях и океанах. Центр водоворота, полагаю,

наиболее безопасное место для того, чтобы переждать непогоду. Поэтому в центре водоворота желательно установить буй.

Литература

1. Водовороты Амазонки, http://img.megatorrents.kz/full/2011/4/5/4d9b36724c340.jpeg. Поверхностные течения в Атлантическом океане, http://www.youtube.com/watch?v=HcZFg6IP66g&app=desktop
2. Лоция Белого моря (карта), http://rivermaps.ru/doc/beloe/beloe-3.htm
3. Средиземное море - цифры и факты, http://proznania.ru/?page_id=2374. Водоворот в заливе Габес, http://proznaia.ru/str/2374/01_1200. Течения в морях, http://www.randewy.ru/gml/shev5.html, http://ru.m.wikipedia.org/wiki/Морские_течения. Прецессия волчка, http://ru.m.wikipedia.org/wiki/Файл:Precessing-top.gif. Огромный водоворот возле Южной Африки, http://paranormal-news.ru/news/ogromnyj_vodovorot_v_okeane_vozle_juzhnoj_afriki/2012-02-22-4376.
4. Гибкий диск, http://www.youtube.com/watch?v=YU5jJNEQvzo. Опрокидывающийся гироскоп, http://www.youtube.com/watch?v=gTA3bnMku-I. Опыт с гироскопом (дрейф водоворотов), http://www.youtube.com/watch?v=bzClw5hbgkI
5. Tides and the Moon circa 1920s Bray Studios, http://m.youtube.com/watch?v=Wkj8x24NL9Y
6. http://ru.m.wikipedia.org/wiki/Амфидромическая точка
7. Animation of the tides around the globe, http://www.youtube.com/watch?v=5zi7N06JXD4
8. http://ru.m.wikipedia.org/wiki/Стоячая_волна , http://ru.m.wikipedia.org/wiki/Волны-убийцы

Серия: **ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Хмельник С. И.

Структура постоянного тока

Аннотация

Рассматривается структура постоянного тока в проводе.

Оглавление

1. Введение
2. Математическая модель
3. Решение уравнений
4. Структура токов
5. Мощность
Приложение
Литература

1. Введение

В [1] было показано, что постоянный ток в проводе имеет сложную структуру и этим можно обосновать утверждения о том, что основной поток электромагнитной энергии

- направлен вдоль оси провода,
- распространяется вдоль оси провода,
- распространяется внутри провода,
- компенсирует тепловые потери осевой составляющей тока.

Ниже структура постоянного тока рассматривается более строго.

2. Математическая модель

Ток в проводе принято рассматривать как усредненный поток электронов. Механические взаимодействия электронов с атомами считаются эквивалентными электрическому сопротивлению.

При моделировании тока будем использовать цилиндрические координаты r, φ, z. Уравнения Максвелла для магнитных напряженностей и токов в стационарном магнитном поле имеют вид

$$\mathrm{div}(H) = 0, \tag{1}$$

$$\mathrm{rot(H)} = J, \tag{2}$$

или

$$\frac{H_r}{r}+\frac{\partial H_r}{\partial r}+\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial H_\varphi}{\partial \varphi}+\frac{\partial H_z}{\partial z}=0, \quad (3)$$

$$\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial H_z}{\partial \varphi}-\frac{\partial H_\varphi}{\partial z}=J_r, \quad (4)$$

$$\frac{\partial H_r}{\partial z}-\frac{\partial H_z}{\partial r}=J_\varphi, \quad (5)$$

$$\frac{H_\varphi}{r}+\frac{\partial H_\varphi}{\partial r}-\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial H_r}{\partial \varphi}=J_z+J_o, \quad (6)$$

Модель основана на том, что

1. основная электрическая напряженность E_o направлена вдоль оси провода,
2. она создает основной ток J_o – вертикальный поток зарядов,
3. вертикальный ток J_o формирует кольцевое магнитное поле с напряженностью H_φ и радиальное магнитное поле H_r - см. (6),
4. магнитное поле H_φ отклоняет силами Лоренца заряды вертикального потока в радиальном направлении, создавая– радиальный поток зарядов - радиальный ток J_r,
5. магнитное поле H_φ отклоняет силами Лоренца заряды радиального потока перпендикулярно радиусам, создавая вертикальный ток J_z (дополнительно к току J_o),
6. магнитное поле H_r отклоняет силами Лоренца заряды вертикального потока перпендикулярно радиусам, создавая кольцевой ток J_φ,
7. магнитное поле H_r отклоняет силами Лоренца заряды кольцевого потока вдоль радиусов, создавая вертикальный ток J_z (дополнительно к току J_o),
8. ток J_r формирует вертикальное магнитное поле H_z и кольцевое магнитное поле H_φ - см. (4),
9. ток J_φ формирует вертикальное магнитное поле H_z и радиальное магнитное поле H_r - см. (5),
10. ток J_z формирует кольцевое магнитное поле H_φ и радиальное магнитное поле H_r - см. (6),
11. токам соответствуют одноименные электрические напряженности, т.е.

$$E = \rho \cdot J\,, \tag{7}$$

где ρ - электросопротивление.

Таким образом, основной ток J_o создает дополнительные токи J_r, J_φ, J_z и магнитные поля H_r, H_φ, H_z. Они должны удовлетворять уравнениям Максвелла (3-6). Кроме того, токи должны удовлетворять условию непрерывности

$$\mathrm{div}(J) = 0\,. \tag{8}$$

Прежде всего, необходимо доказать, что решение системы (3-8) существует при ненулевых токах J_r, J_φ, J_z.

3. Решение уравнений

Из физических соображений ясно, что поле должно быть однородным вдоль вертикальной оси, т.е. должны отсутствовать производные по аргументу z, и, следовательно, уравнения (3-6, 8) должны быть переписаны в виде:

$$\frac{H_r}{r} + \frac{\partial H_r}{\partial r} + \frac{1}{r}\cdot\frac{\partial H_\varphi}{\partial \varphi} = 0\,, \tag{9}$$

$$\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial H_z}{\partial \varphi} = J_r\,, \tag{10}$$

$$-\frac{\partial H_z}{\partial r} = J_\varphi\,, \tag{11}$$

$$\frac{H_\varphi}{r} + \frac{\partial H_\varphi}{\partial r} - \frac{1}{r}\cdot\frac{\partial H_r}{\partial \varphi} = J_z + J_o\,, \tag{12}$$

$$\frac{J_r}{r} + \frac{\partial J_r}{\partial r} + \frac{1}{r}\cdot\frac{\partial J_\varphi}{\partial \varphi} = 0 \tag{13}$$

Решение системы уравнений дано в приложении 1, где показано, что при данных j_φ, h_φ определены

$$H_r = \frac{\alpha}{2} h_\varphi r \sin(\alpha\varphi)\,, \tag{14}$$

$$H_\varphi = h_\varphi r \cos(\alpha\varphi) + \frac{J_o r}{2}\,, \tag{15}$$

$$H_z = -\frac{1}{2} j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi)\,, \tag{16}$$

$$J_r = -\frac{\alpha}{2} j_\varphi r \cos(\alpha\varphi)\,, \tag{17}$$

$$J_{\varphi} = j_{\varphi} r \sin(\alpha\varphi), \tag{18}$$

$$J_z = J_o + h_{\varphi}\left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)\cos(\alpha\varphi). \tag{19}$$

4. Структура токов

На основе уравнений (17-19) рассмотрим распределение токов в объеме цилиндрического провода. Все примеры показаны при $j_{\varphi} = 1,\ h_{\varphi} = 1,\ \alpha = 10,\ R = 50$.

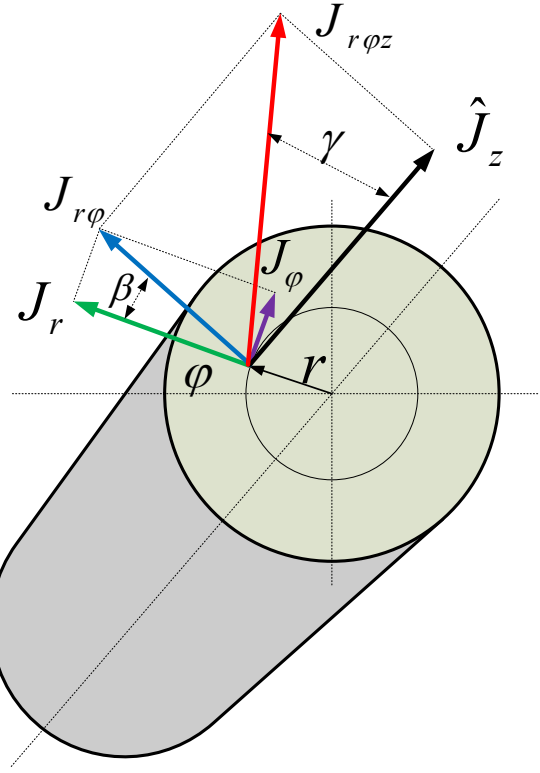
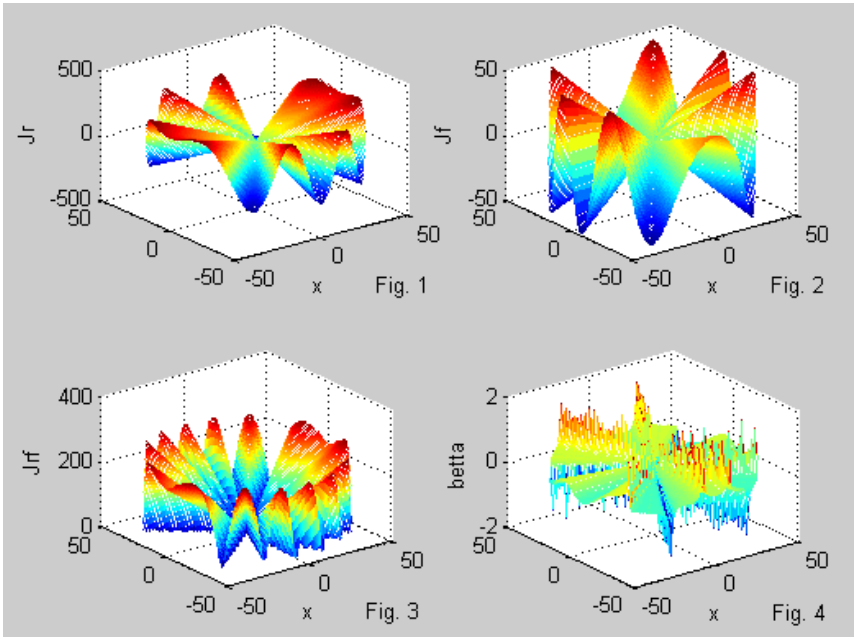


Рис. 0.

На рис. 0 показаны векторы токов J_r, J_{φ}, J_z. На этом рисунке при фиксированном значении φ показаны также вектор $J_{r\varphi}$ (равный сумме векторов J_r и J) и вектор $J_{r\varphi z}$ (равный сумме векторов $J_{r\varphi}$ и J_o). Вектор $J_{r\varphi}$ составляет с радиусом угол β. Видно, что вектор $J_{r\varphi z}$ направлен под некоторым углом γ к оси цилиндра.



На рис. 1, 2, 3, 4 показаны величины J_r, J_φ, $J_{r\varphi}$, β на плоскости сечения $(r,\ \varphi)$. На рис. 5 показаны линии токов J_r, J_φ на этой плоскости при $\alpha = 8$. Важно отметить, что на линиях тока J_r ток $J_\varphi = 0$. Видно, что непрерывность линий тока соблюдается – см. (13).

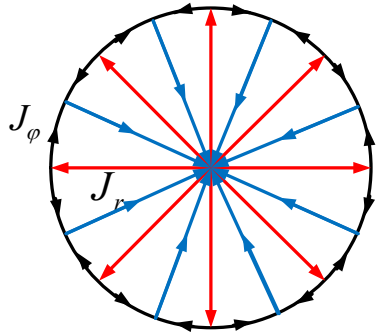


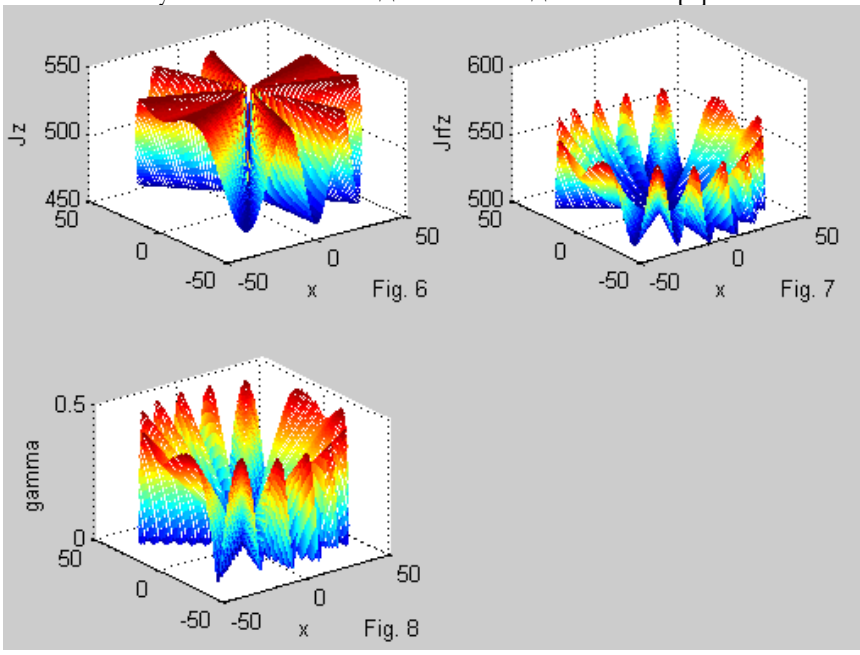
Рис. 5.

Точно так же изображаются линии напряженностей H_r, H_φ на плоскости сечения $(r,\ \varphi)$. Отличие заключается в том, что на линиях напряженностей H_r напряженность $H_\varphi = J_o r/2$ - см. (15). Видно, что непрерывность силовых линий также соблюдается – см. (9).

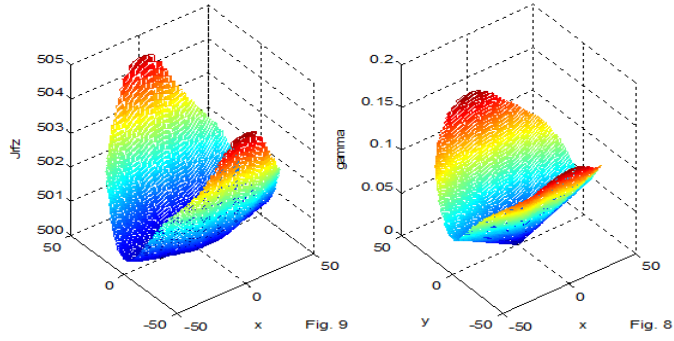
Важно отметить, что на окружности внешнего радиуса R напряженность H_φ не постоянна, определяется из (15) и имеет вид:

$$H_{\varphi R}. = h_\varphi R\cos(\alpha\varphi) + J_o R/2 \qquad (20)$$

На рис. 6 показана величина J_z на плоскости сечения $(r,\ \varphi)$. На рис. 7, 8 показаны величины $J_{r\varphi z}$, γ на плоскости сечения $(r,\ \varphi)$ при $J_o = 500$. Видно, что линии тока $J_{r\varphi z}$ всегда наклонены к оси цилиндра. Именно этот факт был основным аргументом при обосновании указанных во введении выводов статьи [1]



Заметим, что существуют случаи, когда угол γ является постоянным. Например, на рис. 9, 10 показаны величины $J_{r\varphi z}$, γ при $\alpha = 2$.



5. Мощность

Найдем плотность мощности тепловых потерь, обозначая через R - внешний радиус провода, L - длину провода, ρ - электросопротивление.

Ток J_r течет через сечение $Lr \cdot d\varphi$ на длине dr. Поэтому мощность потерь от этих токов равна следующему интегралу:

$$P_r = \rho L \int_0^R r dr \int_0^{2\pi} (J_r)^2 d\varphi = \frac{\rho L \alpha^2}{4} j_\varphi^2 \int_0^R r dr \int_0^{2\pi} (r\cos(\alpha\varphi))^2 d\varphi$$

или

$$P_r = \frac{\pi\rho\alpha^2 R^4 L}{16} j_\varphi^2. \qquad (21)$$

Ток J_φ течет через сечение $L \cdot dr$ на длине $r \cdot d\varphi$. Поэтому мощность потерь от этих токов равна следующему интегралу:

$$P_\varphi = \rho L \int_0^R r dr \int_0^{2\pi} (J_\varphi)^2 d\varphi = \rho L j_\varphi^2 \int_0^R r dr \int_0^{2\pi} (r\sin(\alpha\varphi))^2 d\varphi$$

или

$$P_\varphi = \frac{\pi\rho R^4 L}{4} j_\varphi^2. \qquad (22)$$

Ток J_z течет через сечение $r \cdot d\varphi \cdot dr$ на длине L. Поэтому мощность потерь от этих токов равна следующему интегралу:

$$P_z = \rho L \pi R^2 J_o^2 + \rho L \int_0^R r dr \int_0^{2\pi} (J_z)^2 d\varphi =$$

$$\rho L \pi R^2 J_o^2 + \rho L h_\varphi^2 \int_0^R r dr \int_0^{2\pi} \left((1 + \alpha - \alpha^2/2)\cos(\alpha\varphi)\right)^2 d\varphi =$$

$$= \rho L \pi R^2 J_o^2 + \frac{\pi R^2}{2} \rho L h_\varphi^2 (1 + \alpha - \alpha^2/2)^2$$

или

$$P_z = \rho L \pi R^2 \left(J_o^2 + \frac{1}{2} h_\varphi^2 (1 + \alpha - \alpha^2/2)^2 \right). \qquad (23)$$

Итак,

$$P = \begin{bmatrix} P_r \\ P_\varphi \\ P_z \end{bmatrix} = \pi R^2 L \rho \begin{bmatrix} P_r = \alpha^2 R^2 j_\varphi^2/16 \\ P_\varphi = R^2 j_\varphi^2/4 \\ P_z = J_o^2 + h_\varphi^2 (1 + \alpha - \alpha^2/2)^2 \end{bmatrix} \qquad (24)$$

и

$$P = P_r + P_\varphi + P_z = \pi R^2 L\rho \begin{pmatrix} j_\varphi^2 R^2 \left(1/4 + \alpha^2/16\right) + J_o^2 \\ + h_\varphi^2 \left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)^2 \end{pmatrix} \quad (25)$$

В электрических цепях постоянного тока соблюдается принцип минимума тепловых потерь. Впервые на такое свойство электрических цепей обратил внимание Максвелл [2], который обнаружил, что в цепях с сопротивлениями токи минимизируют мощность тепловых потерь. Минимум мощности (25) соблюдается при

$$\left(j_\varphi^2 R^2 \left(1/4 + \alpha^2/16\right) + h_\varphi^2 \left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)^2\right) \to \min \quad (26)$$

Отсюда следует, что

$$\sqrt{j_\varphi^2 R^2 \left(1/4 + \alpha^2/16\right)} = -\sqrt{h_\varphi^2 \left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)^2}$$

или

$$j_\varphi = h_\varphi \eta / R, \quad (27)$$

где

$$\eta = -\frac{1}{2}\left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)\sqrt{\left(4 + \alpha^2\right)}. \quad (28)$$

Подставляя (27, 28) в (25), получаем:

$$P = P_r + P_\varphi + P_z = \pi R^2 L\rho \left(J_o^2 + h_\varphi^2 \begin{pmatrix} \eta^2 \left(1/4 + \alpha^2/16\right) + \\ + \left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)^2 \end{pmatrix} \right) =$$

$$= \pi R^2 L\rho \left(J_o^2 + h_\varphi^2 \left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)^2 \left(\frac{1}{4} \frac{\left(1/4 + \alpha^2/16\right)}{4 + \alpha^2} + \right) \right)$$

$$+1$$

или

$$P \approx \pi R^2 L\rho \left(J_o^2 + h_\varphi^2 \left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)^2 \right). \quad (29)$$

Энергия, расходуемая силами Лоренца для создания дополнительных токов J_r, J_φ, J_z, доставляется основным током J_o. Следовательно, создание дополнительных токов эквивалентно увеличению сопротивления на некоторую величину $\Delta\rho$. Этот факт можно записать в следующем виде:

$$\left(\rho + \Delta\rho\right) \cdot \pi R^2 J_o^2 L = P. \quad (30)$$

Из (29, 30) следует, что

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} J_o^2 = h_\varphi^2 \left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)^2 \tag{31}$$

Пример.

Все вычисления будем выполнять в системе СИ. Найдем максимальные токи и напряженности из (14-19):

$$H_r. = \frac{\alpha}{2} h_\varphi R\,,\ H_\varphi. = h_\varphi R + \frac{J_o R}{2}\,,\ H_z = \frac{1}{2} j_\varphi R^2\,,$$

$$J_r. = \frac{\alpha}{2} j_\varphi R\,,\ J_\varphi. = j_\varphi R\,,\ J_z = h_\varphi \left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right). \tag{32}$$

Пусть в формуле (31) $\Delta\rho/\rho = 0.01$. Тогда

$$h_\varphi = \frac{0.1}{\left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)^2} J_o\,. \tag{33}$$

Пусть еще $\alpha = 2$, $R = 0.001$. Тогда из (33, 28, 27) найдем $h_\varphi \approx 0.1 J_o$, $\eta = -1.4$, $j_\varphi = -1400 h_\varphi = -140 J_o$, а из (32) найдем:

$$H_r. \approx 10^{-4} J_o\,,\ H_\varphi. \approx 7 \cdot 10^{-4} J_o\,,\ H_z \approx 7 \cdot 10^{-4} J_o\,,$$

$$J_r. = 0.14 J_o\,,\ J_\varphi. = 0.14 J_o\,,\ J_z = h_\varphi = 0.1 J_o\,. \tag{34}$$

Таким образом, существуют условия, при которых рассматриваемая структура тока возможна.

Приложение

Рассматривается решение уравнений (9-13). Из физических соображений ясно, что поле должно быть однородным вдоль вертикальной оси, т.е. должны отсутствовать производные по аргументу z, и, следовательно, уравнения (9-13) основного раздела должны быть переписаны в виде:

$$\frac{H_r}{r} + \frac{\partial H_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_\varphi}{\partial \varphi} = 0\,, \tag{1}$$

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_z}{\partial \varphi} = J_r\,, \tag{2}$$

$$-\frac{\partial H_z}{\partial r} = J_\varphi\,, \tag{3}$$

$$\frac{H_\varphi}{r} + \frac{\partial H_\varphi}{\partial r} - \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_r}{\partial \varphi} = J_z + J_o\,, \tag{4}$$

$$\frac{J_r}{r} + \frac{\partial J_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial J_\varphi}{\partial \varphi} = 0 \tag{5}$$

Предположим, что

$$H_{r.} = h_r r \sin(\alpha\varphi) \tag{6}$$

$$H_{\varphi.} = h_\varphi r \cos(\alpha\varphi) + \frac{J_o r}{2} \tag{7}$$

Из (1, 6, 7) следует:

$$\frac{h_r r \sin(\alpha\varphi)}{r} + h_r \sin(\alpha\varphi) - h_\varphi \alpha \sin(\alpha\varphi) = 0\,, \tag{8}$$

Следовательно,

$$h_r = h_\varphi \alpha / 2\,. \tag{9}$$

Из (4, 6, 7) следует:

$$\frac{h_\varphi r \cos(\alpha\varphi)}{r} + h_\varphi \alpha \cos(\alpha\varphi) - h_r \alpha \cos(\alpha\varphi) = J_z\,, \tag{10}$$

Из (9, 10) следует:

$$J_z = h_\varphi \left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)\cos(\alpha\varphi). \tag{11}$$

Предположим, далее, что

$$J_{r.} = j_r r \cos(\alpha\varphi)\,, \tag{12}$$

$$J_{\varphi.} = j_\varphi r \sin(\alpha\varphi)\,. \tag{13}$$

Из (5, 11, 12) следует:

$$\frac{j_r r \cos(\alpha\varphi)}{r} + j_r \cos(\alpha\varphi) + j_\varphi \alpha \cos(\alpha\varphi) = 0\,, \tag{14}$$

Следовательно,

$$j_r = -\, j_\varphi \alpha / 2 \tag{15}$$

Из (2, 12, 15) находим

$$\frac{\partial H_z}{\partial \varphi} = -\frac{\alpha}{2} j_r r^2 \cos(\alpha\varphi)\,, \tag{16}$$

Из (15, 16) следует, что

$$H_z = -\frac{1}{2} j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi) \tag{17}$$

Из (3, 13) находим

$$\frac{\partial H_z}{\partial r} = -j_\varphi r \sin(\alpha\varphi), \tag{18}$$

Из (18) следует, что

$$H_z = -\frac{1}{2} j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi) \tag{19}$$

Формулы (17, 19) совпадают, что свидетельствует о правильности решения.

Литература

1. Хмельник С.И. Поток электромагнитной энергии в проводнике с постоянным током, «Доклады независимых авторов», изд. «DNA», ISSN 2225—6717, Россия – Израиль, 2015, вып. 32. ISBN 978-1-312-19894-4, printed in USA, Lulu Inc., ID 16319679; http://vixra.org/pdf/1503.0048v1.pdf
2. Максвелл Кларк Д. Трактат об электричестве и магнетизме. Т. 1. М.-Л.: Гостехиздат, 1939, 321 с.
3. Хмельник С. И. Структура постоянного тока, http://vixra.org/pdf/1503.0241v4.pdf

Серия: **ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Хмельник С. И.

Структура потока электромагнитной энергии в проводе с постоянным током

Аннотация

Рассматривается структура потоков электромагнитной энергии в проводе, по которому идет постоянный ток. Показывается, что существует поток, направленный по радиусу к центру провода; поток, циркулирующий по окружности сечения провода; поток, направленный вдоль провода в направлении основного тока. Поток, направленный извне в боковую поверхность провода, отсутствует.

Оглавление

1. Введение
2. Поток электромагнитной энергии
3. Анализ результатов

Приложение – таблица размерностей

Литература

1. Введение

В [1] была описана структура постоянного тока магнитного поля в цилиндрическом проводе. Показано (на основе решения уравнений Максвелла), что в цилиндрических координатах r, φ, z напряженности магнитного поля и плотности токов определены следующим образом:

$$H_{r.} = \frac{\alpha}{2} h_\varphi r \sin(\alpha\varphi), \tag{1}$$

$$H_{\varphi.} = h_\varphi r \cos(\alpha\varphi) + \frac{J_o r}{2} \tag{2}$$

$$H_z = -\frac{1}{2} j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi), \tag{3}$$

$$J_{r.} = -\frac{\alpha}{2} j_\varphi r \cos(\alpha\varphi), \quad (4)$$

$$J_{\varphi.} = j_\varphi r \sin(\alpha\varphi), \quad (5)$$

$$J_z = J_o + h_\varphi \left(\left(1 - \alpha^2/2\right)\cos(\alpha\varphi) - \alpha \sin(\alpha\varphi) \right), \quad (6)$$

где при данных j_φ, h_φ, α - константы, а J_o – плотность тока источника напряжения – см. также приложение. Показано также, что вследствие принципа минимума тепловых потерь

$$j_\varphi = \pm h_\varphi \eta / R, \quad (7)$$

где

$$\eta = \sqrt{\left(4 + \alpha^4\right)\left(1 + \alpha^2/4\right)}. \quad (8)$$

При этом плотность мощности тепловых потерь

$$P = \pi R^2 L \rho \left(J_o^2 + h_\varphi^2 \left(1/4 + \alpha^4/16\right) \right). \quad (9)$$

Здесь R - внешний радиус провода, L - длину провода, ρ - удельное электросопротивление. Выбор знака в формуле (7) не рассматривался в [1], но будет рассмотрен ниже.

В [2] рассматривался поток электромагнитной энергии в проводнике с постоянным током. Ниже анализ структуры этого потока проводится более строго на основе найденной строго в [1] структуры постоянного тока.

2. Поток электромагнитной энергии

Плотность потока электромагнитной энергии – вектор Пойнтинга

$$S = E \times H. \quad (10)$$

Совмещая (7, 31), получаем:

$$S = \rho J \times H. \quad (11)$$

Магнитная сила Лоренца

$$F = J \times B, \quad (12)$$

Следовательно, в проводе с постоянным током магнитная сила Лоренца пропорциональна вектору Пойнтинга. Точнее,

$$F = S/(\mu\rho), \quad (13)$$

Для возникновения тока в проводнике кроме силы Лоренца должно выполняться еще одно условие: проводник должен быть замкнут. Следовательно, можно утверждать, что вектор Пойнтинга создает э.д.с. в проводнике. Этот вопрос с другой стороны рассмотрен в [3], где такая э.д.с. названа четвертым видом электромагнитной

индукции. Формально эту э.д.с. можно определить следующим образом.

Векторное произведение (11) в цилиндрических координатах имеет вид:

$$\frac{S}{\rho} = J \times H = \begin{bmatrix} J_\varphi H_z - J_z H_\varphi \\ J_z H_r - J_r H_z \\ J_r H_\varphi - J_\varphi H_r \end{bmatrix} \tag{14}$$

Найдем слагаемые в (14), используя (1-6):

$$S_{r\varphi} = H_r J_\varphi = \frac{\alpha}{2} h_\varphi r \sin(\alpha\varphi)\, j_\varphi r \sin(\alpha\varphi) = h_\varphi j_\varphi \frac{\alpha}{2} r^2 \sin^2(\alpha\varphi) \tag{15}$$

$$S_{\varphi r} = H_\varphi J_r = -\left(h_\varphi r \cos(\alpha\varphi) + \frac{J_o r}{2} \right) j_\varphi \frac{\alpha}{2} r \cos(\alpha\varphi) \tag{16}$$

$$S_{rz} = H_r J_z = \frac{\alpha}{2} h_\varphi r \sin(\alpha\varphi) \left(J_o + h_\varphi \left(\left(1 + \alpha - \alpha^2/2 \right) \cos(\alpha\varphi) \right) \right), \tag{17}$$

$$S_{zr} = H_z J_r = \frac{1}{2} j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi) \frac{\alpha}{2} j_\varphi r \cos(\alpha\varphi) = -j_\varphi^2 \frac{\alpha}{8} r^3 \sin(2\alpha\varphi), \tag{18}$$

$$S_{\varphi z} = H_\varphi J_z = \left(h_\varphi r \cos(\alpha\varphi) + \frac{J_o r}{2} \right) \left(J_o + h_\varphi \left(\left(1 + \alpha - \alpha^2/2 \right) \cos(\alpha\varphi) \right) \right), \tag{19}$$

$$S_{z\varphi} = H_z J_\varphi = -\frac{1}{2} j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi)\, j_\varphi r \sin(\alpha\varphi) = -\frac{1}{2} j_\varphi^2 r^3 \sin^2(\alpha\varphi) \tag{20}$$

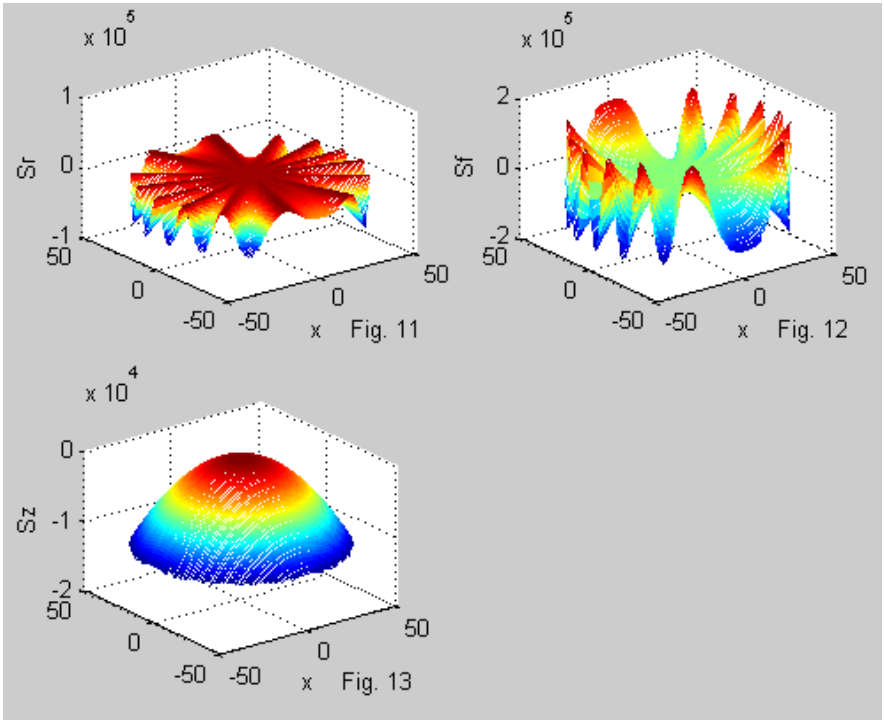
Используя (15-20), запишем проекции вектора (14):

$$S_{rfz} = \begin{bmatrix} S_r = J_\varphi H_z - J_z H_\varphi = -\frac{1}{2} j_\varphi^2 r^3 \sin^2(\alpha\varphi) - \\ \quad - \left(h_\varphi r \cos(\alpha\varphi) + \frac{J_o r}{2} \right) \bullet \left(J_o + h_\varphi \left(\left(1 + \alpha - \alpha^2/2 \right) \cos(\alpha\varphi) \right) \right) \\ S_\varphi = J_z H_r - J_r H_z = \frac{\alpha}{2} J_o h_\varphi r \sin(\alpha\varphi) + \\ \quad + \frac{\alpha}{4} h_\varphi^2 r \left(\left(1 + \alpha - \alpha^2/2 \right) \sin(2\alpha\varphi) \right) + j_\varphi^2 \frac{\alpha}{8} r^3 \sin(2\alpha\varphi) \\ S_z = J_r H_\varphi - J_\varphi H_r = -j_\varphi \frac{\alpha}{2} r \cos(\alpha\varphi) \left(h_\varphi r \cos(\alpha\varphi) + \frac{J_o r}{2} \right) - \\ \quad - h_\varphi j_\varphi \frac{\alpha}{2} r^2 \sin^2(\alpha\varphi) \end{bmatrix}$$

или

$$S_{rfz} = \begin{bmatrix} S_r = -\frac{1}{2} j_\varphi^2 r^3 \sin^2(\alpha\varphi) - \frac{J_o^2 r}{2} - J_o h_\varphi r \cos(\alpha\varphi) - \\ \quad - \frac{J_o r}{2} h_\varphi \left(\left(1 + \alpha - \frac{\alpha^2}{2} \right) \cos(\alpha\varphi) \right) - h_\varphi^2 r \left(\left(1 + \alpha - \frac{\alpha^2}{2} \right) \cos^2(\alpha\varphi) \right) \\ S_\varphi = \frac{\alpha}{2} J_o h_\varphi r \sin(\alpha\varphi) + \frac{\alpha}{8} j_\varphi^2 r^3 \sin(2\alpha\varphi) \\ \quad + \frac{\alpha}{4} h_\varphi^2 r \left(\left(1 + \alpha - \frac{\alpha^2}{2} \right) \sin(2\alpha\varphi) \right) \\ S_z = -j_\varphi h_\varphi r^2 \frac{\alpha}{2} - j_\varphi J_o r^2 \frac{\alpha}{4} \cos(\alpha\varphi) \end{bmatrix} \quad (21)$$

На рис. 11-13 показаны графики функций (21) при $\alpha = 2$.



Средняя на каждой окружности плотность потока электромагнитной энергии имеет вид (здесь верхней чертой обозначено среднее по окружности значение):

$$S_{rfz} = \begin{bmatrix} \overline{S_r} = -\dfrac{J_o^2 r}{2} - \dfrac{1}{2} j_\varphi^2 r^3 \overline{\sin^2(\alpha\varphi)} - h_\varphi^2 r \left(1 + \alpha - \dfrac{\alpha^2}{2}\right) \overline{\cos^2(\alpha\varphi)} \\ \overline{S_\varphi} = -\dfrac{\alpha^2}{2} h_\varphi^2 r \overline{\sin^2(\alpha\varphi)} \\ \overline{S_z} = -j_\varphi h_\varphi r^2 \dfrac{\alpha}{2} \end{bmatrix}$$

или

$$S_{rfz} = \begin{bmatrix} \overline{S_r} = -\dfrac{J_o^2 r}{2} - \dfrac{1}{2\sqrt{2}} j_\varphi^2 r^3 - \dfrac{h_\varphi^2 r}{\sqrt{2}} \left(1 + \alpha - \dfrac{\alpha^2}{2}\right) \\ \overline{S_\varphi} = -\dfrac{\alpha^2}{2\sqrt{2}} h_\varphi^2 r \\ \overline{S_z} = -j_\varphi h_\varphi r^2 \dfrac{\alpha}{2} \end{bmatrix} \qquad (22)$$

На рис. 14 показаны графики функций (22) при $\alpha = 2$, $R = 0.001$, $J_o = 3 \cdot 10^6$, $h_\varphi \approx 0.01 J_o$, $j_\varphi = 100 J_o$ в системе СИ – см. также [1].

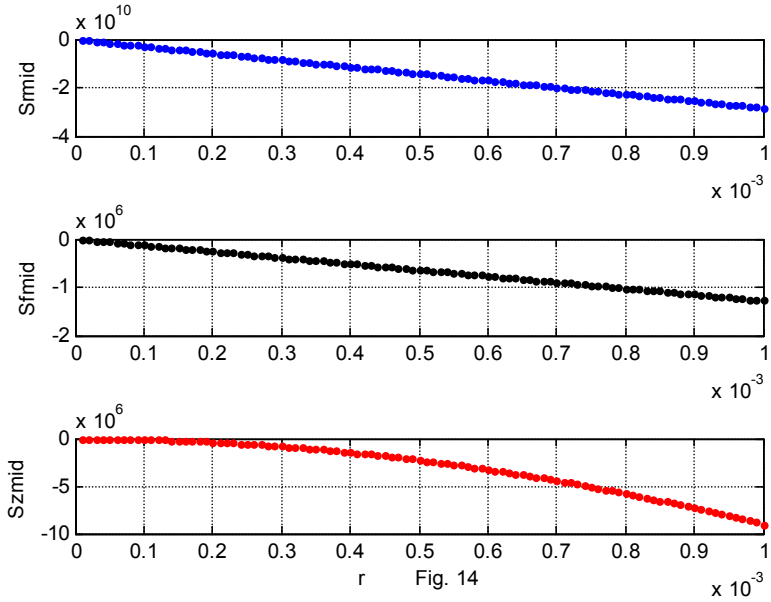


Fig. 14

3. Анализ результатов

Прежде всего, напомним, что по существующим представлениям в единицу длины провода поступает внешний поток энергии, направленный по радиусу к оси провода и имеющий величину

$$S_w = -\rho\pi R^2 J_o^2, \tag{23}$$

в точности равную мощности тепловых потерь в проводе единичной длины.

Из (22) следует, что существует средний по каждой окружности поток электромагнитной энергии S_{ro}, направленный по по радиусу к оси провода. На единице длины провода и через всю длину окружности этот поток определяется по (22):

$$\begin{aligned} S_{ro} &= 2\pi r\rho\overline{S_r} = 2\pi r\rho\left[-\frac{J_o^2 r}{2} - \frac{1}{2\sqrt{2}} j_\varphi^2 r^3 - \frac{h_\varphi^2 r}{\sqrt{2}}\left(1+\alpha-\frac{\alpha^2}{2}\right)\right] = \\ &= -\rho\pi\left[J_o^2 r^2 + \frac{1}{\sqrt{2}} j_\varphi^2 r^4 + \sqrt{2} h_\varphi^2 r^2\left(1+\alpha-\frac{\alpha^2}{2}\right)\right] \end{aligned} \tag{24}$$

На внешнем радиусе провода

$$S_{ro} = -\rho\pi\left[J_o^2 R^2 + \frac{1}{\sqrt{2}} j_\varphi^2 R^4 + \sqrt{2} h_\varphi^2 R^2\left(1+\alpha-\frac{\alpha^2}{2}\right)\right]. \tag{25}$$

Видно, что это значение превышает общепринятое значение (23), колеблется по величине вдоль окружности и, главное, является результатом внутренних токов и напряженностей, т.е. **не** поступает извне.

Существует также средний по каждой окружности поток электромагнитной энергии $S_{\varphi o}$, направленный по окружностям сечения провода. На единице длины провода этот поток определяется по (22):

$$S_{\varphi o} = \rho\overline{S_\varphi} = -\frac{\rho\alpha^2 h_\varphi^2}{2\sqrt{2}} r \tag{26}$$

Этот поток, циркулирующий по всему сечению через весь радиус, равен интегралу от (26) по r, т.е.

$$S_{\varphi o all} = -\frac{\pi\rho\alpha^2 h_\varphi^2 R^2}{2\sqrt{2}}. \tag{27}$$

Существует также поток электромагнитной энергии S_{zo}, направленный вдоль оси провода. Это предсказывалось в [1]. На единице длины провода этот поток определяется по (22):

$$S_{zo} = \rho\overline{S_z} = -\frac{\alpha}{2}\rho j_\varphi h_\varphi r^2 \quad (28)$$

Этот поток через все сечение равен интегралу от (28) по r, т.е.

$$S_{zoall} = -\frac{\rho\alpha j_\varphi h_\varphi R^3}{6} \quad (29)$$

При выборе положительного знака в формуле (7), т.е. в том случае, если $j_\varphi < 0$ ток циркулирует по часовой стрелке, этот поток (29) направлен в сторону основного тока J_o. Учитывая (7, 29), получаем поток в каждом сечении провода:

$$S_{zoall} = \frac{\rho\alpha\eta h_\varphi^2 R^4}{6} \quad (30)$$

Итак, в проводе циркулируют потоки S_{ro}, $S_{\varphi oall}, S_{zoall}$. Они являются внутренними. Они порождаются токами и магнитными напряженностями, создаваемые этими токами. В свою очередь, эти потоки возбуждают токи, как силы Лоренца. При этом энергия потоков расходуется на тепловые потери токов.

Вдоль провода идет поток S_{zoall}, величина которого остается неизменной на всей длине провода.

Приложение – таблица размерностей

Величина	Размерность в СИ
ρ (удельное сопротивление)	Om*m
J (плотность тока)	A/m^2
j_φ	A/m^3
H (магнитная напряженность)	A/m
h_φ	A/m^2
P (плотность мощности)	Om*A^2/m^2
S (плотность потока электромагнитной энергии)	Om*A^2/m^2
S_w, S_{ro}, S_{foall}	Om*A^2/m^2
S_r, S_f, S_z	A^2/m^3
S_{fo}, S_{zo}	Om*A^2/m^3
S_{zoall}	Om*A^2

Литература

1. Хмельник С.И. Структура постоянного тока, данный выпуск.
2. Хмельник С.И. Поток электромагнитной энергии в проводнике с постоянным током, «Доклады независимых авторов», изд. «DNA», ISSN 2225—6717, Россия – Израиль, 2015, вып. 32. ISBN 978-1-312-19894-4, printed in USA, Lulu Inc., ID 16319679; http://vixra.org/pdf/1503.0048v1.pdf
3. Хмельник С.И. Четвертая электромагнитная индукция, «Доклады независимых авторов», изд. «DNA», ISSN 2225—6717, Россия – Израиль, 2015, вып. 31. ISBN 978-1-312-90496-5, printed in USA, Lulu Inc., ID 16318950; http://vixra.org/pdf/1412.0214v3.pdf
4. Хмельник С. И. Структура потока электромагнитной энергии в проводе с постоянным током, http://vixra.org/pdf/1504.0061v1.pdf

Серия: **ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Хмельник С. И.

Математическая модель электрического торнадо

Аннотация

Предполагается, что существование торнадо обеспечивается множеством внутренних молний. Строится математическая модель торнадо, показывается структура электромагнитного поля и электротоков в торнадо. Далее показывается (как следствие этой модели), что в торнадо может циркулировать поток электромагнитной энергии и таким образом может сохраняться энергия, полученная торнадо при электрических разрядах. Показываются причины устойчивости формы и вертикального положения торнадо, а также причины движения, колебания и расширения торнадо.

Оглавление

1. Введение
2. Математическая модель
3. Потоки энергии
4. Потоки энергии и устойчивость формы
5. Энергия торнадо
6. Движение торнадо
7. Вертикальная устойчивость
8. Количественные оценки
9. Высокочастотные разряды
10. Выводы

Литература

1. Введение

В торнадо представляется наиболее удивительным тот факт, что оно сохраняет свою странную форму в течение длительного времени при движении с большими скоростями. Внутренние потоки твердых частиц и воздуха могут только потреблять энергию

(на трение), а перепады давления создаются этими потоками и потому не могут быть источниками энергии.

Можно предположить, что энергия, получаемая торнадо при разрядах внутренних молний, некоторое время сохраняется. Более того, можно предположить, что именно потоки внутренней энергии придают устойчивость весьма неустойчивой форме торнадо и заставляют торнадо двигаться. Основанием для такого предположения служит приведенное в [1] обоснование устойчивости шаровой молнии тем, что в ней циркулируют потоки ее внутренней энергии.

Существуют различные математические модели торнадо (см., например, [2-6]), но на их основе автору не удается рассмотреть внутреннюю энергетику торнадо. Поэтому ниже рассматривается иная модель. Она является упрощенной, но позволяет сформировать качественную картину "внутреннего устройства" торнадо.

2. Математическая модель

Модель основана на следующих предположениях. Торнадо состоит из заряженных частиц (что подтверждается известными наблюдениями [5]). Движение этих частиц уподобляется электрическим токам. Внутренние молнии в торнадо можно отождествить с отрезками провода, по которому течет ток. Механические взаимодействия указанных частиц считаются эквивалентными электрическому сопротивлению. Рассматривается только движение, при котором ускорениями, вызванными механическим взаимодействием можно пренебречь.

Подобная модель рассмотрена в [7-9] для описания процесса распространения тока и электромагнитной энергии по проводу. В сущности, эта модель предполагает, что электроны в проводе движутся не только вдоль оси провода, но и по радиусам и окружностям. Последние траектории определяются силами Лоренца, возникающими между электронами, движущимися в суммарном магнитном поле всех движущихся электронов. Такая модель позволила математически обосновать утверждение о том, что потоки электромагнитной энергии также движутся вдоль провода, по радиусам, по окружностям.

В [8] была описана структура постоянного тока магнитного поля в цилиндрическом проводе. Показано (на основе решения уравнений Максвелла), что в цилиндрических координатах r, φ, z

напряженности магнитного поля H и плотности токов J определены следующим образом:

$$H_{r.} = \frac{\alpha}{2} h_\varphi r \sin(\alpha\varphi), \quad (1)$$

$$H_{\varphi.} = h_\varphi r \cos(\alpha\varphi) + \frac{J_o r}{2} \quad (2)$$

$$H_z = -\frac{1}{2} j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi), \quad (3)$$

$$J_{r.} = -\frac{\alpha}{2} j_\varphi r \cos(\alpha\varphi), \quad (4)$$

$$J_{\varphi.} = j_\varphi r \sin(\alpha\varphi), \quad (5)$$

$$J_z = J_o + h_\varphi \left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)\cos(\alpha\varphi), \quad (6)$$

$$j_\varphi = -h_\varphi \eta / R, \quad (7)$$

$$\eta = -\frac{1}{2}\left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)\sqrt{\left(4 + \alpha^2\right)}. \quad (8)$$

Здесь h_φ - константа, α - целое число, константа, J_o – плотность основного тока вдоль оси, R **-** внешний радиус провода, L - длина провода, ρ - удельное электросопротивление.

В [9] была описана структура потоков электромагнитной энергии постоянного тока магнитного поля в цилиндрическом проводе с постоянным током. Показано, что плотность потока электромагнитной энергии

$$S = \rho J \times H. \quad (11)$$

Магнитная сила Лоренца

$$F = J \times B, \quad (12)$$

Следовательно, в проводе с постоянным током магнитная сила Лоренца пропорциональна вектору Пойнтинга. Точнее,

$$F = S/(\mu\rho). \quad (13)$$

Векторное произведение (11) в цилиндрических координатах имеет вид:

$$\frac{S}{\rho} = J \times H = \begin{bmatrix} S_r \\ S_\varphi \\ S_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_\varphi H_z - J_z H_\varphi \\ J_z H_r - J_r H_z \\ J_r H_\varphi - J_\varphi H_r \end{bmatrix} \quad (14)$$

4. Потоки энергии и устойчивость формы

4.1. В каждой точке цилиндрической поверхности существует два потока электромагнитной энергии, направленных по радиусу, с плотностями

$$S_{r1} = \rho J_\varphi H_z, \;\; S_{r2} = -\rho J_z H_\varphi \qquad (15)$$

- см. рис 2. Суммарная плотность потока в каждой точке цилиндрической поверхности, направленного по радиусу,

$$S_r = S_{r1} + S_{r2} = \rho\left(J_\varphi H_z - J_z H_\varphi\right) \qquad (16)$$

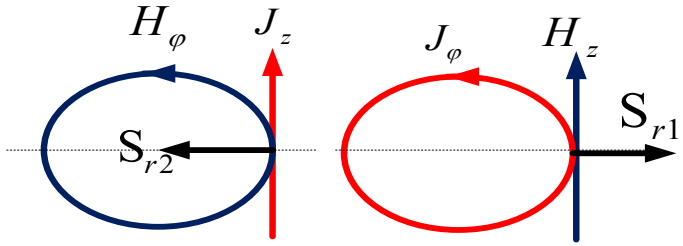


Рис. 2.

4.2. В каждой точке сечения цилиндра существует два потока электромагнитной энергии, направленных вертикально, с плотностями

$$S_{z1} = -\rho J_\varphi H_r, \;\; S_{z2} = \rho J_r H_\varphi \qquad (17)$$

- см. рис 3. Суммарная плотность потока в каждой точке сечения цилиндра, направленного по вертикали,

$$S_z = S_{z1} + S_{z2} = \rho\left(J_r H_\varphi - J_\varphi H_r\right) \qquad (18)$$

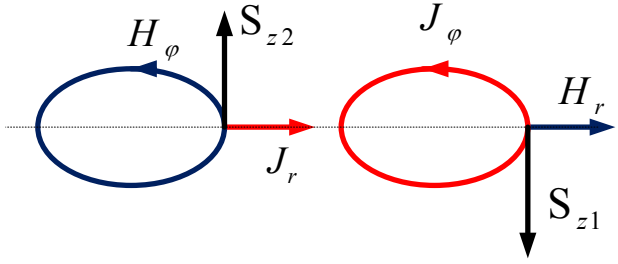


Рис. 3.

4.3. В каждой точке сечения цилиндра существует два потока электромагнитной энергии, направленных по окружности, с плотностями

$$S_{\varphi 1} = \rho J_z H_r, \;\; S_{\varphi 2} = -\rho J_r H_z, \tag{19}$$

- см. рис 4. Суммарная плотность потока в каждой точке цилиндрической поверхности, направленного по окружности,

$$S_\varphi = S_{\varphi 1} + S_{\varphi 2} = \rho\left(J_z H_r - J_r H_z\right) \tag{20}$$

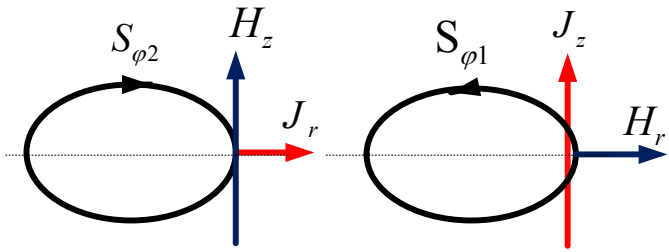


Рис. 4.

Плотности потоков в функции от радиуса r имеют вид:

$$S_{rfz} = \begin{bmatrix} \overline{S_r} = -\dfrac{J_o^2 r}{2} - \dfrac{1}{2\sqrt{2}} j_\varphi^2 r^3 - \dfrac{h_\varphi^2 r}{\sqrt{2}}\left(1 - \dfrac{\alpha^2}{2}\right) \\ \overline{S_\varphi} = -\dfrac{\alpha^2}{2\sqrt{2}} h_\varphi^2 r \\ \overline{S_z} = -j_\varphi h_\varphi r^2 \dfrac{\alpha}{2} \end{bmatrix} \tag{21}$$

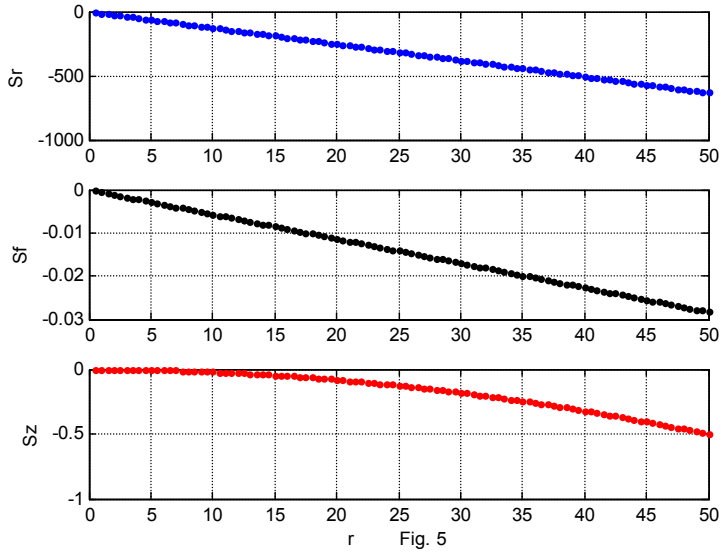


Fig. 5

На рис. 5 показаны графики функций Sr, Sf, Sz из (21). Расчет выполнен при $R = 50$, $J_o = 2$, $\alpha = 2$, $h_\varphi \approx 0.01 J_o$, $j_\varphi = 0.5 h_\varphi$. Выбор этих значений обоснован ниже в разделе 7. Здесь и далее все расчеты выполнены в системе СИ.

Поток энергии отсутствует вне тела торнадо. Внутри тела он направлен

- по радиусу от периферии к центру - S_r;
- по окружности - S_f;
- по вертикали - S_z; направление этого потока зависит от направления тока (по или против часовой стрелки); в нашей модели это направление не определено.

Наибольшую величину имеет поток S_r. В дальнейшем мы будем пользоваться оценкой плотности потока, равной средней плотности S_r, т.е.

$$S_{mid} = \frac{\rho}{R}\int_0^R \overline{S_r} dr = \frac{1}{R}\int_0^R \left(\frac{J_o^2 r}{2} + \frac{1}{2\sqrt{2}} j_\varphi^2 r^3 + \frac{h_\varphi^2 r}{\sqrt{2}}\left(1 - \frac{\alpha^2}{2}\right)\right) dr$$

или

$$S_{mid} = \rho\left(\frac{J_o^2 R}{4} + \frac{j_\varphi^2 R^3}{8\sqrt{2}} + \frac{h_\varphi^2 R}{2\sqrt{2}}\left(1 - \frac{\alpha^2}{2}\right)\right) \qquad (22)$$

Примем, что $\alpha = 2$. Тогда (как показано в [8]) $h_\varphi \approx 0.01 J_o$, и (как следует из (7, 8)) $j_\varphi = 10\, h_\varphi / R$. Подставляя эти значения в (22), получаем:

$$S_{mid} = \rho\left(\frac{J_o^2 R}{4} + \frac{100 h_\varphi^2 R}{8\sqrt{2}} - \frac{h_\varphi^2 R}{2\sqrt{2}}\right) =$$
$$= \rho J_o^2 R\left(\frac{1}{4} + \frac{0.01}{8\sqrt{2}} - \frac{0.0001}{2\sqrt{2}}\right) \approx 0.25 \rho J_o^2 R \qquad (23)$$

Полагая, что поток с этой плотностью проходит через площадь $R \cdot L$, находим средний внутренний поток энергии в теле торнадо:

$$\overline{S_{mid}} \approx 0.25 \rho J_o^2 R^2 L \qquad (24)$$

Внутренний поток энергии обеспечивает сохранение формы торнадо, ибо изменение его формы требует притока внешней энергии [1].

5. Энергия торнадо

При известном внутреннем потоке энергии торнадо энергию цилиндрического неподвижного торнадо можно рассчитать по формуле

$$W = \frac{1}{c}\int_V S_{mid} \cdot dV = \frac{\rho J_o^2 R}{4c} \cdot \pi R^2 L = \frac{\rho \pi J_o^2 R^3 L}{4c}, \qquad (25)$$

где c – скорость света, V - объем тела торнадо.

6. Движение торнадо

Траектория движения торнадо плохо предсказуема. Кроме того, "хобот" торнадо – совсем не идеальный цилиндр и во время движения меняет свою линию. В целом можно сказать, что торнадо совершает хаотические движения. Для того, чтобы показать, что движение торнадо совершается за счет внутренней энергии (а не за счет силы ветра) снова обратимся к рассмотрению внутреннего потока электромагнитной энергии.

Известно, что поток электромагнитной энергии обладает импульсом. При симметричном распределении радиального потока энергии соответствующий ему импульс равен нулю, поскольку импульсы отдельных объемов потока компенсируют друг друга. Если же осевая симметрия цилиндра нарушена, то возникает нескомпенсированный импульс радиального потока – радиальный импульс. Известно, что плотность потока электромагнитной энергии S и плотность импульса поля p связаны соотношением

$$p = S/c^2, \qquad (26)$$

где c – скорость света. Следовательно, плотность нескомпенсированного радиального импульса

$$p_r = \xi S_{mid}/c^2, \qquad (27)$$

где $\xi < 1$ – коэффициент, характеризующий нарушение симметрии цилиндра. Радиальный импульс поля

$$P_r = p_r V = \xi \pi R^2 L S_{mid}/c^2, \qquad (28)$$

В соответствии с законом сохранения импульса равный ему импульс действует на объем тела торнадо в противоположном направлении. Этот радиальный импульс приводит к искажению формы "хобота" и движению торнадо в целом. При увеличении внутренней энергии и, следовательно, увеличении внутреннего потока энергии и импульса указанный радиальный импульс расширяет объем тела торнадо.

7. Вертикальная устойчивость

В теле торнадо существует также поток энергии вдоль вертикальной оси, направленный вниз. Ему соответствует импульс электромагнитного поля, также направленный вниз. В соответствии с законом сохранения импульса равный ему импульс действует на объем тела торнадо в противоположном направлении, т.е. вверх. Этот импульс поддерживает торнадо в вертикальном положении. Плотность вертикального импульса поля может быть определена по формуле

$$p_z = S_{zmid} / c^2 , \tag{29}$$

где S_{zmid} - среднее значение плотности вертикального потока энергии. Вертикальный импульс поля

$$P_z = p_z V = \pi R^2 L S_{zmid} / c^2 , \tag{30}$$

Среднее значение S_{zmid} определим аналогично предыдущему. Найдем оценку плотности вертикального потока, равной средней плотности S_z, т.е.

$$S_{zmid} = \frac{\rho}{R}\int_0^R \overline{S_z} dr = \frac{1}{R}\int_0^R \left(j_\varphi h_\varphi r^2 \frac{\alpha}{2} \right) dr \tag{31}$$

или

$$S_{zmid} = \frac{\rho \alpha j_\varphi h_\varphi R^2}{6} \tag{32}$$

Примем, как и выше, что $\alpha = 2$, $h_\varphi \approx 0.01 J_o$, $j_\varphi = 10 h_\varphi / R$. Подставляя эти значения в (32), получаем:

$$S_{zmid} = \frac{\rho \cdot 2 \cdot 10 \cdot h_\varphi^2 R}{6} = 0.0033 \rho J_o^2 R \tag{33}$$

Поток с этой плотностью проходит через площадь πR^2, поэтому средний вертикальный поток энергии в теле торнадо

$$\overline{S_{zmid}} = 0.01 \rho J_o^2 R^3 \tag{34}$$

8. Количественные оценки

Прежде всего, необходимо оценить силу тока и размеры токопроводящего канала торнадо. Четких оценок не существует. Ниже мы остановимся на следующих величинах: $R = 0.05 m$,

$L = 1000m$, $\rho = 1000\ Om \cdot m$, ток - 200 тысяч ампер и, следовательно, $J_o = 2 \cdot 10^5 / \pi R^2 \approx 25 A/m^2$.

Найдем, как в [8] при $\alpha = 2$, $h_\varphi \approx 0.01 J_o$, $j_\varphi = -10 h_\varphi / R$, максимальные токи и напряженности из (1-8):

$$H_{r\cdot} = \pm h_\varphi R,\ H_{\varphi\cdot} = \frac{J_o R}{2} + H_{\varphi \mathrm{var}},\ H_{\varphi \mathrm{var}} = \pm h_\varphi R,\ H_z = \pm \frac{1}{2} j_\varphi R^2, \quad (35)$$

$$J_{r\cdot} = \pm j_\varphi R,\ J_{\varphi\cdot} = \pm j_\varphi R,\ J_z = J_o + J_{z \mathrm{var}},\ J_{z \mathrm{var}} \pm 2 h_\varphi. \quad (36)$$

Электромагнитную энергию и импульсы будем вычислять по вышеприведенным формулам. Перечисленные данные и найденные величины сведены в табл. 1

Таблица 1.

Формула	**Величина**	**Размерность**	**Номер формулы**
R	0.05	м	дано
L	1000	м	дано
J	2*10^5	А	дано
J_o	25*10^6	А/м^2	дано
ρ	1000	Ом*м	дано
$h_\varphi \approx 0.01 J_o$	25*10^4	А/м^2	дано
$j_\varphi = -10 h_\varphi / R$	5*10^7	А/м^3	дано
$H_{r\cdot} = \pm h_\varphi R$	10^4	А/м	(35)
$H_{\varphi\cdot} = \frac{J_o R}{2}$	6*10^5	А/м	(35)
$H_{\varphi \mathrm{var}} = \pm h_\varphi R$	10^4	А/м	(35)
$H_z = \pm \frac{1}{2} j_\varphi R^2$	6*10^4	А/м	(35)
$J_{r\cdot} = \pm j_\varphi R$	2*10^6	А/м^2	(36)
$J_{\varphi\cdot} = \pm j_\varphi R$	2*10^6	А/м^2	(36)
$J_{z \mathrm{var}} \pm 2 h_\varphi$	5*10^5	А/м^2	(36)
$S_{mid} \approx 0.25 \rho J_o^2 R$	8^15	кг·с$^{-3}$	(23)
$\overline{S_{mid}} \approx 0.25 \rho J_o^2 R^2 L$	4*10^17	Дж/с = кг·м^2·с$^{-3}$	(24)

$W = \frac{\rho\pi J_o^2 R^3 L}{4c}$	2^8	Дж= кг·м^2·с$^{-2}$	(25)
$P_r = 0.15\pi R^2 L S_{mid}/c^2$	0.1	кг*м/с	(28)
$S_{zmid} = 0.0033\rho J_o^2 R$	10^14	кг·с$^{-3}$	(33)
$\overline{S_{zmid}} = 0.01\rho J_o^2 R^3$	8*10^11	Дж/с = кг·м^2·с$^{-3}$	(34)
$P_z = \pi R^2 L S_{zmid}/c^2$	0.01	кг*м/с	(30)
$P = 10^{-5}\rho J_o^2 R^3$	8*10^8	Дж/с = кг·м^2·с$^{-3}$	(37)
$T = \frac{\pi L}{4\cdot 10^{-5} c}$	0.3	с	(38)

9. Высокочастотные разряды

Все оценки получены для постоянного тока. Реально в торнадо происходят высокочастотные (с частотой $f \approx 10^6$) разряды с некоторым периодом. При этом все оценки магнитных напряженностей, потоков, импульсов и энергии надо увеличить в $2\pi f$ раз.

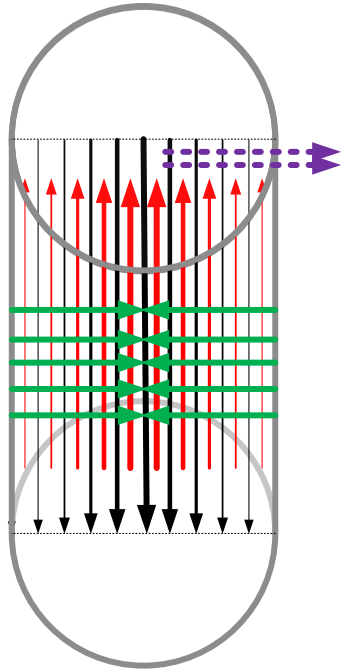


Рис. 6.

Поток энергии, возникший при разряде, сохраняется и продолжает циркулировать в теле торнадо. При этом токи отсутствуют. Как следует из вышеизложенного, поток энергии циркулирует по сечению "хобота" торнадо и вниз по "хоботу".

На рис. 6 в цилиндрическом теле торнадо условно показаны поток энергии $\overline{S_{zmid}}$ (вертикальные стрелки, направленные вниз), поток энергии $\overline{S_{mid}}$ (горизонтальные стрелки), вертикальный импульс P_z вещества торнадо (вертикальные стрелки, направленные вверх), горизонтальный импульс P_r вещества торнадо (горизонтальная пунктирная стрелка).

Энергия потока, направленного вниз, расходуется на поддержание вертикального положения "хобота". Как следует из вышеизложенного (см. рис. 5) поток энергии, направленный вниз, составляет примерно 0.001 от общего потока. Это означает, что электромагнитная энергия, полученная при разряде, расходуется с мощностью – см. (34):

$$P = 0.001\overline{S_{zmid}} = 10^{-5}\rho J_o^2 R^3 . \qquad (37)$$

Из (37, 25) можно найти время существования "хобота" без постоянной энергетической "подпитки" электрическими разрядами:

$$T = \frac{W}{P} = \frac{\rho\pi J_o^2 R^3 L}{10^{-5}\rho J_o^2 R^3 4c} \approx \frac{\pi L}{4\cdot 10^{-5} c} \qquad (38)$$

- см. табл. 1. Важно отметить, что в этом расчете времени **не** учитывается то, что в теле торнадо может одновременно существовать несколько разрядов.

10. Выводы

Показано, что в электрическом торнадо существуют потоки электромагнитной энергии и соответствующие им потоки электромагнитного импульса. Потоки электромагнитной энергии сохраняют цилиндрическую форму торнадо. Потоки электромагнитного импульса передаются веществу тела торнадо, что объясняет вертикальность "хвоста", его колебания, хаотическую траекторию движения торнадо в целом, расширение тела торнадо при увеличении внутренней энергии.

Литература

1. Хмельник С.И. Математическая модель шаровой молнии, данный выпуск
2. Wen Y. K. Dynamic tornado wind loads on tall buildins / Wen Y. K. // Journ. Of Struct. Div., Proc. ASCE, 1975, STI, p.169.
3. Власов А.А. О вибрационных свойствах электронного газа, Журнал экспериментальной и теоретической физики, 1938, Т. 8 (3), http://ufn.ru/ufn67/ufn67_11/Russian/r6711f.pdf, https://ru.wikipedia.org/wiki/Уравнение_Власова
4. Руткевич П.Б., Руткевич П.П. Аксиально-симметричная модель неустойчивости типа торнадо, http://d33.infospace.ru/d33_conf/2011v8n4/76-82.pdf
5. Смерчи и торнадо, http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/fizika/smerchi_i_tornado.html?page=0,3
6. Моделирование «глаз» циклонов, торнадо-смерчей, течений мирового океана, http://old.msun.ru/vector/Konuhov_ATR/Glaz_ciklona.htm
7. Хмельник С.И. Поток электромагнитной энергии в проводнике с постоянным током, «Доклады независимых авторов», изд. «DNA», ISSN 2225—6717, Россия – Израиль, 2015, вып. 32. ISBN 978—1-312-19894-4, printed in USA, Lulu Inc., ID 16319679; http://vixra.org/pdf/1503.0048v1.pdf
8. Хмельник С.И. Структура постоянного тока, данный выпуск.
9. Хмельник С.И. Структура потока электромагнитной энергии в проводе с постоянным током, данный выпуск.
10. Хмельник С.И. Математическая модель электрического торнадо, http://vixra.org/pdf/1504.0088v1.pdf

Серия: **ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Хмельник С. И.

Математическая модель песчаного вихря

Аннотация

Рассматривается вопрос об источнике энергии в песчаном вихре. Атмосферные явления не могут быть единственным источником энергии, поскольку такие вихри существуют и на Марсе, где атмосфера отсутствует. Ниже показывается, что источником энергии для песчаного вихря является энергия гравитационного поля. Предлагается математическая модель песчаного вихря, в которой используется система максвеллоподобных уравнений гравитации. Объясняются некоторые свойства песчаного вихря - сохранение цилиндрической вертикальной формы вихря, движение вихря в целом.

Оглавление

1. Введение
2. Математическая модель
3. Потоки энергии
4. Вертикальная устойчивость
5. Движение вихря

Приложение

Литература

1. Введение

Широко известен пыльный вихрь, который представляет собой почти вертикальный столб пыли – см. рис. 1.

Такой вихрь имеет вертикальную ось вращения, высоту - несколько десятков метров, диаметр – несколько метров, время существования - несколько десятков секунд [1]. Существуют и подобные ему явления – водяной, воздушный, пепловый вихри. Причинами возникновения принято считать различные атмосферные явления (ветер, нагрев атмосферы). Однако само существование песчаного вихря - сохранение формы и движение

трудно объяснить теми же причинами. Кроме того, существуют и движутся такие вихри и на Марсе, где атмосфера отсутствует – см. рис. 2 [1]. Поэтому при объяснении таких вихрей главным является вопрос об источнике энергии.

Рис. 1.

Рис. 2.

Есть и намного более мощные явления, родственные песчаному вихрю – песчаные цунами – см. рис. 2а и рис. 2в. Кажется неубедительным существующее представление о том, что причиной движения этой махины является ветер и нелинейность среды. Создается впечатление, что внутри этого "устройства" есть собственный двигатель, а сопротивление среды – лишь катализатор, сила, которая давит на педаль газа.

Рис. 2а.

Рис. 2в

Ниже предлагается математическая модель песчаного вихря, в которой используется система максвеллоподобных уравнений гравитации. Показывается, что источником энергии для песчаного вихря является энергия гравитационного поля - см. приложение. Во всяком случае, на Марсе трудно обнаружить другой источник энергии.

Модель основана на следующих предположениях. Песчаный вихрь состоит из материальных частиц - песчинок. Движение этих частиц уподобляется массовым токам. Массовые токи в гравитационном поле описываются максвеллоподобными уравнениями гравитации [2] (далее – МПГ-уравнениями). Взаимодействие между движущимися массами описывается гравитомагнитными силами Лоренца (далее ГЛ-силы), аналогичными силам Лоренца в электродинамике, действующими между движущимися электрическими зарядами.

Токи, возникающие в вихре, циркулируют (как показано ниже) по сечению вихря и по вертикали (вверх, вниз). Кинетическая энергия такой циркуляции расходуется на потери от столкновений песчинок. Она поступает от гравитирующего тела. Потенциальная энергия вихря не изменяется и, следовательно, не расходуется. Т.е. в этом случае нет преобразования потенциальной энергии в кинетическую и обратно. Однако гравитирующее тело расходует свою энергию на создание и поддержание массовых токов - см. приложение.

Поддержка вихря в вертикальном положении объясняется следующим образом. Из аналогии между уравнениями Максвелла и МПГ следует, что может существовать поток S гравитационной энергии. Такой поток может существовать и **не** изменяться во времени. Вместе с потоком существует гравитационный импульс. Если тело находится в потоке гравитационной энергии (и этот поток **не** изменяется во времени), то на тело действует противоположно направленная потоку S сила F=S\c где c – скорость света. Это следует из закона сохранения импульса. Еще раз подчеркнем, что это – полная аналогия между гравитационным и электромагнитным полем. Для электромагнитного поля эти соотношения рассмотрены в [3, 4].

В теле вихря вместе с постоянными массовыми токами существует (как показано ниже) постоянный во времени поток гравитационной энергии. Он направлен вниз. В соответствии с вышесказанным на тело вихря действует сила, направленная вверх и удерживающая тело вихря в вертикальном положении.

2. Математическая модель

МПГ-уравнения для гравитомагнитных напряженностей H и плотность массовых токов J в стационарном гравитомагнитном поле имеют вид:

$$\mathrm{div}(H) = 0, \quad (1)$$

$$\mathrm{rot(H)} = J, \quad (2)$$

При моделировании песчаного вихря будем использовать цилиндрические координаты r, φ, z. Тогда МПГ-уравнения примут вид:

$$\frac{H_r}{r} + \frac{\partial H_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial H_z}{\partial z} = 0, \quad (3)$$

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_z}{\partial \varphi} - \frac{\partial H_\varphi}{\partial z} = J_r, \quad (4)$$

$$\frac{\partial H_r}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial r} = J_\varphi, \quad (5)$$

$$\frac{H_\varphi}{r} + \frac{\partial H_\varphi}{\partial r} - \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_r}{\partial \varphi} = J_z, \quad (6)$$

Модель основана на том, что

1. напряженность гравитационного поля направлена вдоль оси вихря,
2. она создает вертикальный поток песчинок - массовый ток J_z,
3. вертикальный ток J_z формирует кольцевое гравитомагнитное поле с напряженностью H_φ и радиальное гравитомагнитное поле H_r - см. (6),
4. гравитомагнитное поле H_φ отклоняет ГЛ-силами песчинки вертикального потока в радиальном направлении, создавая радиальный поток песчинок - радиальный массовый ток J_r,
5. гравитомагнитное поле H_φ отклоняет ГЛ-силами песчинки радиального потока перпендикулярно радиусам, создавая вертикальный массовый ток J_z,
6. гравитомагнитное поле H_r отклоняет ГЛ-силами песчинки вертикального потока перпендикулярно радиусам, создавая кольцевой массовый ток J_φ,

7. гравитомагнитное поле H_r отклоняет ГЛ-силами песчинки кольцевого потока перпендикулярно радиусам, создавая вертикальный массовый ток J_z,
8. массовый ток J_r формирует вертикальное гравитомагнитное поле H_z и кольцевое гравитомагнитное поле H_φ, - см. (4),
9. массовый ток J_φ формирует вертикальное гравитомагнитное поле H_z и радиальное гравитомагнитное поле H_r - см. (5),
10. массовый ток J_z формирует кольцевое гравитомагнитное поле H_φ и радиальное гравитомагнитное поле H_r - см. (6),

Таким образом, основной массовый ток J_o создает дополнительные массовые токи J_r, J_φ, J_z и гравитомагнитные поля H_r, H_φ, H_z. Они должны удовлетворять уравнениям Максвелла (3-6). Кроме того, токи должны удовлетворять условию непрерывности

$$\mathrm{div}(J) = 0, \tag{8}$$

или, в цилиндрических координатах,

$$\frac{J_r}{r} + \frac{\partial J_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial J_\varphi}{\partial \varphi} = 0. \tag{9}$$

Массовые токи

$$J = n \cdot m \cdot v, \tag{10}$$

а их кинетическая энергия

$$W = n \cdot m \cdot v^2/2, \tag{11}$$

где n - количество песчинок в потоке, m - масса песчинки, v - скорость потока песчинок. Таким образом, равные массовые токи могут обладать разной кинетической энергией.

Решение системы (3-6, 9) найдено в [5] и имеет следующий вид:

$$H_r = \frac{\alpha}{2} h_\varphi r \sin(\alpha\varphi), \tag{14}$$

$$H_\varphi = h_\varphi r \cos(\alpha\varphi), \tag{15}$$

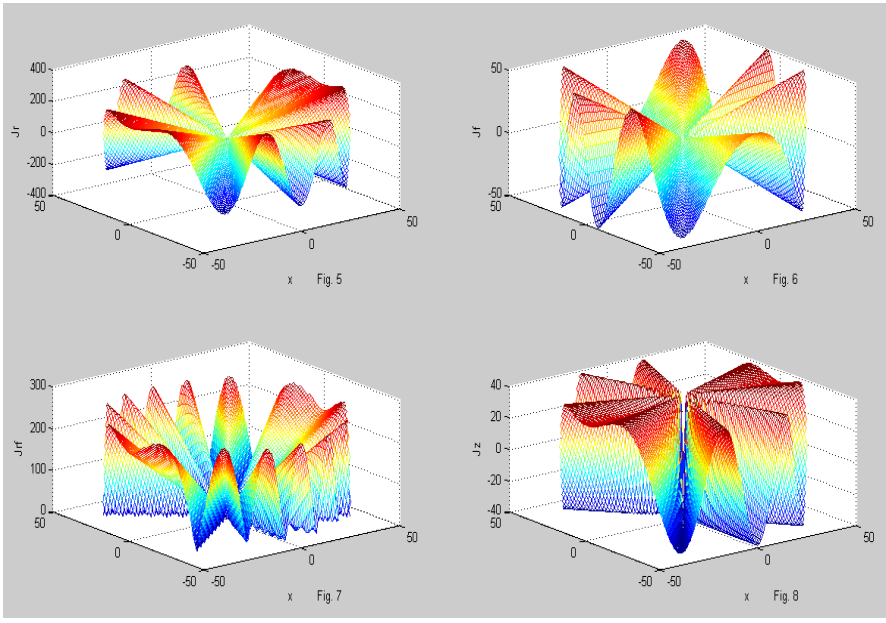
$$H_z = -\frac{1}{2} j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi), \tag{16}$$

$$J_r = -\frac{\alpha}{2} j_\varphi r \cos(\alpha\varphi), \tag{17}$$

$$J_\varphi = j_\varphi r \sin(\alpha\varphi), \tag{18}$$

$$J_z = h_\varphi \left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right). \qquad (19)$$

где j_φ, h_φ - некоторые константы, α - целое число, константа. Массовые токи циркулируют по сечениям тела вихря и по вертикали. Структура токов подробно рассмотрена в [5]. На рис. 5-8 показаны токи J_r, J_φ, $J_{rf} = \sqrt{J_r^2 + J_\varphi^2}$, J_z на плоскости сечения при $\alpha = 10$, $h_\varphi = 1$, $R = 50$, где R - радиус вихря.



Здесь важно отметить, что вертикальные токи циркулируют так, что сумма токов J_z по каждой окружности и в каждом сечении равна нулю – см. (19). Это означает, что в каждом цилиндрическом слое вихря существуют встречные потоки (вверх-вниз). Таким образом, массы-пылинки движутся по замкнутой траектории и силы тяжести не совершают работу по этой траектории. Тем не менее, совершается работа по преодолению сил трения между пылинками при перемещении пылинок ГЛ-силами. Эта работа выполняется за счет энергии гравитационного поля – см. приложение.

Будем полагать, что работа сил трения между песчинками

$$P = \rho |J|^2, \qquad (20)$$

где ρ – удельное сопротивление массовому току, не зависящее от его величины и направления (аналогичное электросопротивлению).

Тогда вся работа может быть определена так же, как и в [5]. Она равна

$$P = \pi R^2 L \rho \left(j_\varphi^2 R^2 \left(1/4 + \alpha^2/16 \right) + h_\varphi^2 \left(1 + \alpha^4/4 \right) \right) \quad (21)$$

где R, L - радиус и высота вихря соответственно. Эти формулы аналогичны формулам для отрезка провода с постоянным током. Если предположить, что для массовых токов (так же, как и для электрических токов) соблюдается принцип минимума тепловых потерь, то можно найти соотношение [5]

$$j_\varphi = h_\varphi \eta / R . \quad (22)$$

где

$$\eta = \sqrt{\left(4 + \alpha^4\right)\left(1 + \alpha^2/4\right)}, \quad (23)$$

Тогда

$$P = \pi R^2 L \rho h_\varphi^2 \left(1/4 + \alpha^4/16 \right). \quad (24)$$

Это – та мощность, которая должна поступать из гравитационного поля для существования песчаного вихря.

3. Потоки энергии

По аналогии с электродинамикой запишем связь между массовым током J и гравитоэлектрической напряженностью E в виде

$$E = \rho J . \quad (25)$$

Также по аналогии с электродинамикой определим плотность потоков гравитационной энергии в виде

$$S = E \times H . \quad (26)$$

Тогда найдем

$$S = \rho \left(J \times H \right). \quad (27)$$

Векторное произведение $\left(J \times H \right)$ в цилиндрических координатах имеет вид:

$$\frac{S}{\rho} = J \times H = \begin{bmatrix} S_r \\ S_\varphi \\ S_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_\varphi H_z - J_z H_\varphi \\ J_z H_r - J_r H_z \\ J_r H_\varphi - J_\varphi H_r \end{bmatrix} \quad (28)$$

Потоки энергии и устойчивость формы рассматривались в аналогичных математических моделях [6, 7]. По аналогии можно утверждать, что поток энергии отсутствует вне тела вихря. Внутри тела он направлен

- по радиусу от периферии к центру - S_r;
- по окружности - S_f;
- по вертикали вниз - S_z.

Эти внутренние потоки энергии обеспечивают

- сохранение формы вихря, ибо изменение его формы требует притока внешней энергии [7],
- вертикальную устойчивость,
- движение вихря.

4. Вертикальная устойчивость

Тело вихря пронизывают потоки гравитационной энергии, которые создается массовыми токами. Формульные зависимости между токами и потоками энергии рассмотрены в [5] для постоянного тока. Этими же зависимостями можно воспользоваться в данном случае. В частности, в теле вихря существует поток энергии, направленный по вертикали, с плотностью

$$S_z = -j_\varphi h_\varphi r^2 \frac{\alpha}{2}. \qquad (30)$$

Во введении показано, что поток с данной плотностью, пронизывающий тело, создает действующую на тело силу давления с плотностью (давление)

$$F_z = \frac{S_z}{c}, \qquad (31)$$

противоположно направленную потоку. Найдем полную силу давления, действующую в каждом сечении на тело вихря радиусом R,

$$F_{zo} = -\frac{1}{c}\int_0^R S_z 2\pi r \cdot dr = \frac{1}{c} j_\varphi h_\varphi \pi\alpha \int_0^R r^3 \cdot dr = \frac{j_\varphi h_\varphi \pi\alpha R^4}{4c}. \qquad (32)$$

Поскольку поток энергии (30) направлен вниз, то противоположно направленная ему сила (32) направлена вверх и поддерживает вихрь в вертикальном положении. Ей противодействует и уравновешивает ее сила тяжести.

5. Движение вихря

Траектория движения вихря плохо предсказуема. Можно сказать, что вихрь совершает хаотические движения. Для того чтобы показать, что движение вихря совершается за счет внутренней энергии (а не за счет силы ветра) снова обратимся к рассмотрению

внутреннего потока электромагнитной энергии. В [5] показано, что в теле вихря существует поток энергии, направленный по радиусу, с плотностью

$$S_r = \frac{1}{2\sqrt{2}}\left(h_\varphi^2\left(2-\alpha^2\right)r - j_\varphi^2 r^3\right). \tag{33}$$

Также, как и для вертикального потока энергии, этому потоку соответствует сила с плотностью

$$F_r = \frac{S_r}{c}. \tag{34}$$

Найдем полную силу, действующую в теле вихря по радиусу,

$$F_{zo} = \frac{1}{c}\int_0^R S_r r \cdot dr. \tag{35}$$

При симметричном распределении радиального потока суммарная сила (35) равна нулю. Если же осевая симметрия вихря нарушена, то возникает нескомпенсированная сила. Пусть $\xi < 1$ – коэффициент, характеризующий нарушение симметрии. Тогда нескомпенсированная сила может быть найдена по формуле

$$F_{zo} = \frac{1}{c}\left(\int_0^{R/2} S_r r \cdot dr - \xi\int_{R/2}^R S_r r \cdot dr\right). \tag{36}$$

или

$$F_{zo} = \frac{\left(1-\xi\right)}{c}\int_{R/2}^R S_r r \cdot dr. \tag{37}$$

или, с учетом (33),

$$\begin{aligned} F_{zo} &= \frac{\left(1-\xi\right)}{2\sqrt{2}c}\int_{R/2}^R \left(h_\varphi^2\left(2-\alpha^2\right)r^2 - j_\varphi^2 r^4\right)dr = \\ &= \frac{\left(1-\xi\right)}{2\sqrt{2}c}\left(h_\varphi^2\left(2-\alpha^2\right)\frac{R^3}{3} - j_\varphi^2\frac{R^5}{5}\right) \end{aligned}. \tag{38}$$

Эта сила приводит к движению вихря в целом. Можно показать, что причиной такого искажения (и, как следствие, движение вихря) является сопротивление воздуха и инерция песчинок.

Приложение

Консервативные силы (по определению) не совершают работу по замкнутой траектории. Сила тяжести является консервативной (что доказывается математически). Отсюда делается вывод о том, что

> 1) не существует двигатель, использующий только консервативные силы (в частности, силы тяжести) для выполнения работы.

Далее *бездоказательно* делается вывод о том, что

> 2) **не** существует двигатель, использующий **энергию** источника консервативных сил (в частности, сил тяжести) для выполнения работы.

Кулоновские силы также являются консервативными. Отсюда по аналогии можно сделать вывод 1). Однако вывод 2) легко опровергается: существует, например, двигатель постоянного тока с самовозбуждением. В нем источником энергии является источник постоянного напряжения, т.е. источник кулоновских сил. Следовательно, в общем случае неверно утверждение 2), а верно следующее утверждение

> 3) **может** существовать двигатель, использующий **энергию** источника консервативных сил для выполнения работы.

Тем не менее, существование двигателя, использующего энергию источника **электрических** консервативных сил (ИЭКС), еще не означает, что существует двигатель, использующий энергию источника **гравитационных** консервативных сил (ИГКС).

Электрические силы создают движение зарядов по замкнутой траектории – *электрический ток*, который формирует магнитное поле. При этом энергия ИЭКС превращается в магнитную энергию. Это происходит даже в том случае, если для движения зарядов по замкнутой траектории не затрачивается энергия. Таким образом, энергия ИЭКС превосходит энергию механического движения зарядов. В этом – причина существования двигателя, использующего энергию ИЭКС.

Гравитационные силы также могут создать движение масс по замкнутой траектории – *массовый ток*. Предположим, что массовый ток тоже формирует *гравитомагнитное поле* (это показано в [2]) Тогда по аналогии с предыдущим, можно предположить, что

> 4) **может** существовать двигатель, использующий **энергию** источника **гравитационных** консервативных сил для выполнения работы.

Это не противоречит закону сохранения энергии: в работу превращается энергия ИГКС, а источник энергии ИГКС теряет часть своей энергии (нельзя утверждать, что энергия ИГКС может быть использована только для выполнения работы по перемещению масс).

Литература

1. Пыльный вихрь, https://ru.wikipedia.org/wiki/Пыльный вихрь.
2. Хмельник С.И. Еще об экспериментальном уточнении максвеллоподобных уравнений гравитации, «Доклады независимых авторов», изд. «DNA», printed in USA, ISSN 2225-6717, Lulu Inc., ID 14407999, Россия-Израиль, 2014, вып. 25, ISBN 978-1-304-86256-3, http://lib.izdatelstwo.com/Papers/25.62.pdf
3. Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Т. 6. Электродинамика. Москва, изд. "Мир", 1966.
4. Хмельник С.И. Силы Лоренца, Ампера и закон сохранения импульса. Количественный анализ и следствия. «Доклады независимых авторов», изд. «DNA», printed in USA, ISSN 2225-6717, Lulu Inc., ID 15080253, Россия-Израиль, 2014, вып. 30, ISBN 978-1-312-42249-0, http://lib.izdatelstwo.com/Papers/25.62.pdf; http://vixra.org/pdf/1407.0065v2.pdf
5. Хмельник С.И. Структура постоянного тока, данный выпуск.
6. Хмельник С.И. Математическая модель электрического торнадо, данный выпуск.
7. Хмельник С.И. Математическая модель шаровой молнии, данный выпуск.
8. Хмельник С.И. Структура потока электромагнитной энергии в проводе с постоянным током, данный выпуск.
9. Хмельник С. И. Математическая модель песчаного вихря, http://vixra.org/pdf/1504.0169v4.pdf

Серия: **ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Хмельник С. И.

Дополнение к математической модели песчаного вихря

Аннотация

Математическая модель песчаного вихря, представленная в [1], дополняется за счет включения в модель массового тока, который появляется из-за сопротивления воздуха и инерция песчинок. Дополненная модель позволяет объяснить причину движения вихря и утверждать, что существует положительная обратная связь между скоростью движения вихря и его механическим импульсом: импульс увеличивается с увеличением скорости и, начав движение, вихрь разгоняется.

Оглавление

1. Введение
2. Математическая модель
3. Потоки энергии
Приложение 1
Приложение 2
Литература

1. Введение

В [1] представлена математическая модель песчаного вихря. Там указывалось, что сопротивление воздуха и инерция песчинок являются причиной поступательного движения (навстречу силе сопротивления воздушной среды). Здесь это утверждение доказывается более строго.

2. Математическая модель

В [1] показано, что гравитомагнитные напряженности H и плотность массовых токов J в стационарном гравитомагнитном поле связаны максвеллоподобными уравнениями гравитации вида

$$\mathrm{div}(H)=0, \qquad (1)$$

$$\mathrm{rot}(\mathrm{H}) = J\,, \tag{2}$$

$$\mathrm{div}(J) = 0\,, \tag{3}$$

которые и являются уравнениями песчаного вихря. Эти уравнения описывают неподвижный вихрь. Но при движении вихря надо учесть тот факт, что сопротивление воздуха и инерция песчинок создает дополнительный поток песчинок, направленный против скорости v поступательного движения вихря. Можно полагать, что существует некоторый источник постоянного тока $\overline{J_o} \equiv -\bar{v}$. В цилиндрических координатах r, φ, z будем полагать, что скорость направлена вдоль той оси, от которой против часовой стрелки отсчитывается угол φ. Тогда вдоль радиуса будет течь массовый ток с плотностью

$$J_o = j_o q(\varphi)\cos(\varphi)\,, \tag{5}$$

где функция

$$q(\varphi) = \left\{ \begin{array}{l} -1,\ \text{if}\ -\pi/2 \le \varphi \le \pi/2 \\ 1,\ \text{if}\ 3\pi/2 > \varphi > \pi/2 \end{array} \right\}. \tag{5a}$$

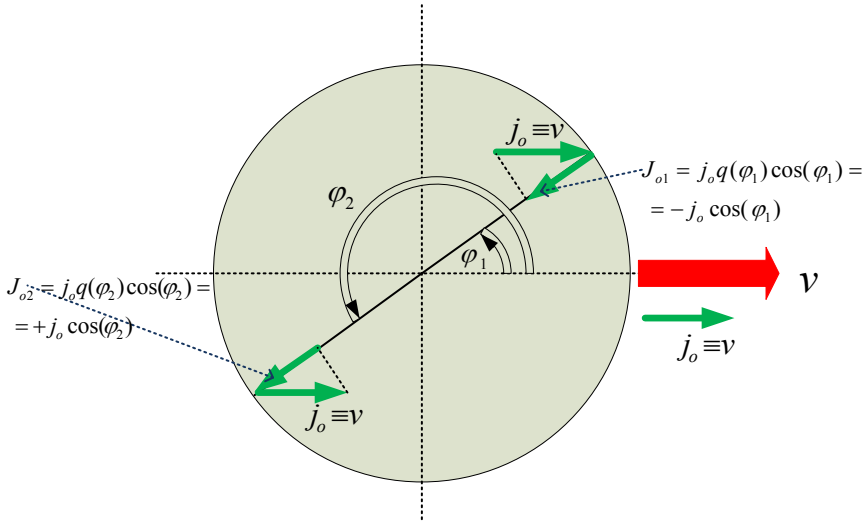


Рис. 1.

На рис. 1 показаны величины, используемые в формулах (5, 5а). Видно, что при постоянном

$$\overline{j_o} \equiv \bar{v} \tag{5в}$$

ток (5) всегда направлен противоположно скорости. Например, при $\varphi_1 = \pi/6$ и $\varphi_2 = \pi + \varphi_1 = \pi + \pi/6$ имеем: $q(\varphi_1) = -1,\ q(\varphi_2) = 1,\ \cos(\varphi_1) = -\cos(\varphi_2)$ и $J_{o1} = J_{o1} = -j_o \cos(\varphi_1)$.

Из физических соображений ясно, что поле должно быть однородным вдоль вертикальной оси. Тогда в цилиндрических координатах r, φ, z уравнения (1, 2, 4, 5) примут вид:

$$\frac{H_r}{r} + \frac{\partial H_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_\varphi}{\partial \varphi} = 0, \tag{6}$$

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_z}{\partial \varphi} = J_r, \tag{7}$$

$$-\frac{\partial H_z}{\partial r} = J_\varphi, \tag{8}$$

$$\frac{H_\varphi}{r} + \frac{\partial H_\varphi}{\partial r} - \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H_r}{\partial \varphi} = J_z, \tag{9}$$

$$\frac{J_r}{r} + \frac{\partial J_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial J_\varphi}{\partial \varphi} = 0. \tag{10}$$

Решение системы (6-10) найдено в приложении 1 и имеет следующий вид:

$$H_r = \frac{\alpha}{2} h_\varphi r \sin(\alpha\varphi), \tag{14}$$

$$H_\varphi = h_\varphi r \cos(\alpha\varphi), \tag{15}$$

$$H_z = -\frac{1}{2} j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi) \cdot r \sin(\varphi), \tag{16}$$

$$J_r = -\frac{\alpha}{2} j_\varphi r \cos(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi) \cos(\varphi), \tag{17}$$

$$J_\varphi = j_\varphi r \sin(\alpha\varphi) - j_o q(\varphi) \sin(\varphi), \tag{18}$$

$$J_z = h_\varphi \left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right) \cos(\alpha\varphi), \tag{19}$$

где j_φ, h_φ, j_o - некоторые константы, α - целое число, константа. Важно отметить, что сумма вертикальных токов (19) по каждой окружности и в каждом сечении равна нулю. Это означает, что в каждом цилиндрическом слое вихря существуют встречные потоки (вверх-вниз). При этом потенциальная энергия всего вихря остается постоянной. Это аналогично вращению колеса с постоянной скоростью в вертикальной плоскости, когда потенциальная и кинетическая энергия остаются постоянными.

3. Потоки энергии

По аналоги с [3] и используя (14-19) можно найти проекции вектора плотности гравитационной энергии в теле песчаного вихря. Громоздкие вычисления этих проекций вынесены в приложение 2 и показаны там достаточно подробно, чтобы читатель легко убедился в справедливости полученных результатов. В приложении показано, что при существовании тока J_o на каждой окружности данного радиуса существуют суммарные неуравновешенные потоки. Они имеют вид:

$$\overline{S_r} = -1.5\pi j_o j_\varphi r^2, \tag{21}$$

$$\overline{S_\varphi} = 0, \tag{22}$$

$$\overline{S_z} = -\alpha\pi j_\varphi h_\varphi r^2 - 2 j_o h_\varphi r \eta(\alpha),\ -2 \le \eta(\alpha) \le 2. \tag{23}$$

Итак, ток J_o

- является причиной появления потока гравитационной энергии (21), направленного навстречу скорости (поскольку в силу (5в) $j_o > 0$, т.е. направлен **по** скорости),
- не создает кругового потока энергии,
- дополняет или уменьшает вертикальный поток энергии (23).

Вертикальный поток энергии направлен вниз и, в соответствии с законом сохранения импульса, создает механический импульс тела вихря, направленный вверх. Этот импульс сохраняет вертикальную форму вихря. Этот импульс существует даже в неподвижном вихре. В подвижном вихре этот импульс может увеличиваться или уменьшаться, но аналитически эту зависимость установить не удается, поскольку остается неизвестной величина α.

Поток гравитационной энергии направлен против скорости движения вихря. В соответствии с законом сохранения импульса, этот поток создает механический импульс тела вихря, направленный вдоль скорости. Поскольку ток пропорционален скорости, то механический импульс возрастает с увеличением скорости. Таким образом, существует положительная обратная связь между скоростью вихря и его механическим импульсом: начав движение, вихрь разгоняется.

Гравитационная энергия преобразуется в кинетическую энергию пылинок вихря, которая, в свою очередь, преобразуется в

тепловую энергию при трении пылинок и в кинетическую энергию движения вихря.

Приложение 1

Рассматривается решение уравнений (6-10) из основного текста. Для удобства читателя перепишем их сюда:

$$\frac{H_r}{r}+\frac{\partial H_r}{\partial r}+\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial H_\varphi}{\partial \varphi}=0\,, \tag{1}$$

$$\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial H_z}{\partial \varphi}=J_r\,, \tag{2}$$

$$-\frac{\partial H_z}{\partial r}=J_\varphi\,, \tag{3}$$

$$\frac{H_\varphi}{r}+\frac{\partial H_\varphi}{\partial r}-\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial H_r}{\partial \varphi}=J_z\,, \tag{4}$$

$$\frac{J_r}{r}+\frac{\partial J_r}{\partial r}+\frac{1}{r}\cdot\frac{\partial J_\varphi}{\partial \varphi}=0\,. \tag{5}$$

Далее по аналогии с [2] предположим, что

$$H_r.=h_r r\sin(\alpha\varphi) \tag{6}$$

$$H_\varphi.=h_\varphi r\cos(\alpha\varphi) \tag{7}$$

Из (1, 6, 7) следует:

$$\frac{h_r r\sin(\alpha\varphi)}{r}+h_r\sin(\alpha\varphi)-h_\varphi\alpha\sin(\alpha\varphi)=0\,, \tag{8}$$

Следовательно,

$$h_r=h_\varphi\alpha/2\,. \tag{9}$$

Из (4, 6, 7) следует:

$$\frac{h_\varphi r\cos(\alpha\varphi)}{r}+h_\varphi\alpha\cos(\alpha\varphi)-h_r\alpha\cos(\alpha\varphi)=J_z\,, \tag{10}$$

Из (9, 10) следует:

$$J_z=h_\varphi\left(1+\alpha-\alpha^2/2\right)\cos(\alpha\varphi). \tag{11}$$

Предположим, далее, что

$$J_r.=j_r r\cos(\alpha\varphi)+j_o q(\varphi)\cos(\varphi)\,, \tag{12}$$

Здесь второе слагаемое соответствует току (5) из основного текста. Аналогично,

$$J_\varphi.=j_\varphi r\sin(\alpha\varphi)-j_o q(\varphi)\sin(\varphi)\,. \tag{13}$$

Из (5, 11, 12) следует:

$$\frac{j_r r\cos(\alpha\varphi)+ j_o q(\varphi)\cos(\varphi)}{r} + j_r \cos(\alpha\varphi)+ \\ + j_\varphi \alpha \cos(\alpha\varphi) - \frac{j_o q(\varphi)\cos(\varphi)}{r} = 0 \quad (14)$$

Следовательно,

$$j_r = - j_\varphi \alpha / 2 \quad (15)$$

Из (2, 12,15) находим

$$\frac{\partial H_z}{\partial \varphi} = -\frac{\alpha}{2} j_\varphi r^2 \cos(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi) r \cos(\varphi). \quad (16)$$

Из (15, 16) следует, что

$$H_z = -\frac{1}{2} j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi) r \sin(\varphi). \quad (17)$$

Из (3, 13) находим

$$\frac{\partial H_z}{\partial r} = -j_\varphi r \sin(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi) \sin(\varphi). \quad (18)$$

Из (18) следует, что

$$H_z = -\frac{1}{2} j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi) r \sin(\varphi). \quad (19)$$

Формулы (17, 19) совпадают, что свидетельствует о правильности решения.

Приложение 2

По аналоги с [3] и используя формулы (14-19) основного текста, найдем проекции вектора плотности гравитационной энергии:

$$S_{rfz}=\begin{bmatrix} S_r = J_\varphi H_z - J_z H_\varphi = \left(j_\varphi r\sin(\alpha\varphi) - j_o q(\varphi)\sin(\varphi)\right)\bullet \\ \bullet\left(-\frac{1}{2}j_\varphi r^2\sin(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi)\cdot r\sin(\varphi)\right) - \\ -\left(h_\varphi\left(1+\alpha-\alpha^2/2\right)\cos(\alpha\varphi)\right)\bullet\left(h_\varphi r\cos(\alpha\varphi)\right) \\ S_\varphi = J_z H_r - J_r H_z = h_\varphi\left(1+\alpha-\alpha^2/2\right)\cos(\alpha\varphi)\bullet \\ \bullet\frac{\alpha}{2}h_\varphi r\sin(\alpha\varphi) - \left(-\frac{\alpha}{2}j_\varphi r\cos(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi)\cos(\varphi)\right)\bullet \\ \bullet\left(-\frac{1}{2}j_\varphi r^2\sin(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi)\cdot r\sin(\varphi)\right) \\ S_z = J_r H_\varphi - J_\varphi H_r = \left(-\frac{\alpha}{2}j_\varphi r\cos(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi)\cos(\varphi)\right)\bullet \\ \bullet\left(h_\varphi r\cos(\alpha\varphi)\right) - \left(j_\varphi r\sin(\alpha\varphi) - j_o q(\varphi)\sin(\varphi)\right)h_\varphi\frac{\alpha}{2}r\sin(\alpha\varphi) \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Выполняя умножение находим:

$$S_r = -j_\varphi r\sin(\alpha\varphi)\frac{1}{2}j_\varphi r^2\sin(\alpha\varphi) + j_\varphi r\sin(\alpha\varphi)j_o q(\varphi)\cdot r\sin(\varphi) +$$
$$+ j_o q(\varphi)\sin(\varphi)\frac{1}{2}j_\varphi r^2\sin(\alpha\varphi) - j_o q(\varphi)\sin(\varphi)j_o q(\varphi)\cdot r\sin(\varphi) - \quad (2)$$
$$- h_\varphi\left(1+\alpha-\alpha^2/2\right)\cos(\alpha\varphi)h_\varphi r\cos(\alpha\varphi)$$

$$S_\varphi = h_\varphi\left(1+\alpha-\frac{\alpha^2}{2}\right)\cos(\alpha\varphi)\frac{\alpha}{2}h_\varphi r\sin(\alpha\varphi) -$$
$$-\frac{\alpha}{2}j_\varphi r\cos(\alpha\varphi)\frac{1}{2}j_\varphi r^2\sin(\alpha\varphi) + \frac{\alpha}{2}j_\varphi r\cos(\alpha\varphi)j_o q(\varphi)\cdot r\sin(\varphi) + \quad (3)$$
$$+ j_o q(\varphi)\cos(\varphi)\frac{1}{2}j_\varphi r^2\sin(\alpha\varphi) - j_o q(\varphi)\cos(\varphi)j_o q(\varphi)\cdot r\sin(\varphi)$$

$$S_z = -\frac{\alpha}{2}j_\varphi r\cos(\alpha\varphi)h_\varphi r\cos(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi)\cos(\varphi)h_\varphi r\cos(\alpha\varphi)$$
$$- j_\varphi r\sin(\alpha\varphi)h_\varphi\frac{\alpha}{2}r\sin(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi)\sin(\varphi)h_\varphi\frac{\alpha}{2}r\sin(\alpha\varphi) \quad (4)$$

или

$$S_r = -\frac{1}{2} j_\varphi^2 r^3 \sin^2(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi) j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi)\sin(\varphi) +$$
$$+ \frac{1}{2} j_o q(\varphi) j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi)\sin(\varphi) - \left(j_o q(\varphi)\right)^2 r \sin^2(\varphi) - \quad (5)$$
$$- h_\varphi^2 r\left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)\cos^2(\alpha\varphi)$$

$$S_\varphi = h_\varphi^2 \frac{\alpha}{2}\left(1 + \alpha - \frac{\alpha^2}{2}\right) r \cos(\alpha\varphi)\sin(\alpha\varphi) -$$
$$- \frac{\alpha}{4} j_\varphi^2 r^3 \cos(\alpha\varphi)\sin(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi) j_\varphi \frac{\alpha}{2} r^2 \cos(\alpha\varphi)\sin(\varphi) + \quad (6)$$
$$+ \frac{1}{2} j_o q(\varphi) j_\varphi r^2 \cos(\varphi)\sin(\alpha\varphi) - \left(j_o q(\varphi)\right)^2 r \cos(\varphi)\sin(\varphi)$$

$$S_z = -\frac{\alpha}{2} j_\varphi h_\varphi r^2 \cos^2(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi) h_\varphi r \cos(\varphi)\cos(\alpha\varphi)$$
$$- j_\varphi h_\varphi \frac{\alpha}{2} r^2 \sin^2(\alpha\varphi) + j_o q(\varphi) h_\varphi \frac{\alpha}{2} r \sin(\varphi)\sin(\alpha\varphi) \quad (7)$$

После дальнейших упрощений с учетом того, что $\left(q(\varphi)\right)^2 = 1$, находим:

$$S_r = -\frac{1}{2} j_\varphi^2 r^3 \sin^2(\alpha\varphi) + \frac{3}{2} j_o q(\varphi) j_\varphi r^2 \sin(\alpha\varphi)\sin(\varphi) -$$
$$- j_o^2 r \sin^2(\varphi) - h_\varphi^2 r\left(1 + \alpha - \alpha^2/2\right)\cos^2(\alpha\varphi) \quad (8)$$

$$S_\varphi = h_\varphi^2 \frac{\alpha}{4}\left(1 + \alpha - \frac{\alpha^2}{2}\right) r \sin(2\alpha\varphi) -$$
$$- \frac{\alpha}{8} j_\varphi^2 r^3 \sin(2\alpha\varphi) + \frac{1}{2} j_o q(\varphi) j_\varphi r^2 \begin{pmatrix} \alpha \cdot \cos(\alpha\varphi)\sin(\varphi) + \\ + \cos(\varphi)\sin(\alpha\varphi) \end{pmatrix} \quad (9)$$
$$- \frac{1}{2} j_o^2 r \sin(2\varphi)$$

$$S_z = -\frac{\alpha}{2} j_\varphi h_\varphi r^2 + j_o q(\varphi) h_\varphi r \begin{pmatrix} \cos(\varphi)\cos(\alpha\varphi) \\ + \alpha \cdot \sin(\varphi)\sin(\alpha\varphi) \end{pmatrix} \quad (10)$$

Найдем суммарные неуравновешенные потоки на окружности данного радиуса, отбрасывая те слагаемые, которые имеют равные значения на противоположно направленных вектор-радиусах:

$$\overline{S_r} = \int_0^{2\pi} S_r d\varphi = \frac{3}{2} j_o j_\varphi r^2 \int_0^{2\pi} q(\varphi) \sin^2(\varphi) d\varphi \tag{11}$$

$$\overline{S_\varphi} = \int_0^{2\pi} S_\varphi d\varphi = \frac{1}{2} j_o j_\varphi r^2 \int_0^{2\pi} q(\varphi) \begin{pmatrix} \alpha \cdot \cos(\alpha\varphi)\sin(\varphi) + \\ + \cos(\varphi)\sin(\alpha\varphi) \end{pmatrix} d\varphi \tag{12}$$

$$\begin{aligned} \overline{S_z} &= \int_0^{2\pi} S_z d\varphi = \int_0^{2\pi} d\varphi \left(-\frac{\alpha}{2} j_\varphi h_\varphi r^2 + j_o q(\varphi) h_\varphi r \begin{pmatrix} \cos(\varphi)\cos(\alpha\varphi) \\ + \alpha \cdot \sin(\varphi)\sin(\alpha\varphi) \end{pmatrix} \right) = \\ &= -\alpha\pi j_\varphi h_\varphi r^2 + j_o h_\varphi r \int_0^{2\pi} q(\varphi) \begin{pmatrix} \cos(\varphi)\cos(\alpha\varphi) \\ + \alpha \cdot \sin(\varphi)\sin(\alpha\varphi) \end{pmatrix} d\varphi \end{aligned} \tag{13}$$

В соответствии с (5а) для любой монотонной функции $f(\varphi)$ имеем:

$$\int_0^{2\pi} q(\varphi) f(\varphi) d\varphi = -2 \int_{-\pi/2}^{\pi/2} f(\varphi) d\varphi . \tag{14}$$

Следовательно, интегралы (11-13) могут быть представлены в виде:

$$\overline{S_r} = -3 j_o j_\varphi r^2 \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \sin^2(\varphi) d\varphi , \tag{15}$$

$$\overline{S_\varphi} = -j_o j_\varphi r^2 \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \begin{pmatrix} \alpha \cdot \cos(\alpha\varphi)\sin(\varphi) + \\ + \cos(\varphi)\sin(\alpha\varphi) \end{pmatrix} d\varphi , \tag{16}$$

$$\overline{S_z} = -\alpha\pi j_\varphi h_\varphi r^2 - 2 j_o h_\varphi r \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \begin{pmatrix} \cos(\varphi)\cos(\alpha\varphi) \\ + \alpha \cdot \sin(\varphi)\sin(\alpha\varphi) \end{pmatrix} d\varphi . \tag{17}$$

В этих формулах выражения

$$\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \sin^2(\varphi) d\varphi = \frac{\pi}{2}, \tag{18}$$

$$\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \begin{pmatrix} \alpha \cdot \cos(\alpha\varphi)\sin(\varphi) + \\ + \cos(\varphi)\sin(\alpha\varphi) \end{pmatrix} d\varphi = 0 , \tag{19}$$

$$\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \begin{pmatrix} \cos(\varphi)\cos(\alpha\varphi) \\ + \alpha \cdot \sin(\varphi)\sin(\alpha\varphi) \end{pmatrix} d\varphi = \eta(\alpha) . \tag{20}$$

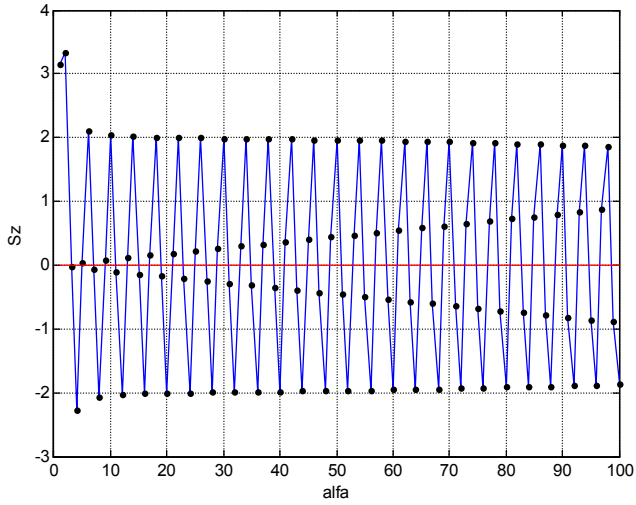


Рис. 1.

Функция представлена на рис. 1. Итак,

$$\overline{S_r} = -1.5\pi j_\alpha j_\varphi r^2, \tag{21}$$

$$\overline{S_\varphi} = 0, \tag{22}$$

$$\overline{S_z} = -\alpha\pi j_\varphi h_\varphi r^2 - 2 j_o h_\varphi r \eta(\alpha),\ -2 \le \eta(\alpha) \le 2. \tag{23}$$

Литература

1. Хмельник С.И. Математическая модель песчаного вихря, данный выпуск.
2. Хмельник С.И. Структура постоянного тока, данный выпуск.
3. Хмельник С.И. Структура потока электромагнитной энергии в проводе с постоянным током, данный выпуск.
4. Хмельник С.И. Дополнение к математической модели песчаного вихря, http://vixra.org/pdf/1505.0054v3.pdf

Серия: **ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Хмельник С. И.

Неволновая математическая модель водного солитона

Аннотация

Показывается, что водный солитон, будучи "родоначальником" теории солитонов, выпадает из волновой математической модели солитонов. Поэтому ниже рассматривается неволновая математическая модель, рассматриваются потоки вещества и энергии внутри водного солитона, выявляется источник энергии, объясняются его форма и причины устойчивости формы и движения солитона в целом. Эта модель полностью аналогична математической модели песчаного вихря [1].

Оглавление

1. Введение
2. Математическая модель
3. Потоки энергии
4. Вертикальная устойчивость
5. Движение солитона
Литература

Введение

Изучение солитонов началось с известного наблюдения Рассела за появлением и движением водного солитона. С тех пор появилось много различных математических моделей солитона, а водный солитон превратился в незначительный частный случай большой группы физических явлений, соответствующих этим математическим моделям [2-5]. Однако, насколько известно автору, эти модели рассматривают волновые процессы, а в водных солитонах явным образом наблюдаются процессы переноса вещества. Морская волна переносит энергию, но оставляет на месте воду – вода только колеблется по вертикали. Солитон переносит воду – цунами, продолжающее движение по суше, должно быть доказательством этого. Кроме того, перенос воды по горизонтали

невозможно объяснить колебанием масс по вертикали и преобразованием кинетической энергии в потенциальную и обратно. Перенос воды по горизонтали должен быть связан с горизонтальным потоком кинетической энергии, который не может быть получен из потенциальной энергии. Можно вспомнить про ветер, но даже в первом наблюдении Рассела не было ветра. Посмотрим на фотографии цунами – см. рис. 1 и рис. 2. Кажется неубедительным представление о том, что причиной движения этой махины является ветер и нелинейность среды. Создается впечатление, что внутри этого "устройства" есть собственный двигатель, а сопротивление среды – лишь катализатор, сила, которая давит на педаль газа.

Поэтому ниже рассматривается неволновая математическая модель, рассматриваются потоки вещества и энергии внутри водного солитона, выявляется источник энергии.

Рассмотрим вначале солитон с цилиндрическим основанием. Его математическая модель аналогична математической модели песчаного вихря. Тело солитона пронизывают потоки гравитационной энергии, которые создается массовыми токами. Формульные зависимости между токами и потоками энергии рассмотрены в [1] для песчаного вихря. Этими же зависимостями можно воспользоваться в данном случае.

Рис. 1.

Рис. 2.

2. Вертикальная устойчивость

Явное отличие, которое необходимо обосновать, - колоколообразная форма водяного солитона в отличие от цилиндрической формы песчаного вихря. Это отличие обусловлено тем, что верхние слои солитона давят на нижние слои силой тяжести. Рассмотрим, к чему это приводит.

В частности, в теле солитона существует поток энергии, направленный по вертикали, с плотностью

$$S_z = -j_\varphi h_\varphi r^2 \frac{\alpha}{2}. \qquad (30)$$

давления, действующую в каждом сечении на тело солитона радиусом R,

$$F_{zo} = -\frac{1}{c}\int_0^R S_z 2\pi r \cdot dr = \frac{1}{c} j_\varphi h_\varphi \pi\alpha \int_0^R r^3 \cdot dr = \frac{j_\varphi h_\varphi \pi\alpha R^4}{4c}. \qquad (32)$$

Поскольку поток энергии (30) направлен вниз, то противоположно направленная ему сила (32) направлена вверх и поддерживает солитон в вертикальном положении. Ей противодействует и уравновешивает ее сила тяжести.

Отсюда следует, что радиус солитона должен убывать при увеличении z. Оценим зависимость радиуса от z, обозначив ее как $R(z)$. Итак,

$$F_{zo} = \frac{j_\varphi h_\varphi \pi\alpha}{4c}\left(R(z)\right)^4. \qquad (33)$$

Сила тяжести части вихря расположенного выше уровня равна

$$P(z) = -\int_{z}^{L} p \cdot \pi \left(R(z)\right)^2 dz \,. \tag{34}$$

где p – плотность воды. Силы (33, 34) уравновешиваются, т.е.

$$\frac{j_\varphi h_\varphi \pi \alpha}{4c} \left(R(z)\right)^4 = \int_{z}^{L} p \cdot \pi \left(R(z)\right)^2 dz \,. \tag{35}$$

Дифференцируя это выражение, получаем:

$$\frac{j_\varphi h_\varphi \pi \alpha}{4c} \cdot \frac{d}{dz}\left(\left(R(z)\right)^4\right) = -p \cdot \pi \left(R(z)\right)^2$$

или

$$\left(R(z)\right)\frac{d\left(R(z)\right)}{dz} = -\eta \,, \tag{36}$$

где

$$\eta = \frac{pc}{j_\varphi h_\varphi \alpha} \,. \tag{36a}$$

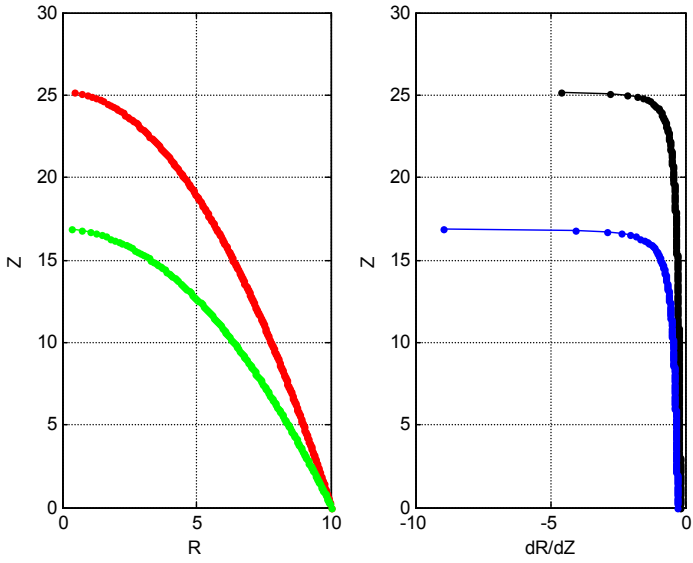


Рис. 3.

Функция $R(z)$ определяется как решение этого уравнения. Для этого должны быть задано начальное условие $R(0)$. Для иллюстрации на рис. 3 показаны функции $R(z)$ и $R'(z)$ при $R(0) = 10$ и $\eta = 2$ - верхние кривые,. $\eta = 3$ - нижние кривые.

При данном $R(z)$ можно по (34) найти вес солитона

$$P_o = -p \cdot \pi \int_o^L \left(R(z)\right)^2 dz, \tag{37}$$

объем солитона

$$V_o = \pi \int_o^L \left(R(z)\right)^2 \cdot dz \tag{38}$$

и высоту центра тяжести солитона

$$L_o = \frac{p \cdot \pi}{P_o} \int_o^L \left(R(z)\right)^2 z \cdot dz. \tag{39}$$

Потенциальная энергия солитона

$$W_p = P_o L_o / g \tag{40}$$

где g - ускорение свободного падения. Объединяя (39, 40), находим

$$W_p = \frac{p \cdot \pi}{g} \int_o^L \left(R(z)\right)^2 z \cdot dz. \tag{41}$$

Кинетическая энергия солитона W_k, в котором масса циркулирует "верх-вниз", равна потенциальной энергии (если пренебречь потерями на внутреннее трение), т.е.

$$W_k \approx W_p. \tag{42}$$

Эта энергия является энергией массовых токов. Потери этой энергии на внутреннее трение пополняются энергией гравитационного поля.

В момент образования солитона он получает энергию $W_o \approx W_k \approx W_p$. Из (36, 41) следует, что энергия W_o, начальный радиус $R_o = R(0)$ зависит от начальной энергии W_o (при данных p, g, η). В свою очередь, от $R(0)$ зависят высота, форма, объем, вес солитона. Рассмотрим эти зависимости при $p = 1$, $g = 10$, $\eta = 2$ - см. рис. 4, где верхние кривые относятся к значениям W_o, указанным на оси, а нижние к значениям $W_o/10$.

На рис. 5 показана зависимость высоты солитона от нижнего радиуса $L_o = f(R_o)$. Вид этой функции зависит от коэффициента найти η. При известной из наблюдений функции $L_o = f(R_o)$ можно найти значение коэффициента найти η. На рис. 5

коэффициент $\eta = 2,\ 4,\ 7$ (верхняя, средняя, нижняя кривые соответственно).

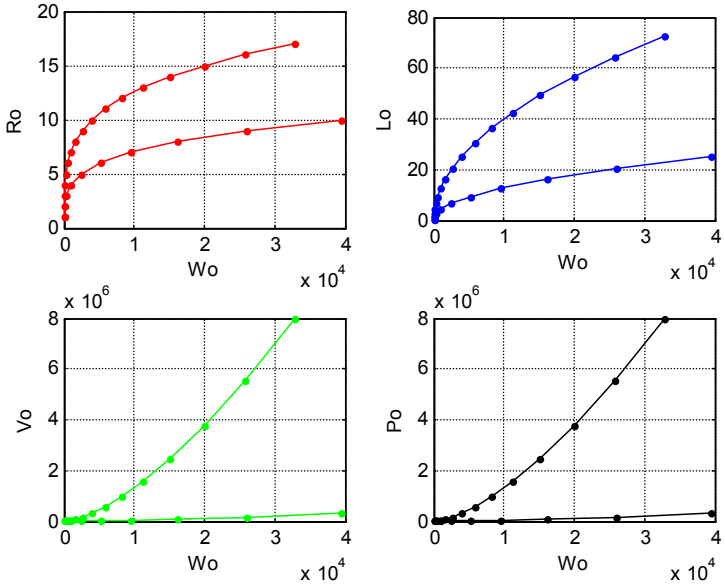


Рис. 4.

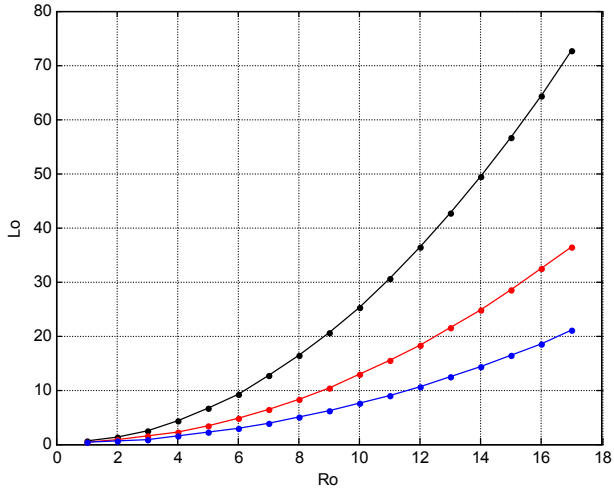


Рис. 5.

5. Движение солитона

Траектория движения солитона плохо предсказуема. Для того чтобы показать, что движение солитона совершается за счет внутренней энергии (а не за счет силы ветра) нужно обратиться к рассмотрению внутреннего потока электромагнитной энергии, как это сделано в [6] для песчаного вихря. Там показано, что, кроме вертикального потока энергии существует еще поток энергии, направленный против скорости движения солитона. В соответствии с законом сохранения импульса, этот поток создает механический импульс солитона, направленный вдоль скорости. Таким образом, существует положительная обратная связь между скоростью солитона и его механическим импульсом: **начав движение, солитон разгоняется**.

Гравитационная энергия в солитоне преобразуется в кинетическую энергию внутренних струй воды, которая, в свою очередь, преобразуется в тепловую энергию трения и в кинетическую энергию движения солитона.

Литература

1. Хмельник С.И. Математическая модель песчаного вихря, данный выпуск
2. Верин О.Г. Солитон и физика, данный выпуск.
3. Кудрявцов Н.А. Нелинейные волны и солитоны, 1997, http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/265.html
4. Многоликий солитон, http://ilib.mccme.ru/djvu/bib-kvant/soliton.htm
5. Теория солитонов. Математическое описание и физические приложения, http://ksit.psu.ru/dmdocuments/Solitons_auo_book.pdf
6. Хмельник С. И. Дополнение к математической модели песчаного вихря, данный выпуск.
7. Хмельник С. И. Неволновая математическая модель водного солитона, http://vixra.org/pdf/1505.0060v1.pdf

Серия: **ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Хмельник С. И.

Математическая модель водного и песчаного цунами

Аннотация

Предлагается математическая модель цунами, аналогичная математическим моделям песчаного вихря и солитона [1, 2, 3]. Рассматриваются причины вертикальной устойчивости и движения цунами.

Оглавление

1. Введение
2. Математическая модель
3. Потоки энергии
4. Вертикальная устойчивость и движение
Приложение 1
Приложение 2
Литература

Введение

Водные и песчаные цунами часто объединяют в один класс явлений с водными солитонами и песчаными вихрями. Внешне они различаются размерами и формой. Громадные размеры цунами впечатляют – см. рис 1-4. Что касается формы, то, в отличие от солитонов и песчаных вихрей, имеющих колоколообразную или цилиндрическую форму, форму цунами можно аппроксимировать параллелепипедом. Ниже предлагается математическая модель цунами, аналогичная математическим моделям песчаного вихря и солитона [1, 2, 3]. Основное отличие состоит в том, что в математической модели цунами применяется параллелепипедная форма цунами.

Рис. 1.

Рис. 2

Рис. 3.

Рис. 4.

2. Математическая модель

В [1] показано, что гравитомагнитные напряженности H и плотность массовых токов J в стационарном гравитомагнитном поле связаны максвеллоподобными уравнениями гравитации вида

$$\mathrm{div}(H) = 0, \quad (1)$$

$$\mathrm{rot(H)} = J, \quad (2)$$

$$\mathrm{div}(J) = 0, \quad (3)$$

Эти уравнения описывают неподвижное цунами. Но при движении цунами надо учесть тот факт, что сопротивление воздуха и инерция элементарных масс создает дополнительный поток массовый ток, направленный против скорости v поступательного движения цунами. Можно полагать, что существует некоторый источник постоянного тока $\overline{J_v} \equiv -\overline{v}$. В декартовых координатах будем полагать, что скорость направлена вдоль оси ox. При этом уравнения (1, 2, 3) примут вид:

$$\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} = J_x + J_v, \quad (5)$$

$$\frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} = J_y, \quad (6)$$

$$\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} = J_z, \quad (7)$$

$$\frac{\partial H_x}{\partial x} + \frac{\partial H_y}{\partial y} + \frac{\partial H_z}{\partial z} = 0, \quad (8)$$

$$\frac{\partial J_x}{\partial x} + \frac{\partial J_y}{\partial y} + \frac{\partial J_z}{\partial z} = 0. \quad (9)$$

Из физических соображений ясно, что поле должно быть однородным вдоль вертикальной оси, т.е. должны отсутствовать производные по аргументу z , и, следовательно, уравнения (5-9) должны быть переписаны в виде:

$$\frac{\partial H_z}{\partial y} = J_x + J_v \tag{10}$$

$$-\frac{\partial H_z}{\partial x} = J_y \tag{11}$$

$$\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} = J_z \tag{12}$$

$$\frac{\partial H_x}{\partial x} + \frac{\partial H_y}{\partial y} = 0 \tag{13}$$

$$\frac{\partial J_x}{\partial x} + \frac{\partial J_y}{\partial y} = 0 \tag{14}$$

В приложении 1 найдено решение этой системы уравнений при данных α, β, j_x, j_z . Оно имеет следующий вид:

$$H_x = h_x \cos(\alpha x)\sin(\beta y), \tag{15}$$

$$H_y = h_y \sin(\alpha x)\cos(\beta y), \tag{16}$$

$$H_z = h_z \sin(\alpha x)\sin(\beta y) + J_v y, \tag{17}$$

$$J_x = j_x \sin(\alpha x)\cos(\beta y) + J_v, \tag{18}$$

$$J_y = j_y \cos(\alpha x)\sin(\beta y), \tag{19}$$

$$J_z = j_z \cos(\alpha x)\cos(\beta y), \tag{20}$$

где

$\alpha,\ \beta$ - константы,

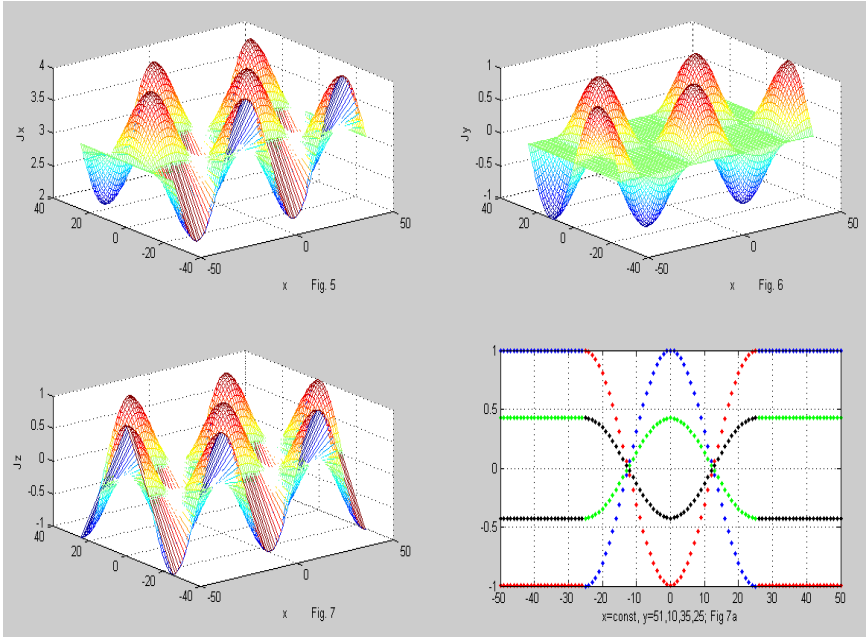
$h_x, h_y, h_z, j_x, j_y, j_z$ - амплитуды функций, причем при данных α, β, j_x, j_z остальные амплитуды h_x, h_y, h_z, j_y могут быть найдены по приведенным в приложении 1 формулам.

Предположим, что площадь сечения цунами такова, что

$$-N \le x \le N \ \text{ и } -\frac{N}{2} \le y \le \frac{N}{2}.$$

На рис. 5, 6, 7 показаны величины $J_x,\ J_y,\ J_z$ на плоскости сечения $(x,\ y)$ при $\alpha = 2\pi / N,\ \beta = 2\pi / N,\ j_z = 1,\ j_x = 1,\ J_v = 3$. На рис. 7а показаны функции (20) при фиксированных значениях y . Видно,

что при определенных значениях α, β сумма вертикальных токов (20) по каждой горизонтальной прямой и в каждом сечении равна нулю. Это означает, что в каждом вертикальном слое цунами существуют встречные потоки (вверх-вниз). При этом потенциальная энергия всего цунами остается постоянной. Это аналогично вращению колеса с постоянной скоростью в вертикальной плоскости, когда потенциальная и кинетическая энергия остаются постоянными.



3. Потоки энергии

По аналоги с [2, 4] найдем проекции вектора плотности гравитационной энергии в теле песчаного вихря. В приложении 2 вычислены эти проекции. При $L_v = 0$ они имеют вид:

$$S_{xo} = \left(\frac{1}{2} \sin(2\alpha x) \left(j_y h_z \sin^2(\beta y) - j_z h_y \cos^2(\beta y) \right) \right), \tag{21}$$

$$S_{yo} = \left(\frac{1}{2} \sin(2\beta y) \left(j_z h_x \cos^2(\alpha x) - j_x h_z \sin^2(\alpha x) \right) \right), \tag{22}$$

$$S_z = \left(\begin{array}{l} j_x h_y \sin^2(\alpha x) \cos^2(\beta y) - j_y h_x \cos^2(\alpha x) \sin^2(\beta y) \\ \quad + J_v h_y \sin(\alpha x) \cos(\beta y) \end{array} \right). \tag{23}$$

При $L_v > 0$ эти потоки принимают вид:

$$S_x = \left(S_{xo} + J_v j_y \mathrm{y} \cdot \cos(\alpha x)\sin(\beta y)\right), \quad (24)$$

$$S_y = \left(S_{yo} - J_v j_x \mathrm{y} \cdot \sin(\alpha x)\cos(\beta y) - J_v h_z \sin(\alpha x)\sin(\beta y) - J_v^2 y\right), \quad (25)$$

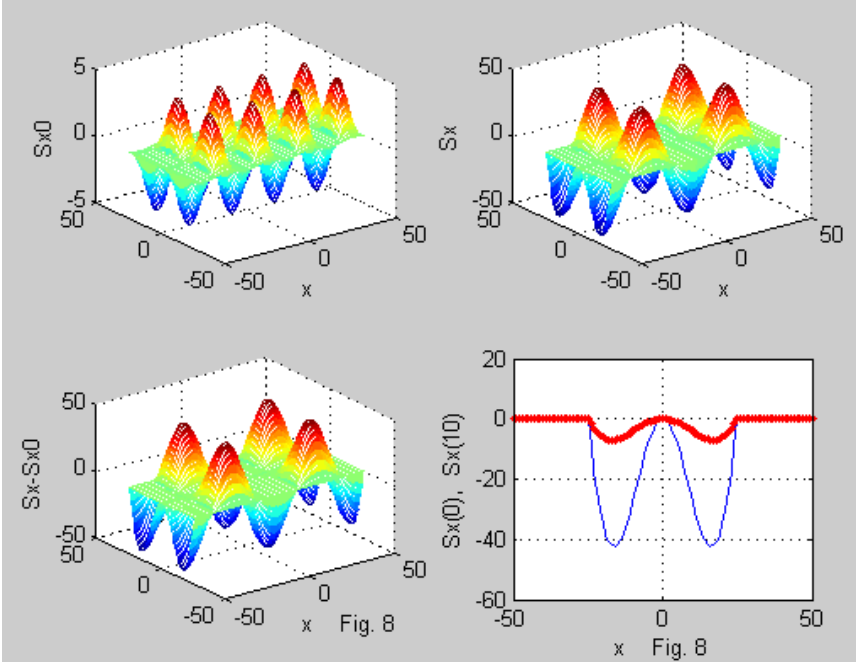
$$S_z = \left(S_{zo} + J_v h_y \sin(\alpha x)\cos(\beta y)\right). \quad (26)$$

На рис. 8 показаны величины S_{xo}, S_x, $(S_x - S_{xo})$ на плоскости сечения $(x,\ y)$ при $\alpha = 2\pi / N$, $\beta = 2\pi / N$, $j_z = 1$, $j_x = 1$, $J_v = 3$. В последнем окне показаны зависимости $S_x(x, y = 0)$ и $S_x(x, y = 10)$ - см. нижнюю и верхнюю кривые соответственно. Интегрирование величин S_{xo}, S_x по плоскости сечения $(x,\ y)$ показывает, что

$$\overline{S_{xo}} = \int_{x,y} S_{xo} dxdy = 0, \quad (27)$$

но

$$\overline{S_x} = \int_{x,y} S_x dxdy < 0. \quad (28)$$



На рис. 10-13 показаны величины S_{yo}, S_y, S_z, S_{zo} на плоскости сечения $(x,\ y)$ при $\alpha = 2\pi / N$, $\beta = 2\pi / N$, $j_z = 1$, $j_x = 1$, $J_v = 3$. Видно, что

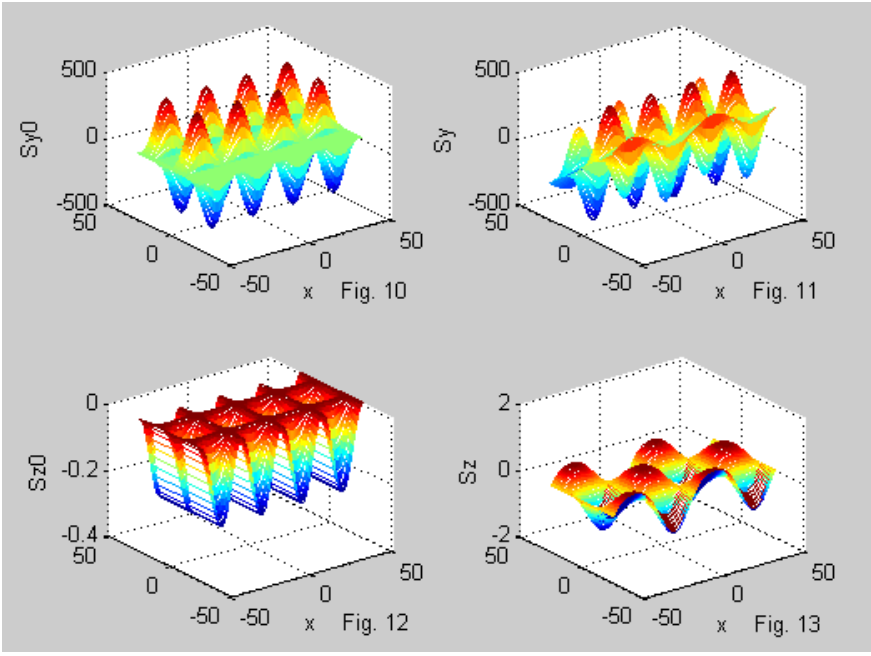
$$S_y \approx S_{yo}, \tag{29}$$

$$S_z \approx S_{zo}, \tag{30}$$

причем интегральные значения

$$\overline{S_y} = \int_{x,y} S_y dxdy \approx 0, \tag{31}$$

$$\overline{S_z} = \int_{x,y} S_z dxdy < 0, \tag{32}$$



4. Вертикальная устойчивость и движение

Таким образом,

1. при любом L_v существует не зависимый от L_v вертикальный поток гравитомагнитной энергии

$$\overline{S_z} < 0, \tag{33}$$

2. при $L_v > 0$ существует горизонтальный поток гравитомагнитной энергии

$$\overline{S_x} < 0. \tag{34}$$

Одновременно с этими потоками энергии существуют потоки гравитомагнитного импульса $\overline{P_z} < 0$ и $\overline{P_x} < 0$. В соответствии с законом сохранения импульса существуют противоположно

направленные импульсы массы цунами $\overline{P_{mz}} > 0$ и $\overline{P_{mx}} < 0$. Импульс сохраняет вертикальную форму цунами, а импульс движет цунами в направлении, противоположном скорости. Более подробно об этом сказано в [1, 2, 3].

Приложение 1

Решение системы уравнений (10-14) из основного текста будем искать в виде:

$$H_x = h_x \cos(\alpha x)\sin(\beta y), \quad (41)$$

$$H_y = h_y \sin(\alpha x)\cos(\beta y), \quad (42)$$

$$H_z = h_z \sin(\alpha x)\sin(\beta y) + J_v y, \quad (43)$$

$$J_x = j_x \sin(\alpha x)\cos(\beta y) + J_v, \quad (44)$$

$$J_y = j_y \cos(\alpha x)\sin(\beta y), \quad (45)$$

$$J_z = j_z \cos(\alpha x)\cos(\beta y), \quad (46)$$

где

$h_x, h_y, h_z, j_x, j_y, j_z$ - амплитуды функций,

α, β - константы.

Дифференцируя (41-47) и подставляя полученное в исходную систему уравнений (5-9) после сокращения на общие множители, получаем:

$$h_z \beta \cdot \sin(\alpha x)\cos(\beta y) + J_v = j_x \sin(\alpha x)\cos(\beta y) + J_v, \quad (48)$$

$$-h_z \alpha = j_y, \quad (49)$$

$$h_y \alpha - h_x \beta = j_z, \quad (50)$$

$$h_x \alpha + h_y \beta = 0, \quad (51)$$

$$j_x \alpha + j_y \beta = 0. \quad (52)$$

Из (48, 49) находим:

$$h_z = \frac{j_x}{\beta}, \quad (53)$$

$$j_y = -j_x \frac{\alpha}{\beta}. \quad (54)$$

Из (50, 51) находим:

$$h_y = -h_x \frac{\alpha}{\beta}, \quad (55)$$

$$h_x = -j_z\left(\frac{\alpha^2}{\beta}+\beta\right). \tag{56}$$

Подставляя (54) в (52) убеждаемся в справедливости последнего равенства. Таким образом, при данных α, β, j_x, j_z остальные переменные j_y, h_z, h_x, h_y, могут быть найдены из уравнений (56, 55, 54, 53) соответственно.

Приложение 2

По аналоги с [2, 4] и используя формулы (15-20) основного текста, найдем проекции вектора плотности гравитационной энергии:

$$S_{xyz} = \begin{bmatrix} S_x = J_y H_z - J_z H_y = j_y\cos(\alpha x)\sin(\beta y)(h_z\sin(\alpha x)\cos(\beta y)+J_v y)- \\ \quad - j_z\cos(\alpha x)\cos(\beta y)h_y\cos(\alpha x)\cos(\beta y) \\ S_y = J_z H_x - J_x H_z = j_z\cos(\alpha x)\cos(\beta y)h_x\cos(\alpha x)\sin(\beta y)- \\ \quad -(j_x\sin(\alpha x)\cos(\beta y)+J_v)(h_z\sin(\alpha x)\sin(\beta y)+J_v y) \\ S_z = J_x H_y - J_y H_x = (j_x\sin(\alpha x)\cos(\beta y)+J_v)h_y\sin(\alpha x)\cos(\beta y)- \\ \quad - j_y\cos(\alpha x)\sin(\beta y)h_x\cos(\alpha x)\sin(\beta y) \end{bmatrix} \tag{61}$$

Выполняя умножение находим:

$$S_{xyz} = \begin{bmatrix} S_x = j_y\cos(\alpha x)\sin(\beta y)h_z\sin(\alpha x)\mathrm{sh}(\beta y)+j_y\cos(\alpha x)\sin(\beta y)J_v y- \\ \quad - j_z\cos(\alpha x)\cos(\beta y)h_y\sin(\alpha x)\cos(\beta y) \\ S_y = j_z\cos(\alpha x)\cos(\beta y)h_x\cos(\alpha x)\sin(\beta y)- \\ \quad - j_x\mathrm{sh}(\alpha x)\cos(\beta y)h_z\sin(\alpha x)\mathrm{sh}(\beta y)-J_v y j_x\sin(\alpha x)\cos(\beta y) \\ \quad - h_z\sin(\alpha x)\sin(\beta y)J_v - J_v^2 y \\ S_z = j_x\sin(\alpha x)\cos(\beta y)h_y\sin(\alpha x)\cos(\beta y)+J_v h_y\sin(\alpha x)\cos(\beta y)- \\ \quad - j_y\cos(\alpha x)\mathrm{sh}(\beta y)h_x\cos(\alpha x)\sin(\beta y) \end{bmatrix}. \tag{62}$$

или

$$S_x = \left(\begin{array}{l} \frac{1}{2} j_y h_z \sin^2(\beta y) \sin(2\alpha x) + J_v j_y \mathrm{y} \cdot \cos(\alpha x) \sin(\beta y) - \\ \quad - \frac{1}{2} j_z h_y \cos^2(\beta y) \sin(2\alpha x) \end{array} \right), \quad (63)$$

$$S_y = \left(\begin{array}{l} \frac{1}{2} j_z h_x \cos^2(\alpha x) \sin(2\beta y) - \frac{1}{2} j_x h_z \sin^2(\alpha x) \sin(2\beta y) - \\ \quad - J_v j_x \mathrm{y} \cdot \sin(\alpha x) \cos(\beta y) - J_v h_z \sin(\alpha x) \sin(\beta y) - J_v^2 y \end{array} \right), \quad (64)$$

$$S_z = \left(\begin{array}{l} j_x h_y \sin^2(\alpha x) \cos^2(\beta y) + J_v h_y \sin(\alpha x) \cos(\beta y) - \\ \quad - j_y h_x \cos^2(\alpha x) \sin^2(\beta y) \end{array} \right). \quad (65)$$

Литература

1. Хмельник С.И. Математическая модель песчаного вихря, данный выпуск.
2. Хмельник С. И. Дополнение к математической модели песчаного вихря, данный выпуск.
3. Хмельник С. И. Неволновая математическая модель водного солитона, данный выпуск.
4. Хмельник С.И. Структура потока электромагнитной энергии в проводе с постоянным током, данный выпуск.
5. Хмельник С. И. Математическая модель водного и песчаного цунами, http://vixra.org/pdf/1505.0100v3.pdf

Серия: **ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Хмельник С. И.

Математическая модель шаровой молнии

Аннотация

На основе уравнений Максвелла и представления об электропроводности тела шаровой молнии строится математическая модель шаровой молнии, показывается структура электромагнитного поля и электротоков в ней. Далее показывается (как следствие этой модели), что в шаровой молнии может циркулировать поток электромагнитной энергии и таким образом может сохраняться энергия, полученная шаровой молнией при ее возникновении. Кратко рассматриваются также устойчивость, свечение, заряд, время существования, механизм образования, физическое моделирование шаровой молнии.

Оглавление

1. Введение
2. Решение уравнений Максвелла в сферических координатах
3. Электротоки
4. Поток энергии
5. Об устойчивости шаровой молнии
6. О свечении шаровой молнии
7. О времени существования шаровой молнии
8. О возможном механизме образования шаровой молнии
9. О заряде шаровой молнии
10. О физическом моделировании шаровой молнии
Приложение 1. Уточнение решения
Приложение 2. "Кубическая солния"
Литература

1. Введение

> *Высказанные гипотезы о природе шаровой молнии неприемлемы, так как они противоречат закону сохранения энергии. Это происходит потому, что свечение шаровой молнии обычно относят за счет энергии, выделяемой при каком-либо молекулярном или химическом превращении, и таким образом предполагают, что источник энергии, за счет которого светится шаровая молния, находится в ней самой.*
>
> Капица П.Л. 1955 [1]

Это утверждение (насколько известно автору) справедливо и сегодня. Оно усиливается еще и тем, что по современным оценкам, типичная шаровая молния содержит десятки килоджоулей [2], высвобождающихся при ее взрыве.

Общепризнано, что шаровая молния как-то связана с электромагнитными явлениями, однако нет строгого описания этих процессов.

Ниже на основе уравнений Максвелла и представления об электропроводности тела шаровой молнии строится математическая модель шаровой молнии, которая позволяет объяснить многие свойства шаровой молнии.

2. Решение уравнений Максвелла в сферических координатах

На рис. 1 показана система сферических координат (ρ, θ, φ), а в табл. 1 (столбец 3) приведены выражения для ротора и дивергенции вектора **E** в этих координатах. В дальнейшем формулы, представленные в подобных таблицах будем обозначать как (Т1.3).

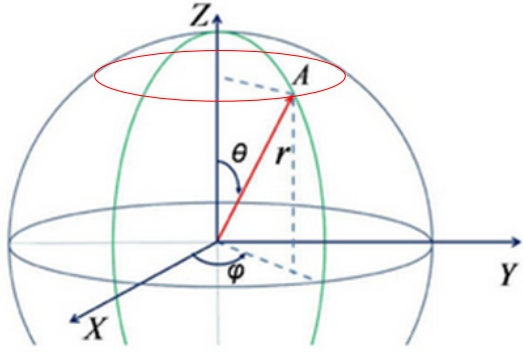


Рис. 1.

Таблица 1.

1	2	3	4	5
1	$\mathrm{rot}_\rho(E)$	$\frac{E_\varphi}{\rho\mathrm{tg}(\theta)}+\frac{\partial E_\varphi}{\rho\partial\theta}-\frac{\partial E_\theta}{\rho\sin(\theta)\partial\varphi}$	0	0
2	$\mathrm{rot}_\theta(E)$	$\frac{\partial E_\rho}{\rho\sin(\theta)\partial\varphi}-\frac{E_\varphi}{\rho}-\frac{\partial E_\varphi}{\partial\rho}$	$-\frac{E_\varphi}{\rho}-\frac{\partial E_\varphi}{\partial\rho}$	$-\frac{\partial E_\varphi}{\partial\rho}$
3	$\mathrm{rot}_\varphi(E)$	$\frac{E_\theta}{\rho}+\frac{\partial E_\theta}{\partial\rho}-\frac{\partial E_\rho}{\rho\partial\varphi}$	$\frac{E_\theta}{\rho}+\frac{\partial E_\theta}{\partial\rho}$	$\frac{\partial E_\theta}{\partial\rho}$
4	$\mathrm{div}(E)$	$\frac{E_\rho}{\rho}+\frac{\partial E_\rho}{\partial\rho}+\frac{E_\theta}{\rho\mathrm{tg}(\theta)}+\frac{\partial E_\theta}{\rho\partial\theta}+\frac{\partial E_\varphi}{\rho\sin(\theta)\partial\varphi}$	0	0

Уравнения Максвелла в сферических координатах при отсутствии зарядов имеют вид (Т2.2).

Таблица 2.

1	2	3
1.	$\mathrm{rot}_\rho H-\varepsilon\frac{\partial E_\rho}{\partial t}-J_\rho=0$	$0=0$
2.	$\mathrm{rot}_\theta H-\varepsilon\frac{\partial E_\theta}{\partial t}-J_\theta=0$	$-\frac{\partial H_\varphi}{\partial\rho}-\varepsilon\frac{\partial E_\theta}{\partial t}-J_\theta=0$
3.	$\mathrm{rot}_\varphi H-\varepsilon\frac{\partial E_\varphi}{\partial t}-J_\varphi=0$	$\frac{\partial H_\theta}{\partial\rho}-\varepsilon\frac{\partial E_\varphi}{\partial t}-J_\varphi=0$
4.	$\mathrm{rot}_\rho E-\mu\frac{\partial H_\rho}{\partial t}=0$	$0=0$
5.	$\mathrm{rot}_\theta E-\mu\frac{\partial H_\theta}{\partial t}=0$	$-\frac{\partial E_\varphi}{\partial\rho}-\mu\frac{\partial H_\theta}{\partial t}=0$
6.	$\mathrm{rot}_\varphi E-\mu\frac{\partial H_\varphi}{\partial t}=0$	$\frac{\partial E_\theta}{\partial\rho}-\mu\frac{\partial H_\varphi}{\partial t}=0$
7.	$\mathrm{div}(E)=0$	$0=0$
8.	$\mathrm{div}(H)=0$	$0=0$

Здесь

E - напряженность электрического поля,

H - напряженность магнитного поля,

J – плотности токов,

μ - абсолютная магнитная проницаемость,

ε - абсолютная диэлектрическая проницаемость.

Будем искать решение этих уравнений в виде следующих функций (Т3.2).

Таблица 3.

1	2	3
1	0	$E_\rho = 0$
2	$E_\theta = e_\theta \sin(\alpha\rho)\sin(\theta)\sin(\omega t)$	$E_\theta = e_\theta \sin(\alpha\rho)\sin(\theta)\sin(\omega t)$
3	$E_\varphi = e_\varphi \cos(\alpha\rho)\sin(\theta)\cos(\omega t)$	$E_\varphi = e_\varphi \cos(\alpha\rho)\sin(\theta)\cos(\omega t)$
4	$H_\rho = 0$	$H_\rho = 0$
5	$H_\theta = \mathrm{Z}_\theta(\rho)\sin(\theta)\cos(\omega t)$	$H_\theta = h_\theta \sin(\alpha\rho)\sin(\theta)\cos(\omega t)$ $h_\theta = \frac{e_\varphi \alpha}{\mu\omega}$
6	$H_\varphi = Z_\varphi(\rho)\sin(\theta)\sin(\omega t)$	$H_\varphi = h_\varphi \cos(\alpha\rho)\sin(\theta)\sin(\omega t)$ $h_\varphi = \frac{e_\theta \alpha}{\mu\omega}$
7	$J_\rho = 0$	$J_\rho = 0$
8	$J_\theta = \Gamma_\theta(\rho)\sin(\theta)\sin(\omega t)$	$J_\theta = j_\theta \sin(\alpha\rho)\sin(\theta)\sin(\omega t)$ $j_\theta = e_\theta\left(\frac{\alpha^2}{\mu\omega} - \varepsilon\omega\right)$
9	$J_\varphi = \Gamma_\varphi(\rho)\sin(\theta)\cos(\omega t)$	$J_\varphi = j_\varphi \cos(\alpha\rho)\sin(\theta)\cos(\omega t)$ $j_\varphi = e_\varphi\left(\frac{\alpha^2}{\mu\omega} + \varepsilon\omega\right)$

Здесь функции $\mathrm{Z}(\rho)$, $\Gamma(\rho)$ будут определены далее.

В формулах (Т1.3) часто встречается выражение $\frac{E}{\mathrm{tg}(\theta)} + \frac{\partial E}{\partial\theta}$.

Оно обращается в 0, если

$$E(\theta) \equiv \sin(\theta). \quad (3)$$

Именно это условие принято в уравнениях (Т3.2). Из этого факта, а также из условия (Т3.2.1) и из того, что функции E, H, J не зависят от φ, следует, что выражения для ротора и дивергенции упрощаются и принимают вид (Т1.4).

Для решения уравнений Максвелла в первом приближении в выражениях вида $\frac{E_\theta}{\rho} + \frac{\partial E_\theta}{\partial \rho}$ можно отбросить первое слагаемое (более строгое решение будет рассмотрено в приложении 1). Тогда выражения для ротора и дивергенции еще более упрощаются и принимают вид (Т1.5).

Подставим выражения для ротора и дивергенции из (Т1.5) в уравнения Максвелла (Т2.2). Тогда получим уравнения, показанные в (Т2.3). Эти уравнения описывают в первом приближении нашу задачу.

Для определения неизвестных функций $Z(\rho)$, $\Gamma(\rho)$ подставим в эти оставшиеся уравнения из (Т2.3) функции (Т3.2), выполним дифференцирование по времени и сократим на общие множители. Тогда получим

$$-\frac{\partial Z_\varphi(\rho)}{\partial \rho} - \varepsilon\omega e_\theta \sin(\alpha\rho) - \Gamma_\theta(\rho) = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial Z_\theta(\rho)}{\partial \rho} + \varepsilon\omega e_\varphi \cos(\alpha\rho) - \Gamma_\varphi(\rho) = 0, \quad (5)$$

$$-e_\varphi \frac{\partial \cos(\alpha\rho)}{\partial \rho} - \mu\omega Z_\theta(\alpha\rho) = 0, \quad (6)$$

$$e_\theta \frac{\partial \sin(\alpha\rho)}{\partial \rho} - \mu\omega Z_\varphi(\alpha\rho) = 0, \quad (7)$$

Из (7) следует:

$$Z_\varphi(\rho) = \frac{e_\theta \alpha}{\mu\omega} \cos(\alpha\rho) \quad (8)$$

Из (4, 8) следует:

$$\Gamma_\theta(\rho) = -\frac{\partial Z_\varphi(\rho)}{\partial \rho} - \varepsilon\omega e_\theta \sin(\alpha\rho) = e_\theta \left(\frac{\alpha^2}{\mu\omega} - \varepsilon\omega \right) \sin(\alpha\rho) \quad (9)$$

Из (6) следует:

$$Z_\theta(\rho) = \frac{e_\varphi \alpha}{\mu\omega} \sin(\alpha\rho) \quad (10)$$

Из (5, 10) следует:

$$\Gamma_\varphi(\rho)=\frac{\partial Z_\theta(\rho)}{\partial\rho}+\varepsilon\omega e_\varphi\cos(\alpha\rho)=e_\varphi\left(\frac{\alpha^2}{\mu\omega}+\varepsilon\omega\right)\cos(\alpha\rho) \qquad (11)$$

Функции (Т2.2) вместе с найденными из уравнений Максвелла функциями (8-11) являются решением задачи определения магнитных H_θ, H_φ напряженностей и токов J_θ, J_φ в токопроводящей сфере. Эти функции представлены в (Т2.3). Исходными данными при этом являются амплитуды e_θ, e_φ напряженностей E_θ, E_φ и константа α.

Напомним, что это решение получено при следующих предположениях, что сфера электропроводна и нейтральна (не имеет нескомпенсированных зарядов).

Это решение, очевидно, является не единственным. Его существование означает только, что в электропроводной и нейтральной сфере может существовать электромагнитная волна и циркулировать токи. Остался вопрос о том, почему она может оставаться замкнутой и не излучать.

3. Электротоки

Здесь мы рассмотрим подробнее переменные токи J_θ (Т3.3.8) и J_φ (Т3.3.9) Они текут по окружностям сфер – см. рис. 2.

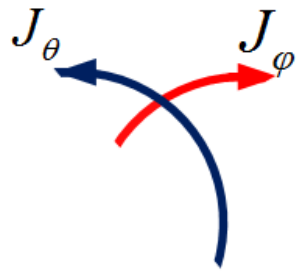


Рис. 2.

При этом в каждый момент времени направление тока по окружности зависит от радиуса ρ и это направление меняется в зависимости от знака $\sin(\alpha\rho)$ или $\cos(\alpha\rho)$. Это означает, что в сфере существуют сферические слои, в которых одноименные токи (J_θ или J_φ) в данный момент времени направлены в разные стороны. Радиальная толщина $\Delta\rho$ этих слоев определяется из

соотношения $\alpha \cdot \Delta\rho = \pi$. Есть, следовательно, сферы, по которым токи не текут.

Мгновенное значение одноименного тока на данном радиусе представляет собой стоячую волну. Для токов J_θ и J_φ стоячие волны имеют соответственно вид

$$J_\theta = j_\theta \sin(\theta)[\sin(\alpha\rho)\sin(\omega t)] = \\ = 0.5 j_\theta \sin(\theta)[\cos(\alpha\rho - \omega t) - \cos(\alpha\rho + \omega t)] \quad (12)$$

$$J_\varphi = j_\varphi \sin(\theta)[\cos(\alpha\rho)\cos(\omega t)] = \\ = 0.5 j_\varphi \sin(\theta)[\cos(\alpha\rho - \omega t) + \cos(\alpha\rho + \omega t)] \quad (13)$$

Кроме того, в сфере есть круговые конусы, по окружностям Кроме того, в сфере есть круговые конусы, у которых на образующих мгновенные значения всегда равны нулю. Образующие этих конусов составляют такой угол θ, где $\sin(\theta) = 0$. На рис. 1 показано основание одного такого конуса.

4. Поток энергии

В каждой точке сферы существует два потока электромагнитной энергии с плотностями

$$S_1 = E_\varphi H_\theta, \quad S_2 = E_\theta H_\varphi \quad (21)$$

- см. рис 3.

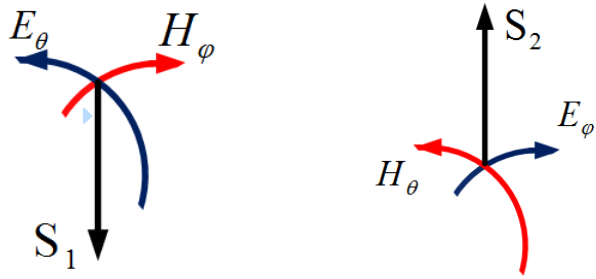


Рис. 3.

Суммарная мгновенная плотность потока в каждой точке сферы определяется из (21) и (Т3.3.5, Т3.3.6, Т3.3.8, Т3.3.9):

$$S_t = E_\varphi H_\theta - E_\theta H_\varphi = \\ = \frac{e_\varphi e_\theta \alpha}{\mu\omega} \cdot \sin^2(\theta) \begin{bmatrix} \cos(\alpha\rho)\sin(\alpha\rho)\cos^2(\omega t) - \\ - \cos(\alpha\rho)\sin(\alpha\rho)\sin^2(\omega t) \end{bmatrix} \quad (22)$$

Но

$$\begin{bmatrix}\cos(\alpha\rho)\sin(\alpha\rho)\cos^2(\omega t)-\\-\cos(\alpha\rho)\sin(\alpha\rho)\sin^2(\omega t)\end{bmatrix}=0.5\sin(2\alpha\rho)\left[\cos^2(\omega t)-\sin^2(\omega t)\right]= \quad (23)$$

$$=0.5\sin(2\alpha\rho)\cos(2\omega t)=0.25\left[\sin(2\alpha\rho-2\omega t)+\sin(2\alpha\rho+2\omega t)\right]$$

Следовательно, электромагнитный поток в данном случае представляет собой стоячую волну с плотностью

$$S_t=S_o\left[\sin(2\alpha\rho-2\omega t)+\sin(2\alpha\rho+2\omega t)\right], \quad (24)$$

с амплитудой

$$S_o=\frac{e_\varphi e_\theta\alpha}{4\mu\omega}\cdot\sin^2(\theta), \quad (25)$$

зависящей от координаты θ, с циклической частотой (2ω) и длиной волны

$$\lambda=\pi/\alpha\,. \quad (25)$$

Эта стоячая волна электромагнитной энергии существует на каждом радиусе.

Рассмотрим конус, в котором радиусы, проходящие по его образующим, составляют угол θ. На рис. 1 показано основание одного такого конуса. Стоячие волны на всех радиусах-образующих этого конуса имеют одну и ту же амплитуду.

В сфере есть круговой конус, по образующим которого поток энергии отсутствует. Радиусы, проходящие по этим образующим, составляют такой угол θ, где $\sin(\theta)=0$. Можно заметить, что образующие такого конуса представляют собой вертикальную ось oz - см. рис. 1.

В сфере есть круговые конусы, по образующим которых поток энергии имеет максимальную амплитуду. Радиусы, проходящие по этим образующим, составляют такой угол θ, где $\sin(\theta)=1$. Можно заметить, что образующие такого конуса лежат на горизонтальной плоскости - см. рис. 1.

На сферах такого радиуса ρ, где $\sin(2\alpha\rho)=0$, поток равен нулю. Следовательно, если внешний радиус шаровой молнии R таков, что

$$\sin(2\alpha R)=0 \text{ или } 2\alpha R=k\pi \text{ или } \alpha=k\pi/2R, \quad (26)$$

то шаровая молния НЕ излучает энергию.

Найдем полный поток энергии S_p в такой момент времени, когда стоячая волна имеет максимум, т.е. тогда, когда

$$\left[\sin(2\alpha\rho-2\omega t)+\sin(2\alpha\rho+2\omega t)\right]=1\,. \quad (27)$$

Из (24, 25, 27) следует, что

$$S_p = \frac{e_\varphi e_\theta \alpha}{4\mu\omega} \cdot \int_0^{2\pi} \sin^2(\theta) \cdot d\theta = \frac{e_\varphi e_\theta \alpha}{4\mu\omega} \cdot \pi \tag{28}$$

Поскольку плотность потока (24) во времени меняется синусоидально, то модуль среднего значения этой плотности

$$S = S_p \sqrt{2} = \frac{\pi\sqrt{2}}{4} \cdot \frac{e_\varphi e_\theta \alpha}{\mu\omega} \tag{29}$$

Найдем, наконец, полный поток энергии, пульсирующей в сфере,

$$W = S \cdot \frac{4\pi R^3}{3} = \frac{\pi^2\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{e_\varphi e_\theta \alpha}{\mu\omega} R^3 \tag{30}$$

Пример 1. Будем полагать, что напряженность электрического поля в шаровой молнии равна 1000 В\м, т.е. $e_\varphi = e_\theta = 10^3$ (В\м). Пусть еще (см. приложение 1) $R = 0.1$ (м), $\omega = 10^6$, $\alpha = 550$. Тогда

$$W = \frac{\pi^2\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{10^6 \cdot 550}{4\pi 10^{-7} 10^5} 0.1^3 \approx 20 \cdot 10^6,$$

т.е. энергия шаровой молнии в этом случае равна 20 килоджоулей.

5. Об устойчивости шаровой молнии

Вопрос об устойчивости тел, в которых циркулирует поток электромагнитной энергии, рассмотрен в [3]. Здесь мы рассмотрим только силу, которая действует по диаметру и разрывает шаровую молнию по диаметральной плоскости, перпендикулярной этому диаметру. В первый момент она должна совершить работу

$$A = F \frac{dR}{dt}. \tag{31}$$

Эта работа изменяет внутреннюю энергию шаровой молнии, т.е.

$$A = \frac{dW}{dt}. \tag{32}$$

Рассматривая (30-32) совместно находим:

$$F = \frac{dW}{dt} \Big/ \frac{dR}{dt} \tag{33}$$

Из (30) находим:

$$\frac{dW}{dt}=\frac{dW}{dR}\frac{dR}{dt}=\frac{w_o d\left(R^3\right)}{dR}\cdot\frac{dR}{dt}=3w_o R^2\frac{dR}{dt}=\frac{3W}{R}\cdot\frac{dR}{dt} \tag{34}$$

Наконец, из (33, 34) находим:

$$F=\frac{3W}{R} \tag{35}$$

Таким образом, внутренняя энергия шаровой молнии эквивалентна силе, создающей устойчивость шаровой молнии.

Пример 2. Найдем скрепляющую силу при условиях примера 1. Из (35) находим:

$$F=\frac{3W}{R}=\frac{3\cdot 20\cdot 10^6}{0.1}=6\cdot 10^8 \text{ Ньютон}$$

6. О свечении шаровой молнии

Выше задача была решена без учета электрического сопротивления материала шаровой молнии. Естественно, оно не равно нулю и при протекании токов выделяется тепловая энергия. Ее величину в данный момент времени можно определить по формуле

$$P_t=\xi\int_0^R\left(\int_0^{2\pi}\left(J_\varphi^2+J_\theta^2\right)d\theta\right)dr, \tag{36}$$

где ξ – удельная проводимость сферы. Отсюда с учетом формул (Т3.3.8, Т3.3.8) получаем:

$$\begin{aligned}P_t&=\xi\int_0^R\left(\int_0^{2\pi}\begin{pmatrix}j_\varphi^2\cos^2(\alpha\rho)\sin^2(\theta)\cos^2(\omega t)\\ j_\theta^2\sin^2(\alpha\rho)\sin^2(\theta)\sin^2(\omega t)\end{pmatrix}d\theta\right)dr\\&=\xi\left(\int_0^{2\pi}\sin^2(\theta)d\theta\right)\int_0^R\begin{pmatrix}j_\varphi^2\cos^2(\alpha\rho)\cos^2(\omega t)\\ j_\theta^2\sin^2(\alpha\rho)\sin^2(\omega t)\end{pmatrix}dr\end{aligned}, \tag{37}$$

Положим $j_\varphi^2=j_\theta^2=j^2$. Тогда с учетом (Т3.3.8, Т3.3.8) найдем:

$$j^2=\frac{e_\varphi e_\theta\alpha^4}{\mu^2\omega^2}. \tag{38}$$

При этом из (37) получим:

$$P_t = j^2\pi\xi\left(\int_0^R\left(\cos^2(\alpha\rho)\cos^2(\omega t)\right)dr + \int_0^R\left(\sin^2(\alpha\rho)\sin^2(\omega t)\right)dr\right) =$$

$$= j^2\pi\xi\left(\cos^2(\omega t)\int_0^R\left(\cos^2(\alpha\rho)\right)dr + \sin^2(\omega t)\int_0^R\left(\sin^2(\alpha\rho)\right)dr\right), \quad (39)$$

или

$$P_t = j^2\pi\xi R. \quad (40)$$

Эта тепловая энергия излучается, что и является причиной свечения шаровой молнии.

7. О времени существования шаровой молнии

Электромагнитная энергия шаровой молнии постепенно расходуется на тепловые потери и излучается. При этом амплитуды e_φ, e_θ электромагнитной волны уменьшаются. Отсюда можно найти время T существования шаровой молнии. Из (38, 40) находим:

$$P_t(t) = e_a^2(t)\frac{\alpha^4\pi\xi R}{\mu^2\omega^2}, \quad (41)$$

$$W(t) = e_a^2(t)\frac{\pi^2\alpha\cdot R^3\sqrt{2}}{3\mu\omega}, \quad (42)$$

где

$$e_a(t) = \sqrt{e_\varphi(t)e_\theta(t)}. \quad (43)$$

Очевидно,

$$\frac{dW(t)}{dt} = -P_t(t). \quad (44)$$

Следовательно,

$$2e_a(t)\frac{d(e(t))}{dt}\frac{\pi^2\alpha\cdot R^3\sqrt{2}}{3\mu\omega} = -e_a^2(t)\frac{\alpha^4\pi\xi R}{\mu^2\omega^2} \quad (45)$$

или

$$\frac{d(e_a(t))}{dt} = -\frac{3\alpha^3\xi}{2\mu\omega\pi\cdot R^2\sqrt{2}}e_a(t) \quad (46)$$

Таким образом, средняя амплитуда электромагнитных волн в сфере убывает по экспоненте вида

$$e_a(t) = E_a \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \tag{47}$$

где

$$\tau = \frac{2\mu\omega\pi R^2\sqrt{2}}{3\alpha^3\xi} \tag{48}$$

Максимальное значение средней амплитуды определяется по (30) при известной первоначальной энергии W_o:

$$E_a^2 = \frac{3\mu\omega W_o}{\pi^2\alpha\cdot R^3\sqrt{2}} \tag{49}$$

При этом время существования шаровой молнии можно оценить величиной

$$T \approx 3\tau = 2\mu\omega\pi\cdot R^2\sqrt{2}/\left(\alpha^3\xi\right). \tag{50}$$

Пример 3. Найдем время существования шаровой молнии в зависимости от ее электропроводности при условиях примера 1. Из (50) находим:

$$T \approx 2\cdot 4\pi 10^{-7}10^5\pi 0.1^2\sqrt{2}/\left(550^3\xi\right) \approx 10^{-10}/\xi \text{ сек}$$

8. О возможном механизме образования шаровой молнии

Лидер линейной молнии, встречая какое-либо препятствие, может изменить траекторию движения с прямолинейной на круговую. Это может служить причиной возникновения тех электромагнитных полей и электротоков, которые описаны выше.

Вот как описывается этот процесс в [4]

Очередной сильнейший разряд молнии, одновременный с грохотом, осветил всё пространство. Я вижу, как длинный ослепительный луч цвета солнца приближается ко мне прямо в солнечное сплетение. Конец его острый, чем дальше, тем толще, примерно 0,5 метра в длину. Дальше я не вижу, потому что смотрю под углом вниз.

Мгновенная мысль, это конец. Я смотрю, как острие луча приближается. Вдруг оно остановилось и между острием и телом начал вспухать шар, размером с большой грейпфрут. Раздался хлопок, как при вылете пробки из бутылки шампанского. Луч влетел в шар. Я вижу ослепительно яркий шар, цвета солнца, который вращается с бешеной

скоростью, перемалывая луч внутри. Но я не чувствую ни прикосновения, ни тепла.

Шар перемалывал луч и увеличивался в размерах. … Шар не издавал никаких звуков. Сначала он был ярким и непрозрачным, а затем начал тускнеть и я увидел, что он пуст. Его оболочка изменилась и он стал похож на мыльный пузырь. Оболочка вращалась, но ее диаметр оставался стабильным, а поверхность отливала металлом.

9. О заряде шаровой молнии

Выше приведено решение уравнений Максвелла при отсутствии заряда шаровой молнии (но существовании свободных зарядов в ее теле). В том случае, если суммарный заряд шаровой молнии не равен нулю, он входит в правую часть уравнения (Т1.3.4). При этом появляется еще одно решение этих уравнений – постоянное электрическое поле. В силу линейности уравнений Максвелла последнее решение не влияет на рассмотренное ранее. Поэтому притяжение шаровой молнии к заряженному телу не противоречит вышеизложенному.

10. О физическом моделировании шаровой молнии

В [5] описан т.н. "хранитель вечного движения". Он представляет собой ферромагнитный или железный куб, в котором циркулирует поток электромагнитной энергии. Там приводятся описания экспериментов, доказывающих возможность существования такого "хранитель вечного движения", показывается, что куб сохраняет целостность, хотя и состоит из двух частей, не связанных механически. Такой куб может служить грубой моделью "кубической молнии". Ее создание не представляет труда [5].

Одним из недостатков такой модели является то, что Ссылка описывается "хранитель вечного движения", в котором отсутствуют токи. В приложении 2 доказывается, что может существовать железная "кубическая молния", в которой текут токи. Естественно, время существования такой "кубической молнии" будет ограничено в силу тепловых потерь.

Аналогичным образом может быть построена и "железная шаровая молния". На рис. 4 показана одна полусфера этой конструкции. В диаметральных ложбинках расположены провода. Вторая полусфера располагается сверху.

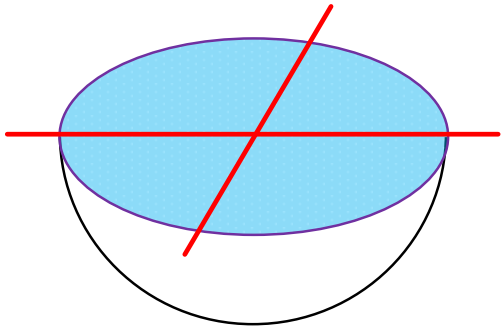


Рис. 4.

Для зарядки "железной шаровой молнии" электромагнитной энергией необходимо по диаметральным проводам пропустить высокочастотные импульсы, сдвинутые по фазе на $\pi/2$ для того, чтобы были также сдвинуты по фазе начальные значения магнитных напряженностей H_θ и H_φ - см. формулы (Т3.3.5) и (Т3.3.6). По результатам опытов, описанных в [5] можно предполагать, что после пропускания по проводам таких импульсов полусферы "склеятся".

Приложение 1. Уточнение решения

Здесь мы рассмотрим более строгое решение нашей задачи. Рассмотрим снова уравнения Максвелла (Т2.2), и подставим в них выражения для ротора и дивергенции из (Т1.4) (вместо ранее используемых менее сложных выражений (Т1.5)). Тогда получим следующие уравнения (Т4.3):

Таблица 4.

1	2	3
2.	$\mathrm{rot}_\theta H - \varepsilon\frac{\partial E_\theta}{\partial t} - J_\theta = 0$	$-\frac{H_\varphi}{\rho} - \frac{\partial H_\varphi}{\partial \rho} - \varepsilon\frac{\partial E_\theta}{\partial t} - J_\theta = 0$
3.	$\mathrm{rot}_\varphi H - \varepsilon\frac{\partial E_\varphi}{\partial t} - J_\varphi = 0$	$\frac{H_\theta}{\rho} + \frac{\partial H_\theta}{\partial \rho} - \varepsilon\frac{\partial E_\varphi}{\partial t} - J_\varphi = 0$
5.	$\mathrm{rot}_\theta E - \mu\frac{\partial H_\theta}{\partial t} = 0$	$-\frac{E_\varphi}{\rho} - \frac{\partial E_\varphi}{\partial \rho} - \mu\frac{\partial H_\theta}{\partial t} = 0$
6.	$\mathrm{rot}_\varphi E - \mu\frac{\partial H_\varphi}{\partial t} = 0$	$\frac{E_\theta}{\rho} + \frac{\partial E_\theta}{\partial \rho} - \mu\frac{\partial H_\varphi}{\partial t} = 0$

Будем (как и прежде) искать решение этих уравнений в виде следующих функций (Т3.2). Для определения неизвестных функций $Z(\rho)$, $\Gamma(\rho)$ подставим в уравнения из (Т4.3) функции (Т3.2), выполним дифференцирование по времени и сократим на общие множители. Тогда получим

$$-\frac{Z_\varphi(\rho)}{\rho}-\frac{\partial Z_\varphi(\rho)}{\partial\rho}-\varepsilon\omega e_\theta\sin(\alpha\rho)-\Gamma_\theta(\rho)=0, \quad (4)$$

$$\frac{Z_\theta(\rho)}{\rho}+\frac{\partial Z_\theta(\rho)}{\partial\rho}+\varepsilon\omega e_\varphi\cos(\alpha\rho)-\Gamma_\varphi(\rho)=0, \quad (5)$$

$$-e_\varphi\left[\frac{\cos(\alpha\rho)}{\rho}+\frac{\partial\cos(\alpha\rho)}{\partial\rho}\right]-\mu\omega Z_\theta(\rho)=0, \quad (6)$$

$$e_\theta\left[\frac{\sin(\alpha\rho)}{\rho}+\frac{\partial\sin(\alpha\rho)}{\partial\rho}\right]-\mu\omega Z_\varphi(\rho)=0, \quad (7)$$

Из (7) следует:

$$Z_\varphi(\rho)=\frac{e_\theta}{\mu\omega}\left[\frac{\sin(\alpha\rho)}{\rho}+\alpha\cos(\alpha\rho)\right], \quad (8)$$

Из (4, 8) следует:

$$\Gamma_\theta(\rho)=-\frac{Z_\varphi(\rho)}{\rho}-\frac{\partial Z_\varphi(\rho)}{\partial\rho}-\varepsilon\omega e_\theta\sin(\alpha\rho)=$$

$$=-e_\theta\left\{\frac{1}{\mu\omega}\left[\frac{\sin(\alpha\rho)}{\rho^2}+2\alpha\frac{\cos(\alpha\rho)}{\rho}-\alpha^2\frac{\sin(\alpha\rho)}{\rho}\right]+\varepsilon\omega\sin(\alpha\rho)\right\}, \quad (9)$$

Из (6) следует:

$$Z_\theta(\alpha\rho)=-\frac{e_\varphi}{\mu\omega}\left[\frac{\cos(\alpha\rho)}{\rho}-\alpha\sin(\alpha\rho)\right], \quad (10)$$

Из (5,10) следует:

$$\Gamma_\varphi(\rho)=\frac{Z_\theta(\rho)}{\rho}+\frac{\partial Z_\theta(\rho)}{\partial\rho}+\varepsilon\omega e_\varphi\cos(\alpha\rho)=$$

$$=-e_\varphi\left\{\frac{1}{\mu\omega}\left[\frac{\cos(\alpha\rho)}{\rho^2}-2\alpha\frac{\sin(\alpha\rho)}{\rho}-\alpha^2\frac{\cos(\alpha\rho)}{\rho}\right]+\varepsilon\omega\cos(\alpha\rho)\right\}, \quad (11)$$

На рис. 5 показаны графики указанных функций (8-11) при

$e_\varphi=e_\theta=1,\ \omega=10^5,\ \alpha=550,\ R=2n\pi/\alpha,\ n=25.$

Видно, что $\rho > 0.2R$ при функции (8-11) стремятся к гармоническим функциям (8-11). Следовательно, выше выполненный переход от уравнений (Т1.4) к менее сложным уравнениям (Т1.5) допустим.

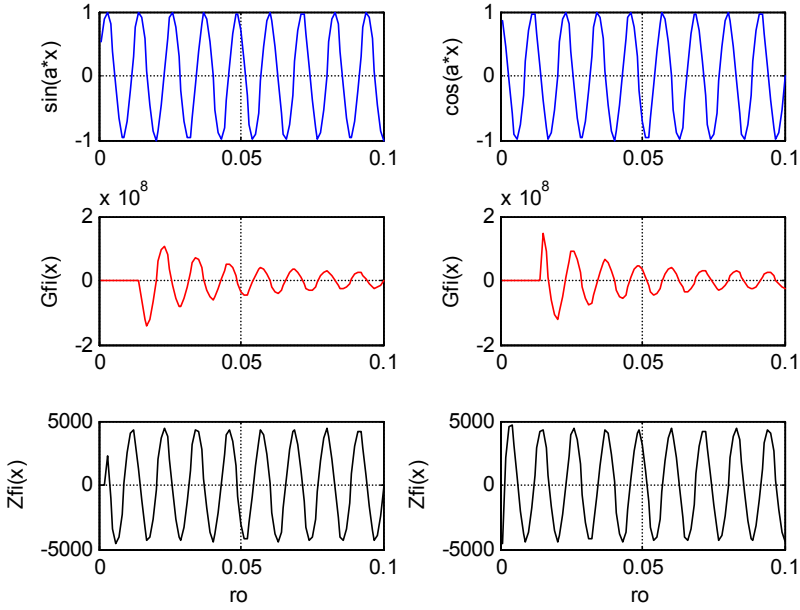


Рис. 5.

Приложение 2. "Кубическая молния"

Рассмотрим систему уравнений Максвелла в декартовой системе координат. Обозначим

E - напряженность электрического поля,

H - напряженность магнитного поля,

μ - абсолютная магнитная проницаемость,

ε - абсолютная диэлектрическая проницаемость,

ϑ - электропроводность,

φ - электрический скалярный потенциал,

ρ - плотность электрического заряда.

Эта система уравнений имеет следующий вид:

1.	$\frac{\partial H_z}{\partial y}-\frac{\partial H_y}{\partial z}-\varepsilon\frac{\partial E_x}{\partial t}+\vartheta\frac{d\varphi}{dx}=0$	
2.	$\frac{\partial H_x}{\partial z}-\frac{\partial H_z}{\partial x}-\varepsilon\frac{\partial E_y}{\partial t}+\vartheta\frac{d\varphi}{dy}=0$	
3.	$\frac{\partial H_y}{\partial x}-\frac{\partial H_x}{\partial y}-\varepsilon\frac{\partial E_z}{\partial t}+\vartheta\frac{d\varphi}{dz}=0$	
4.	$\frac{\partial E_z}{\partial y}-\frac{\partial E_y}{\partial z}+\mu\frac{\partial H_x}{\partial t}=0$	
5.	$\frac{\partial E_x}{\partial z}-\frac{\partial E_z}{\partial x}+\mu\frac{\partial H_y}{\partial t}=0$	
6.	$\frac{\partial E_y}{\partial x}-\frac{\partial E_x}{\partial y}+\mu\frac{\partial H_z}{\partial t}=0$	
7.	$\frac{\partial E_x}{\partial x}+\frac{\partial E_y}{\partial y}+\frac{\partial E_z}{\partial z}-\frac{\rho}{\varepsilon}=0$	
8.	$\frac{\partial H_x}{\partial x}+\frac{\partial H_y}{\partial y}+\frac{\partial H_z}{\partial z}=0$	

(1)

Будем полагать, что в системе суммарный заряд равен нулю. Рассмотрим следующие функции (предложенные в [4]):

$$E_x(x,y,z,t)=e_x\cos(\alpha x)\sin(\beta y)\sin(\gamma z)\sin(\omega t), \quad (2)$$

$$E_y(x,y,z,t)=e_y\sin(\alpha x)\cos(\beta y)\sin(\gamma z)\sin(\omega t), \quad (3)$$

$$E_z(x,y,z,t)=e_z\sin(\alpha x)\sin(\beta y)\cos(\gamma z)\sin(\omega t), \quad (4)$$

$$H_x(x,y,z,t)=h_x\sin(\alpha x)\cos(\beta y)\cos(\gamma z)\cos(\omega t), \quad (5)$$

$$H_y(x,y,z,t)=h_y\cos(\alpha x)\sin(\beta y)\cos(\gamma z)\cos(\omega t), \quad (6)$$

$$H_z(x,y,z,t)=h_z\cos(\alpha x)\cos(\beta y)\sin(\gamma z)\cos(\omega t), \quad (7)$$

$$\varphi(x,y,z,t)=\varphi_o\cos(\alpha x)\cos(\beta y)\cos(\gamma z)\cos(\omega t). \quad (8)$$

где

$e_x, e_y, e_z, h_x, h_y, h_z, \varphi_o$ - амплитуды функций,

$\alpha,\ \beta,\ \lambda,\ \omega$ - константы.

Дифференцируя и подставляя (2-9) в (1) после сокращения на общие множители, получаем:

1.	$h_z\beta - h_y\gamma - e_x\varepsilon\omega + \varphi_{ox}\vartheta\alpha = 0$	
2.	$h_x\gamma - h_z\alpha - e_y\varepsilon\omega + \varphi_{oy}\vartheta\beta = 0$	
3.	$h_y\alpha - h_x\beta - e_z\varepsilon\omega + \varphi_{oz}\vartheta\gamma = 0$	
4.	$e_z\beta - e_y\gamma + h_x\mu\omega = 0$	(10)
5.	$e_x\gamma - e_z\alpha + h_y\mu\omega = 0$	
6.	$e_y\alpha - e_x\beta + h_z\mu\omega = 0$	
7.	$e_x\alpha + e_y\beta + e_z\gamma = 0$	
8.	$h_x\alpha + h_y\beta + h_z\gamma = 0$	

Если $\alpha = \beta = \lambda$, то система уравнений (9) принимает вид:

1.	$h_z - h_y - e_x\varepsilon\omega/\alpha + J_x = 0$	
2.	$h_x - h_z - e_y\varepsilon\omega/\alpha + J_y = 0$	
3.	$h_y - h_x - e_z\varepsilon\omega/\alpha + J_z = 0$	
4.	$e_z - e_y + h_x\mu\omega/\alpha = 0$	(11)
5.	$e_x - e_z + h_y\mu\omega/\alpha = 0$	
6.	$e_y - e_x + h_z\mu\omega/\alpha = 0$	
7.	$e_x + e_y + e_z = 0$	
8.	$h_x + h_y + h_z = 0$	

Эта система 8-ми уравнений с 9-ю неизвестными имеет множество решений.

Рассмотрим частный случай. Пусть $h_z = 0$. Тогда эта система уравнений принимает вид:

1.	$-e_x\varepsilon\omega/\alpha - h_y + J_x = 0$	
2.	$-e_y\varepsilon\omega/\alpha + h_x + J_y = 0$	
3.	$-e_z\varepsilon\omega/\alpha - h_x + h_y + J_z = 0$	
4.	$-e_y + e_z + h_x\mu\omega/\alpha = 0$	(13)

5.	$e_x - e_z + h_y \mu\omega/\alpha = 0$	
6.	$-e_x + e_y = 0$	
7.	$e_x + e_y + e_z = 0$	
8.	$h_x + h_y = 0$	

Избавимся от неизвестных $h_x = -h_y$ и $e_y = e_x$. Тогда получим 6 уравнений с 6-ю неизвестными:

1.	$-e_x \varepsilon\omega/\alpha - h_y + J_x = 0$	
2.	$-e_x \varepsilon\omega/\alpha - h_y + J_y = 0$	
3.	$-e_z \varepsilon\omega/\alpha + 2h_y + J_z = 0$	
4.	$-e_x + e_z - h_y \mu\omega/\alpha = 0$	
5.	$e_x - e_z + h_y \mu\omega/\alpha = 0$	
7.	$2e_x + e_z = 0$	

(14)

Из 1, 2 следует, что $J_y = J_x$. Избавимся еще от $e_z = -2e_x$. Тогда получим:

1.	$-e_x \varepsilon\omega/\alpha - h_y + J_x = 0$	
3.	$2\,e_x \varepsilon\omega/\alpha + 2h_y + J_z = 0$	
4.	$-3e_x - h_y \mu\omega/\alpha = 0$	
5.	$3e_x + h_y \mu\omega/\alpha = 0$	

(15)

Из 1, 3 следует, что $J_z = -2J_x$. Тогда получим:

1.	$-e_x \varepsilon\omega/\alpha - h_y + J_x = 0$	
5.	$3e_x + h_y \mu\omega/\alpha = 0$	

(16)

Итак, решение имеет вид:

$$e_y = e_x, \tag{21}$$

$$e_z = -2e_x, \tag{22}$$

$$h_y = -\frac{3e_x \alpha}{\mu\omega}, \tag{23}$$

$$h_x = -h_y, \tag{24}$$

$$h_z = 0, \tag{25}$$

$$J_x = e_x \varepsilon\omega/\alpha + h_y = e_x\left(\frac{\varepsilon\omega}{\alpha} - \frac{3\alpha}{\mu\omega}\right), \tag{26}$$

$$J_y = J_x, \tag{27}$$

$$J_z = -2J_x. \tag{28}$$

Следовательно,

$$J_x + J_y + J_z = 0 \tag{29}$$

Таким образом, при данном e_x и $h_z = 0$ могут быть найдены остальные неизвестные.

Найдем проекции вектора плотности потока энергии

$$S_x = E_y H_z + E_z H_y = E_z H_y =$$
$$= e_z h_y \sin(\alpha x)\cos(\alpha x)\sin^2(\beta y)\cos^2(\gamma z)\sin(\omega t)\cos(\omega t) =$$
$$= \frac{e_z h_y}{4}\sin(2\alpha x)\sin^2(\beta y)\cos^2(\gamma z)\sin(2\omega t),$$
$$S_y = E_x H_z + E_z H_x = E_z H_x =$$
$$= e_z h_x \sin^2(\alpha x)\sin(\beta y)\cos(\beta y)\cos^2(\gamma z)\sin(\omega t)\cos(\omega t) =$$
$$= \frac{e_z h_y}{4}\sin^2(\alpha x)\sin(2\beta y)\cos^2(\gamma z)\sin(2\omega t),$$
$$S_z = E_x H_y - E_y H_x =$$
$$= e_x h_y \cos^2(\alpha x)\sin^2(\beta y)\cos(\gamma z)\sin(\gamma z)\sin(\omega t)\cos(\omega t) -$$
$$- e_y h_x \sin^2(\alpha x)\cos^2(\beta y)\sin(\gamma z)\cos(\gamma z)\sin(\omega t)\cos(\omega t) =$$
$$= \frac{1}{4}\left[\begin{matrix} e_x h_y \cos^2(\alpha x)\sin^2(\beta y) - \\ - e_y h_x \sin^2(\alpha x)\cos^2(\beta y) \end{matrix}\right]\sin(2\gamma z)\sin(2\omega t)$$

Учитывая (21) и (24), получаем:

$$S_z = \frac{e_x h_y}{4}\left[\begin{matrix} \cos^2(\alpha x)\sin^2(\beta y) - \\ -\sin^2(\alpha x)\cos^2(\beta y) \end{matrix}\right]\sin(2\gamma z)\sin(2\omega t).$$

Таким образом, в электропроводном кубе может сохраняться электромагнитная энергия и пульсировать электротоки. Поскольку такой куб имеет электросопротивление, энергия в нем будет

расходоваться на тепловые потери и механическая целостность такого куба через некоторое время будет нарушена.

Литература

1. Капица П.Л. О природе шаровой молнии. ДАН СССР 1955. Том 1.
2. http://www.wikiznanie.ru/ru-wz/index.php/ШАровая_молния
3. Хмельник С. И. К вопросу о внутриядерных силах. «Доклады независимых авторов», изд. «ДНА», ISSN 2225-6717, Россия – Израиль, 2014, вып. 27, ISBN 978-1-312-19894-4, printed in USA, Lulu Inc., ID 14739921; http://vixra.org/pdf/1405.0296v2.pdf
4. Анатолий Мякеляйнен (Финляндия), Валерий Буераков (Украина). Полет на шаровой молнии, https://drive.google.com/file/d/0B4rZDrYTBG_pMFZ1RFNOd2hSTDA/edit
5. Хмельник С. И. К теории хранителя вечного движения. «Доклады независимых авторов», изд. «ДНА», ISSN 2225-6717, Россия – Израиль, 2013, вып. 23, ISBN 978-1-300-55019-8, printed in USA, Lulu Inc., ID 13514159; http://vixra.org/abs/1404.0086
6. Хмельник С.И. Вариационный принцип экстремума в электромеханических и электродинамических системах. Publisher by "MiC", printed in USA, Lulu Inc., ID 1769875, Израиль, 2008, ISBN 978-0-557-04837-3.
7. Хмельник С. И. Математическая модель шаровой молнии, http://vixra.org/pdf/1503.0076v1.pdf

Серия: **ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Эткин В.А.

О возможности эфироопорного движения

Аннотация

В статье обсуждается принцип действия и результаты испытаний в НАСА модели космических двигателей Р. Шойера и Г. Фетта, использующих для создания тяги микроволновое излучение. Показывается несостоятельность обвинений в нарушении этими устройствами закона сохранения импульса.

Оглавление

1. Введение
2. От идеи до конструктивного воплощения.
3. Методика испытаний двигателя «Cannae Drive»
4. Нарушают ли двигатели Шоера закон сохранения импульса?
5. Обсуждение результатов.
6. Источники информации
Литература

1. Введение

В августе 2013 года на официальном сайте NASA появилось сообщение [1], а спустя год на конференции по реактивному движению был озвучен отчёт группы сотрудников NASA под названием «Аномальная тяга от радиоволнового тестового устройства, измеренная на чувствительном маятнике» [2]. Испытаниям подверглась модель космического двигателя **«**Cannae Drive» американского изобретателя Гвидо Фетта (Guido Fett), убедившего NASA испытать свой аппарат. В течение восьми дней группа исследователей из Космического Центра Джонсона в Хьюстоне (США) под руководством доктора Гарольда Уайта испытывала этот двигатель на различных режимах и убедилась в жизнеспособности идеи создания тяги за счет направленного микроволнового излучения. Тестовые испытания показали, что уникальная конструкция микроволнового двигателя позволяет

создавать небольшую тягу. В 2014 г. подобные испытания проведены с электромагнитным двигателем «EM Drive», демонстрационная модель которого была предложена британским изобретателем Р.Шойером (Roger Shawyer) еще 10 лет назад. Испытания также дали положительный результат.

Однако научная и в особенности околонаучная общественность, убежденная в нарушении обоими устройствами закона сохранения импульса, не спешит признавать эти результаты, называя их «антинаучными». В связи с этим возникает необходимость выяснить, насколько обоснованы такие утверждения.

2. От идеи до конструктивного воплощения.

Впервые возможность возникновения вращающего момента при разряде цилиндрического конденсатора, находящегося в магнитном поле, была предсказана еще в 1933 году в монографии российского академика И.Е. Тамма [3]. Он предложил с этой целью мысленный эксперимент, блестяще осуществленный в 70-х годах того же столетия канадскими физиками Грехемом и Лахозом [4]. Этот эксперимент подтвердил возникновение колебательного движения цилиндрического конденсатора в вакууме при подаче на него переменного напряжения. Как следствие возникла идея использования явления давления света для создания движения космических летательных аппаратов. Первый патент на способ получения тяги в устройстве со скрещенными электрическим и магнитным переменным полем был получен в России еще в 1999 году [5]. Российские исследователи предложили в 2000 году и первый космический двигатель, работающий на этом принципе [6].

Идею создания тяги за счет микроволновых колебаний в резонирующей полости предложил в 2000 г. британский инженер Р. Шойер), который в 2003 году сконструировал первое демонстрационное устройство такого рода и приложил немало усилий для признания его работоспособности [7…10]. В 2006 году его электромагнитный двигатель «EmDrive» во время демонстрации создал тягу 16 миллиньютонов.

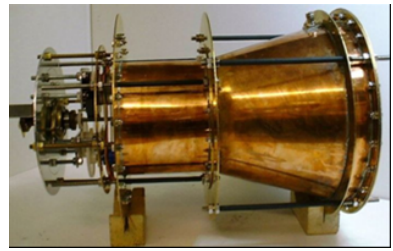


Рис. 1. Внешний вид "EM DRIVE"

Внешний вид генератора Шоера показан на рис. 1. Его устройство достаточно просто: магнетрон генерирует микроволны, а энергия колебаний накапливается в закрытом со всех сторон медном резонаторе высокой добротности (под добротностью резонатора (колебательной системы, в которой происходит накопление энергии колебаний) понимается параметр колебательной системы, характеризующий, во сколько раз запасы энергии в системе больше, чем потери энергии за один период колебаний). Последний выполнен в форме усеченного конуса и открытого со стороны космического пространства. Генератор микроволн (слева) направляет излучение в резонатор вблизи его большего основания, усиливаются в нем и, многократно отражаясь от стенок полой емкости, создает одностороннюю тягу за счет, предположительно, разности радиационного давления на его стенки. Микроволновое излучение генерируется исключительно за счет электрической энергии, что позволит питать двигатель «EmDrive» от солнечных батарей, от термоэлектрических радиоизотопных генераторов или от миниатюрных ядерных реакторов. Для работы двигателя не требуется никакого топлива или рабочей массы, он будет работать до тех пор, пока элементы его конструкции физически не выйдут из строя.

Р. Шойер даже получил на свой «EmDrive» государственный грант, однако ничто не убедило критиков: они отрицали теоретическую часть работы и настаивали на том, что, согласно закону сохранения импульса, двигатель «EmDrive» работать не может. Однако в 2009…2010 годах китайская исследовательская группа из North Western Polytechnical University, Xi'an, China под руководством проф. Yang Juan построила аналог «EmDrive» и подтвердила, что тяга двигателя достигала 720 милиньютон (~ 0,073 кгс.) [11]. Этого вполне достаточно, чтобы практически использовать аппарат в силовых установках космических аппаратов. Для питания такого двигателя подошла бы электроэнергия солнечных генераторов. Однако и эти эксперименты не обратили на себя внимания: подавляющее большинство физиков признаёт эту идею антинаучной, поскольку она с их точки зрения отрицает закон сохранения импульса. Возражения Шойера, основанные на том, что ошибочны не законы физики, а их трактовка физиками, не были приняты, как обычно, во внимание, и в течение более 10 лет в адрес изобретателя сыпались лишь насмешки и издевательства. Именно поэтому подтверждение работоспособности различных по

конструкции устройств «Cannae Drive» и «EmDrive» исследователями НАСА прозвучало настоящей сенсацией.

3. Методика испытаний двигателя «Cannae Drive» и «EM Drive».

Группе исследователей из лаборатории «Eagleworks» космического центра имени Джонсона оказалось достаточным 8 дней, чтобы убедиться в работоспособности идеи использования микроволнового излучения для создания тяги. Подвесив двигатель» на крутильные весы с чувствительностью в 1 мкН, находящиеся в герметичной вакуумной камере из нержавеющей стали (рис. 2), и включив её, испытатели зафиксировали берущуюся, казалось бы «ниоткуда» тягу. Испытания в НАСА были проведены на очень низкой мощности (в 50 раз меньше, чем в эксперименте Шойера в 2002 году и в 150 раз меньше, чем в китайском эксперименте в 2010 г.). Тем не менее чистая тяга двигателя «Cannae Drive» при пяти запусках составила от 30 до 50 мН при 28 Вт входной мощности. Лучшие результаты дало испытание двигателя «EmDrive», у которого тяга колебалась от 91, 2 до 116 мН при входной мощности 17 Вт.

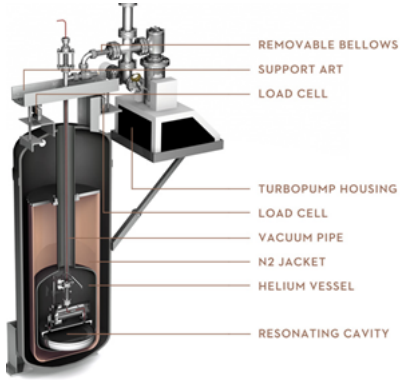


Рис. 2.

Для «чистоты» эксперимента исследователи «взвешивали» устройства не только во включённом, но и выключенном состоянии. И не напрасно, поскольку выяснилось, что на весы влияет магнитное поле, возникающее в силовых кабелях, питающих установку. Для выяснения того, где, собственно, возникает тяга, исследователи испытали также так называемое «нулевое устройство»), отличающееся отсутствием в стенках резонатора «Cannae Drive» прорезей, создающих по замыслу автора «ассиметрию» радиационного давления. С той же целью

испытывались образцы двигателя «Cannae Drive» с использованием резонатора и без него, когда нагрузкой магнетрона служил обычный резистор. В обоих случаях тяга не возникала. Однако механизм возникновения тяги оставался исследователям непонятным. Поэтому и в итоговом отчете, и в докладе на конференции они ограничились заключением, что «устройство … создаёт силу … которую нельзя приписать никакому из известных электромагнитных явлений», и призвали других исследователей перепроверить их эксперименты, прежде чем апробировать двигатели в космосе. В настоящее время, по сообщению Р. Шойера на конференции МАК 2014 в Торонто, проверку «EmDrive» осуществляют 4 независимых организации в 3 разных странах.

4. Нарушают ли двигатели Шоера закон сохранения импульса?

Классическая механика утверждает, что для создания движения необходимо «от чего-нибудь оттолкнуться». Поэтому с позиций современной физики суммарный импульс двигателя Шойера должен оставаться нулевым, коль скоро границы его устройства «ничто не покидает». Это объясняет, почему специалисты буквально ополчились против Шойера, называя его концепцию антинаучной и даже мошеннической. Такая позиция поставила испытателей EmDrive в трудное положение, вынуждая их выдвигать весьма смутные компромиссные концепции типа того, что резонатор Шойера «может работать посредством создания виртуального плазменного тороида, который реализует тягу с помощью магнитной гидродинамики при квантовых колебаниях вакуума» и потому «демонстрирует взаимодействие с квантовым вакуумом виртуальной плазмы».

Однако утверждения о нарушении двигателем Шойера закона сохранения импульса целиком основаны на существующей физической парадигме, делящей материю на вещество и поле. С этих позиций система, состоящая в данном случае из генератора электромагнитных колебаний и закрытого со всех сторон полого резонатора с непроницаемыми для электромагнитных волн стенками, является замкнутой. Между тем, строго говоря, замкнутых систем в природе не существует, если только не относить к ним Вселенную как целое, понимаемую как совокупность всех без исключения взаимодействующих (взаимно движущихся) материальных тел и полей, поскольку науке вообще не известны способы изоляции системы не только от эфира, но и от

гравитационных полей и потоков нейтрино. Следовательно, действительным основанием для «научной общественности» является не проблема замкнутости или незамкнутости двигателя Шойера и ему подобных устройств, а подмена эфира электромагнитным полем, для которого они действительно замкнуты.

Положение станет совершенно иным, если в соответствии с методологией энергодинамики как дисциплины, обобщающей методы неравновесной термодинамики на другие области знания [12], рассматривать вещество и эфир как компоненты единой материальной системы, способные переходить друг в друга. В такой системе электромагнитные колебания в веществе модулируют нейтральный эфир, распространяясь в нем в виде колебаний его плотности соответствующей частоты. Эта часть спектра колебаний эфира, возбуждающая во взаимодействующих с ним телах электромагнитные колебания, ошибочно трактуется в настоящее время как электромагнитное поле, т.е. некая субстанция, существующее в свободном от вещества пространстве независимо от своих источников (зарядов и токов).

Признание единства вещества и эфира как открытой системы является ключом к пониманию работы устройств, подобных рассматриваемым. В них электромагнитное поле в резонаторе модулирует эфир, порождая неоднородное распределение в нем плотности энергии. В свою очередь градиент $(\partial E_в/\partial \mathbf{r})$ энергии эфира $E_в$ порождает его напряженное состояние. Оно характеризуется силой $\mathbf{F}_в$, определяемой в энергодинамике как взятая с обратным знаком частная производная от энергии эфира $E_в$ по пространственной координате $\mathbf{r}$:

$$\mathbf{F}_в \equiv -(\partial E_в/\partial \mathbf{r}) . \qquad (1)$$

Если считать что энергия любой моды эфира $E_ν$ определяется тем же выражением, что и для любых других волн, т.е. пропорциональна плотности колеблющейся среды ϱ, квадрату амплитуды волны $A_в$ и ее частоты ν [13]

$$E_ν = \varrho A_в^2 \nu^2/2 \ \ (Дж/м^3), \qquad (2)$$

то сила $\mathbf{F}_ν$, действующая с ее стороны на помещенное в эфир тело (в данном случае двигатель Шойера) будет равна:

$$\mathbf{F}_ν \equiv -\varrho A_в \nu \, (\partial \psi_в/\partial \mathbf{r}) . \qquad (3)$$

где $\psi_в = A_в\nu$ – величина, названная нами потенциалом волны; $(\partial \psi_в/\partial \mathbf{r})$ – его градиент [14].

Эти силы, суммируясь по всем модам спектра электромагнитных колебаний в резонаторе двигателя Шойера,

определяет силу противодействия $\mathbf{F}_в$ эфира электромагнитному полю, создаваемому в нем микроволновым генератором. Иными словами, двигатель Шойера является *эфироопорным*.

Признание этого обстоятельства сулит заманчивые перспективы создания космических двигателей без отброса массы. Станет излишним создание запаса расходных материалов, составляющих львиную долю стартового веса космических аппаратов [15]. Вместе с понижением его массы на порядок возрастет и его послестартовое ускорение, что резко сократит длительность полетов внутри Солнечной системы, и сделает их более экономичными. Будет проще и дешевле корректировать орбиты спутников и орбитальных станций и т.д., и т.п.

5. Обсуждение результатов.

Как видим, никакого противоречия двигателя Шойера с законом сохранения импульса не возникает, если электромагнитное поле рассматривать не как независимую от его источника материальную сущность, а считать его свойством эфира, характеризующим его напряженное состояние. Это означает возврат к классическим представлениям об эфире как всепроникающей и светоносной материальной среде, обладающей отличной от нуля плотностью и колеблющейся в неограниченном диапазоне частот. Недавним свидетельством реальности такой среды является сделанный инфракрасным телескопом «WISE» снимок звезды «Zeta Ophiuchi» с массой, в 20 раз превышающей массу Солнца и движущейся со скоростью 24 км/с. Этот снимок обнаружил подобие «скачка уплотнения», создаваемого в космическом пространстве движущейся звездой впереди себя, что свойственно газообразным средам [16]. Эта среда, состоящая из «запыленного» веществом эфира, и является той материальной «опорой», с которой взаимодействует двигатель Шойера в полном соответствии с законом сохранения импульса.

Следует отметить, что тот же «механизм» взаимодействия поля зарядов или токов в веществе с эфиром порождает и возникновение подъемной силы в летательных аппаратах Т.Брауна [17]. В этих устройствах, работающих по принципу конденсатора, источник постоянного или пульсирующего напряжения создает на его обкладках электростатическое поле, которое и поляризует и заполняющий его объем электрически нейтральный эфир, порождая в нем силу, определяемую выражением (3). Эта сила противодействует электростатическому полю, поскольку для

замкнутой системы конденсатор + эфир результирующая сила обязана быть равной нулю (третий закон Ньютона). Взаимодействие этих полей и объясняет эффект Бифельда – Брауна [18].

С этих позиций вызывает недоумение неприятие эфира научной средой, предпочитающей подменить его физическим вакуумом [19]. Эта подмена лишила электромагнитные и любые другие волны среды их распространения [20] и сделала невозможным развитие более прогрессивной волновой теории строения материи, согласно которой вещество образовалось из эфира путем его «конденсации» с приобретением при этом формы, протяженности в пространстве, границ и ряда дополнительных физико-химических свойств [21]. Эта концепция исказила смысл самого кванта действия, подменив дискретную в пространстве и времени волну эфира фотоном как частицей, лишенной протяженности и излучаемой в процессе, лишенном длительности [22].

Поэтому успешные испытания в НАСА двигателей Шоера является сокрушительным ударом по сложившейся в настоящее время парадигме, открывая невиданные перспективы полетов в космическом пространстве.

Литература

1. White H. Eagleworks Laboratories: Warp Field Physics. // NASA Technical Reports Server, 4.08. 2013.
2. Brady D., White H.G., March et al. Anomalous Thrust Production from an RF Test Device Measured on a Low-Thrust Torsion Pendulum. // AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference; 50th; 28-30 Jul. 2014; Cleveland, U.S.A.
3. Тамм И.Е. Основы теории электричества. - М.: Наука, 1989, с. 404-411.
4. Graham G.M., Lahoz D.G. //Nature, (**285**), 1980, p. 154.
5. Иванов Г.П., Иванов Ю.Г. Способ получения тяги. Патент RU на изобретение № 2172865 с приоритетом от 02.06.1999.
6. Kushelev A., Polischuk S. et al. The microwave engine.//Aircraft Engineering and Aerospace Technology, (**72**), №4, 2000, pp. 365-366.
7. Shawyer R.C. Microwave propulsion – progress in the EmDrive programmme" R Ltd UK. IAC-08-C4.4.7 Glasgow 2008.
8. Shawyer R.C. The EmDrive Programme – Implications for the Future of the Aerospace Industry. // SPR Ltd UK. CEAS 2009. Manchester 2009.

9. Shawyer R.C. The EmDrive – a new satellite propulsion technology. // SPR Ltd UK. 2nd Conference on disruptive technology in space activities. Toulouse, 2010.
10. Shawyer R.C. High Q Microwave Radiation Thruster. // UK Patent No GB2493361. Published Feb 2013.
11. Yang Juan, Wang Yuquan et al. Net thrust measurement of propellantless microwave thrusters. // Acta Phys. Sin. Vol.61, No. 11 (2012).
12. Эткин В.А. Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии).- СПб.: «Наука», 2008, 409 с.
13. Крауфорд Ф. Берклеевский курс физики. Т.3: Волны. М.: Мир, 1965. 529 с.
14. Эткин В.А. Теоретические основы бестопливной энергетики. – Канада, «Altaspera», 2013. 155 с.
15. Эткин В.А. К оптимизации удельного импульса тяги ракетных двигателей. //Известия вузов. Авиационная техника. 1999. №1. С.76-78.
16. Runaway Star Plows Through Space. http://www.jpl.nasa.gov/wise/newsfeatures.cfm?release=2011-026 от 26.01.2011.
17. Khmelnik S.I. Capacitor Engine for an Air craft. Israel Patent Application Number 200435, 28.11.2013.
18. Biefeld–Brown effect, http://en.wikipedia.org/wiki/Biefeld%E2%80%93
19. Эткин В.А. Заменяют ли эфир понятия поля и физического вакуума? http://www.iri-as.org , 17.10.2014.
20. Эткин В.А. От фотонов – к солитонам. http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/11812.html, 19.02.2012.
21. Эткин В.А. Эфир без гипотез. http://sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/14245.html.
22. Эткин В.А.Переосмысление закона излучения Планка. http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/14821.html, 15.04.2015.

Авторы

Андреев Юрий Петрович, *Россия.*
petrovic11@rambler.ru

Верин Олег Гаврилович, *Россия.*
verinOG@list.ru

Кандидат технических наук.
Родился в Москве в 1948 году. В 1970 г. окончил Московский институт электронного машиностроения (МИЭМ). Работал на предприятиях электронной и атомной промышленности. Является автором многих научных статей и трех книг, имеет несколько изобретений. Сфера научных интересов – электродинамика, теория элементарных частиц, макроскопические квантовые эффекты, альтернативная энергетика.

Коджаманян Рубен Георгиевич, *Россия.*
kojamanyan@yandex.ru, farn79@rambler.ru

Род. в 1955 г. в Абхазии в поселке Пицунда. Закончил Ереванский государственный медицинский институт. Физикой интересовался с самого детства. Интересы: теоретическая физика, политика, шахматы.

Петров Владимир Александрович; *Россия.*
vpetrov195757@mail.ru

Родился 9 мая 1957 г., в поселке Баштанка Николаевской области, Украина. Окончил в 1979 году Николаевский Государственный Педагогический Институт (НГПИ), физико - математический факультет. Работал учителем физики в средней школе, затем на разных должностях в Николаевском морском торговом порту. Последняя должность в порту – заместитель директора стивидорной компании ЕТСК. Основными хобби являются астрономические исследования, ритмология и библеистика.

Разумов Илья Кимович; *Россия.*
iraz@k66.ru
Родился 5 февраля 1976 года в Свердловске, Россия. Окончил ср.школу N3 (1993 г., с отличием), физико-технический факультет УГТУ-УПИ, кафедра теор. физики (1999 г., с отличием). Кандидат физико - математических наук, старший научный сотрудник Института физики металлов Уро РАН (Екатеринбург). Автор 15 публикаций в рецензируемых физических журналах. Постоянный автор журналов «Сознание и физическая реальность» и «Доклады независимых авторов».

Хизиров Юсуп Саламович, *Россия.*
yusup1959@mail.ru
Фермер, образование - Сельскохозяйственный техникум

Хмельник Соломон Ицкович, *Израиль.*
solik@netvision.net.il
К.т.н., научные интересы – электротехника, электроэнергетика, вычислительная техника, математика. Имеет около 200 изобретений СССР, патентов, статей, книг. Среди них – работы по теории и моделированию математических процессоров для операций с различными математическими объектами; по новым методам расчета электромеханических и электродинамических систем; по управлению в энергетике; по альтернативной энергетике.

Эткин Валерий Абрамович, *Израиль.*
v_a_etkin@bezeqint.net
Доктор технических наук, профессор, действительный член Европейской Академии естественных наук и Международной Академии биоэнергетических технологий. Руководитель ассоциации биоэнергологов "Энергоинформатика"