



Шаровая молния — форточка в другой мир

Г.Д. Шабанов.

НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ

2018

«Я долженъ былъ прибегнуть къ оригинальнымъ источникамъ и просмотреть несколько сотенъ томовъ сборниковъ (Парижской) академіи наукъ, лондонскихъ философскихъ трансакцій, берлинскаго собранія, журнала физики и пр. и пр. Мне пришлось пробежать множество сочиненій, описаній путешествій древнихъ и новыхъ, даже рукописныхъ мемуаровъ, по большей части составленныхъ безъ метода, ясности и определенной цели; пришлось, наконецъ, прочесть все что являлось мне съ нередко-обманчивою надеждою—открыть, среди тысячи пустыхъ подробностей, одинъ фактъ, одну заметку, одну простую цифру, полезную для науки».

Араго Франсуа — 1838 год

Джордж Барри (1980) в своей монографии привел 1979 ссылок, и примерно в 1000 из них была информация о наблюдениях за природной шаровой молнией. Значительную часть ссылок он взял из материалов, опубликованных в средствах массовой информации — газетных и журнальных статьях, где о достоверности описания наблюдений о шаровой молнии говорить не приходится.

1980 год

«Исследователям для решения проблемы шаровой молнии не хватает своей жизни, из-за большого объема информации».

С.И. Степанов — 2004 год

Существуют сотни гипотез о природе шаровой молнии и несколько видов их классификаций. Только наш институт подарил миру не менее трех гипотез о природе шаровой молнии:

1. Гипотеза С.И. Степанова (1993) о шаровой молнии как аэрозольном облаке, в котором идут химические реакции с образованием заряженных частиц, которые создают собственное электрическое поле [*С.И. Степанов.: Природа шаровой молнии. Природа, 1995, №6, сс. 107-117.*].

2. В гипотезе Б.Л. Бирбраира (2001) шаровая молния представляет собой бублик со сверхпроводящей поверхностью, по которой текут токи [*Б.Л. Бирбраир.: Ball lightning as a possible manifestation of high-temperature superconductivity in Nature. arXiv:physics/0102012v1 [physics.class-ph] 6Feb 2001.*].

3. Гипотеза Г.Д. Шабанова (1988) будет представлена в настоящем докладе и можно с ней дополнительно ознакомиться по следующему адресу:

https://www.researchgate.net/profile/Gennady_Shabanov2/research и [*Г.Д. Шабанов.: О возможности создания природной шаровой молнии новым видом импульсного разряда в лабораторных условиях. УФН. Январь 2019.*].

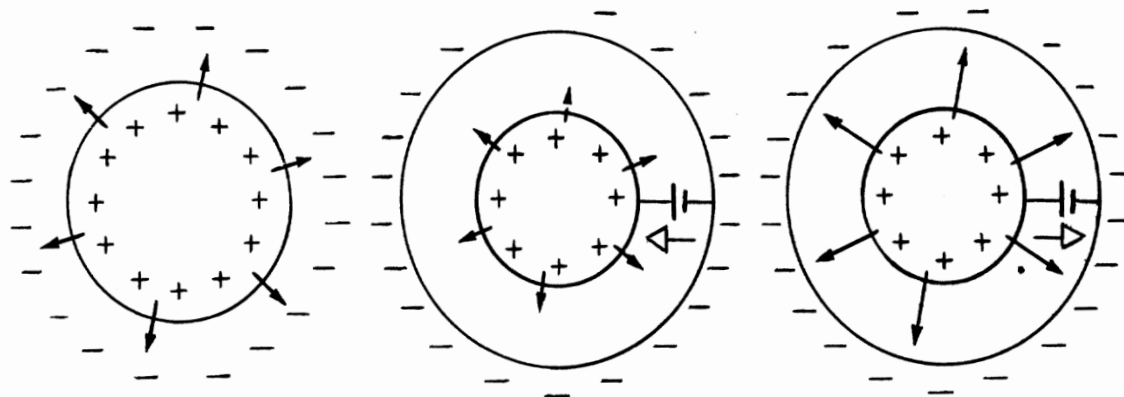
Анализ некоторых гипотез из имеющихся порядка пяти сотен показал, что многие гипотезы с трудом различимы друг от друга. Покажем это на примере вышеприведенных гипотез.

По п. 1: В приложении к монографии [*И.П. Стаханов.: О физической природе шаровой молнии. М., Научный мир, 1996, 264 с.*] есть обзор О.А. Синкевича где он написал, что у С.И. Степанова появилась модель аналогичная модели ранее разработанной академиком Б.Б. Кадомцевым [*В.В. Kadomtsev.: Ball lightning as a phenomenon of self-organization. J. Moscow Phys. Soc. 1991. V. 1. P. 335-340*].

По п. 2: Если гипотез аналогичных гипотезе Степанова несколько десятков, то о шаровой молнии, в основе которой лежат тороидальные конструкции, не писал только ленивый. Таких гипотез более сотни. Последняя в трудах международной конференции этого года — [*Daniele Funaro.: A Model for Ball Lightning Derived from an Extension of the Electrodynamics Equations. Proceedings of International Conference "Atmosphere, ionosphere, safety" (AIS-2018). P. 307-311.*], которую мы покажем.

По п. 3: «У автора давно имелась информация, затрагивавшая проблему шаровой молнии» — [*Валентин Белый.: Шаровая молния – схема устройства, причина устойчивости. <http://n-t.ru/tp/mr/smb.htm>. 2011.*]. Это гипотеза Валентина Белых (в одной из его версий) близка к гипотезе Г.Д. Шабанова. В 1981 году автор предложил удерживать плазму для управляемого термоядерного синтеза электростатическим полем заряженной оболочки. Десять лет по этому поводу он вел переписку с научными организациями. За это время он подал заявку на открытие (1983 г.) и только в 2011 г. все появилось в открытой печати — в интернете. Теоретически Шабанов это мог знать. Практически копия модели Шабанова есть у Зайцевых [*И.В. Зайцев, С.В. Зайцев.: Электростатическая модель шаровой молнии. Письма в ЖТФ, том 17. вып. 7. С. 34-37. 1991.*], где шаровая молния представляет собой аналог мыльного пузыря с нескомпенсированным положительным электрическим зарядом. У Шабанова нескомпенсированный электрический заряд отрицательный.

Модель С.И. Степанова (1993)



→ Электрическое поле
 ⇨ Ток

Модель шаровой молнии как аналог электрохимического аккумулятора. Молния представляет собой аэрозольное облако (слева), в нем происходят химические реакции с образованием заряженных частиц, что служит причиной возникновения стороннего тока, который поддерживает собственное электрическое поле. Внутренняя и внешняя части молнии заряжены противоположно, давление внутри молнии чуть меньше, чем снаружи. При мгновенном значении поля меньше величины, соответствующей ЭДС (в середине), течет сторонний ток, происходит разделение зарядов за счет превращения химической энергии в электрическую.

Поле увеличивается. Если поле больше величины, соответствующей ЭДС (справа), возникает ток проводимости. Поле уменьшается. В зависимости от мгновенного значения электрического поля результирующий ток может течь в одну или другую сторону. Внешняя оболочка молнии может быть частично потеряна во время ее эволюции, например, сдута при движении. На следующих рисунках молния изображена без внешней оболочки, т. е. представлена своим ядром, в основном и определяющим рассматриваемые здесь свойства ШМ.

Модель Б.Л. Бирбраира (2001)

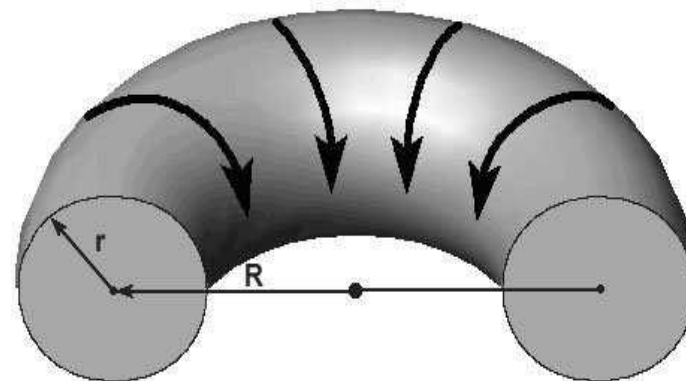


Figure 1: The torus of radius R and the tube radius r . The superconducting surface current is shown by arrows.

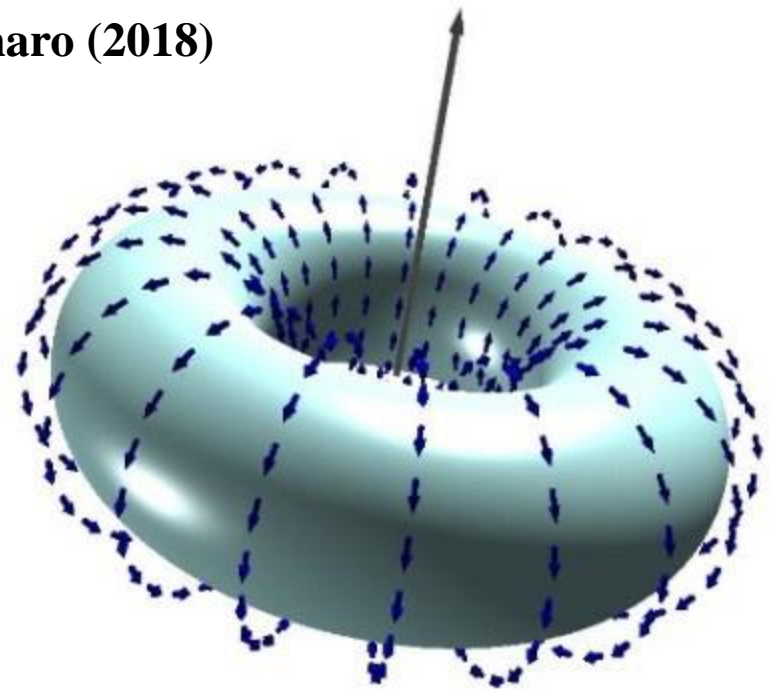
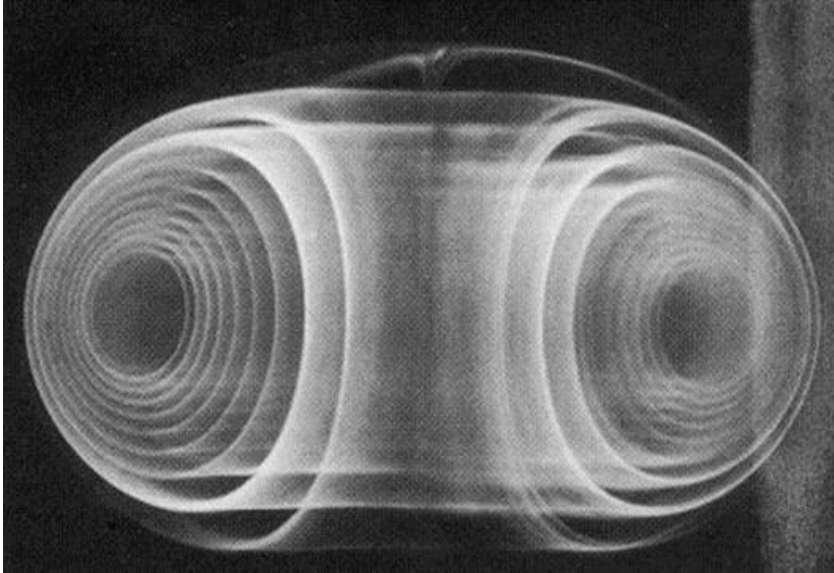
Наряду с интенсивной работой в области физики высоко-температурной плазмы Б.Б. Кадомцев не переставал интересоваться общими вопросами теоретической физики. Так, в 1957 г. он построил теорию флуктуаций функции распределения для кинетического уравнения Больцмана. Позже, в связи с открытием пульсаров, он выполнил ряд интересных работ по исследованию свойств вещества в сверхсильном магнитном поле. Около десяти лет назад им выдвинута интересная идея шаровой молнии как газового аккумулятора, в котором самоогласованно генерируются магнитное и электрическое поля. Недавно, в связи с экспериментальным получением конденсата Бозе–Эйнштейна, Б.Б. дал новый прозрачный анализ физики этого фундаментального явления. Со студенческих лет его не оставляла мысль объяснить проявление волновых свойств микрообъектов как результат их взаимодействия с внешними макроскопическими объектами, и при всякой возможности он следил за новыми идеями в области фундаментальных основ и интерпретации квантовой механики.

Не прекращая плодотворную научную деятельность в объяснении аномальных явлений в плазме токамака (результатами которой явились его основополагающая теория внутренних срывов в токамаке, работа по теории подобия для процессов переноса в плазме в магнитном поле, теория самоорганизации плазмы токамака), Б.Б. ведет большую научно-организационную работу. С 1973 г., после кончины Л.А. Арцимовича, Б.Б. Кадомцев возглавляет Отделение физики плазмы в ИАЭ им. И. В. Курчатова (впоследствии Институт ядерного синтеза РНЦ "Курчатовский институт"). В 1976 г. он становится главным редактором журнала "Успехи физических наук". Одновременно он является председателем Объединенного научного совета РАН по комплексной проблеме "Физика плазмы", руководит научными исследованиями в рамках проекта международного опытного термоядерного реактора.



Борис Борисович Кадомцев
(09.11.1928 – 19.08.1998)

*Е.П. Велихов, В.Л. Гинзбург, А.В. Гапонов-Грехов,
А.М. Дыхне, Л.В. Келдыш, Ю.Л. Климонтович,
В.И. Коган, М.Б. Менский, Л.П. Путаевский,
В.Е. Фортков, Н.А. Черноплеков, В.Д. Шафранов*



Fluid vortex ring colored with dye (courtesy of T. T. Lim, Nat. Univ. of Singapore). Similar behavior is obtained in the framework of EM waves with the help of the new set of equations. (*Proceedings of International Conference "Atmosphere, ionosphere, safety" (AIS-2018). P. 307-311.*)

Необходимость в преимуществах теоретического исследования шаровой молнии никто не отрицает, но перечисление, не говоря уже об изучении имеющихся гипотез (порядка 500 штук, с интернетовскими вариантами более 1000), утомительно и, в какой-то момент, понимаешь, бессмысленно. Это говорит о том, что информацию о шаровой молнии мы вынуждены получить другим путем.



Доклад хорошо было бы начать с краткого анализа современного состояния проблемы шаровой молнии и принципах построения гипотез о шаровой молнии (например: A.I. Nikitin, V.L. Bychkov, T.F. Nikitina, A.M. Velichko and V.I. Abakumov: Sources and components of ball lightning theory. Journal of Physics: Conference Series **996 012011 (2018)). У докладчика имеется статья с подобным названием и ее вступительная часть занимает около 10 страниц. Для сокращения изложения часть этой информации вынесена в приложение к докладу (для тех, кто хочет ознакомиться с этой проблемой в большем объеме).**

Со следующего слайда изложение нашей гипотезы и экспериментов ее подтверждающих.

26.09.88

Уважаемый товарищ Шабанов!

Из содержания письма следует, что в нем модель шаровой молнии (ШМ) представлена, в основе которой находятся положения:

- при образовании ШМ - "выдувание", она вытесняет воздух и внутри ее образуется вакуум";

- в оболочку ШМ включаются одноименные заряды - электроны.

Дело автора придерживаться такой модели. Однако данные положения представляются весьма не реальными.

По первому пункту она, якобы, обладает автономным механизмом вытеснения воздуха, что трудно найти в реальных условиях, в природе.

В материале причина возникновения ШМ не раскрыта, а это самое главное.

? — Возражений по одноименно заряженной оболочке - нет.

Однако также неясно, откуда эти электроны появляются, что с положительными зарядами, где они?

Модель еще сырая, над ней надо много работать.

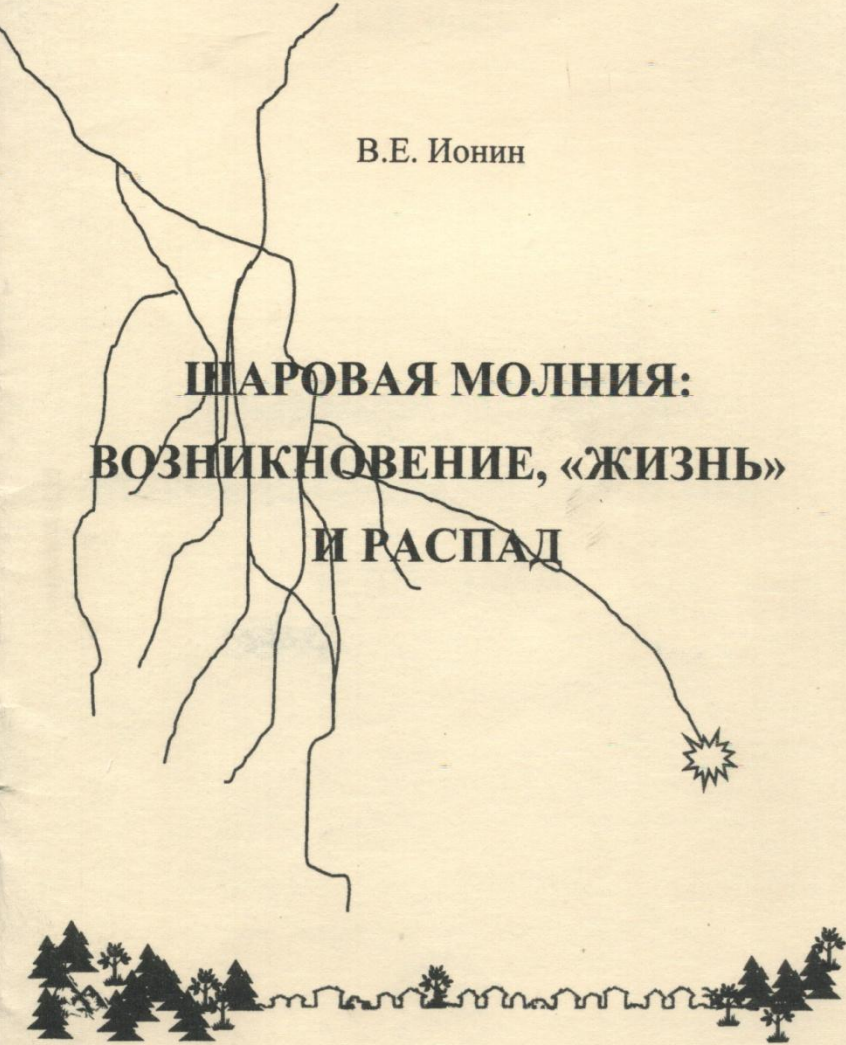
Для публикации оснований нет.

Председатель секции ШМ
лаборатории "Инверсор"
при "ТМ"

З-р техн. наук *Ионин*

В.Е.Ионин

В.Е. Ионин



**ШАРОВАЯ МОЛНИЯ:
ВОЗНИКНОВЕНИЕ, «ЖИЗНЬ»
И РАСПАД**

Москва 2006

УДК 551.594 (09)

ББК 26.233

И 75

Ионин В.Е.

И 75 Шаровая молния: возникновение, «жизнь» и распад. – 2-е изд. – М.: Компания Спутник+, 2006. – 51 с.

ISBN 5-364-00397-3

В книге рассматриваются вопросы возникновения в воздухе, «жизнь» и распад шаровой молнии, состоящей из смеси положительных и отрицательных электрических ионов и «магнитных ионов», заключенных в газовые оболочки («шубы»).

«Магнитные ионы» в условиях волнового сопротивления являются также электрическими ионами.

Форма шаровой молнии – сфера. В направлении оси, обусловленной линейным разрядом, все четыре вида плотности ионов совершают во времени положительное смещение с определенной скоростью.

Удельная электрическая проводимость шаровой молнии имеет волновую природу, а ее ток является током смещения смеси ионов.

Книга рассчитана на научных сотрудников, аспирантов, студентов и лиц, интересующихся проблемой шаровой молнии, защитой помещений от проникновения в них молний и переносом приобретенной шаровыми молниями мощности в местах возникновения до мест распада.

Приводимый список литературы относится только к настоящей теории.

Во втором издании проведены необходимые уточнения, коррективы и дополнения и введен пункт по проблеме предварительного описания четочной молнии.

Книга издана в авторской редакции доктора технических наук, профессора В.Е. Ионина.

*Частному Региональному Дистрибутору
от автора
Владимир Ионин*

УДК 551.594 (09)

ББК 26.233

Отпечатано с готового оригинал-макета автора.

ISBN 5-364-00397-3

Ионин
1. Сдана 06.10.08
© Ионин В.Е., 2006

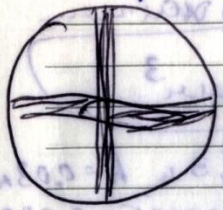
Формулировка задачи — создать шаровую молнию

Для постановки эксперимента необходимо иметь гипотезу явления и вытекающую из нее идею эксперимента. Эту мысль прекрасно сформулировал Анри Пуанкаре следующим образом: «Нередко говорят, что следует экспериментировать без предвзятой идеи. Это невозможно; это не только сделало бы всякий опыт бесплодным, но это значило бы желать невозможного». Наша «предвзятая» идея следовала из гипотезы родившейся при анализе наблюдательных данных приведенных в монографии Стаханова (1979 г.) — шаровая молния должна парить (левитировать) в атмосфере, излучать в оптическом и радиодиапазоне электромагнитных волн, содержать нескомпенсированный электрический заряд и т.д.

Кроме этого из наблюдений следует, что большинство наблюдавшихся рождений природных шаровых молний происходило из включенных в сеть или заземленных проводников при мощной кратковременной эмиссии заряда в воздух, таких случаев около 66 % (!). Шаровые молнии, рожденные индуцированием из проводников, по параметрам и свойствам не выпадают из общего ряда наблюдаемых шаровых молний. В дополнение к этому отметим, что некоторые исследователи отмечали простоту образования «технических» шаровых молний при замыкании электрических цепей (появление из проводников). Например [1]: «Если уловить нечто общее в обстоятельствах их получения, то можно научиться, воспроизводимым образом, генерировать искусственные шаровые молнии в лабораториях».

[1] Архив И.П. Стаханова. Из письма, переписка: И.В. Подмошенский — И.П. Стаханову. Декабрь 1985 г. // Во время работы 13-ой Российской конференции по ХТЯ и ШМ (2005 г.) Инесса Георгиевна Стаханова передала нам часть Архива И.П. Стаханова. Авторы благодарны И.Г. Стахановой за переданные материалы.

Колокол зажигания



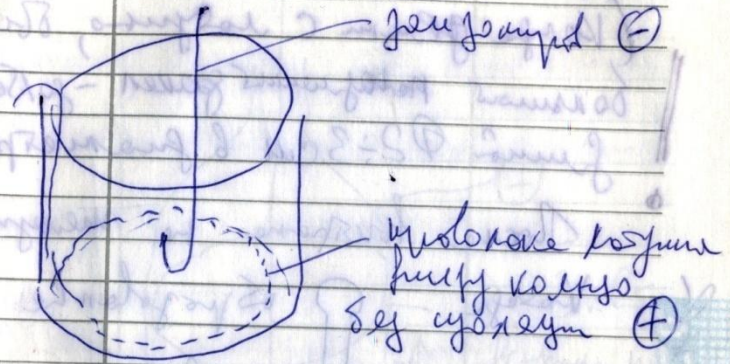
Блески

Сервис ввращающ

Зон тел 428 1105

рес 428 4380

10.05.02



Высота колокол ≈ 5 см высота, кон
холодный, ток и горит

Другие варианты, если нет солнца
или $V \approx 3000$ В. Визуально ищут
красно-оранжево-цвете $\approx \Phi \approx 3$ см

У нас концы ватера 600 микро, в
теплые или холодные $\approx 500 \div 600$ В,
или жаркие $700 \div 800$ В, или холод
 $\approx 500 \div 600$ вольт. В воздухе было и
он повисает как шарик, и сразу падает.
На воздухе, если только края
обгорели? Он был μ такой формы
 $\Phi \approx 5$ мм

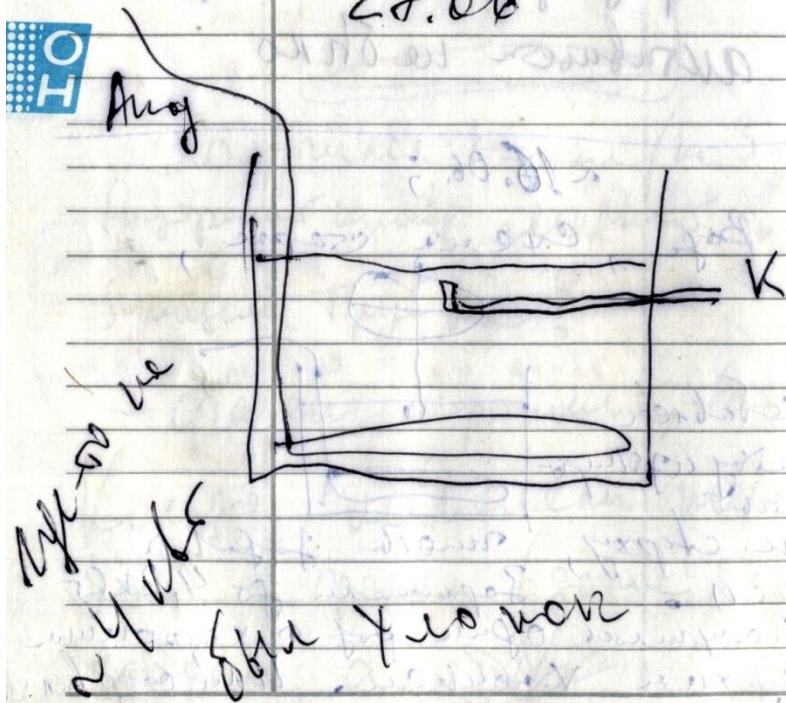
По теории (для красоты
Средств) терминирование
накануне экзамена

19.06.00 год

Учебник реферат аналог
(для Дашки, освободившейся)

Страница ноября 16.06.00г

27.06



Воспользуемся принципом
концентрации, то есть



то же направление,
то же 250 от
улыбка (?)
форме роста
из утомления
гасит кипит
быстрее, гасит

Термин

Поздравление с группой ESE

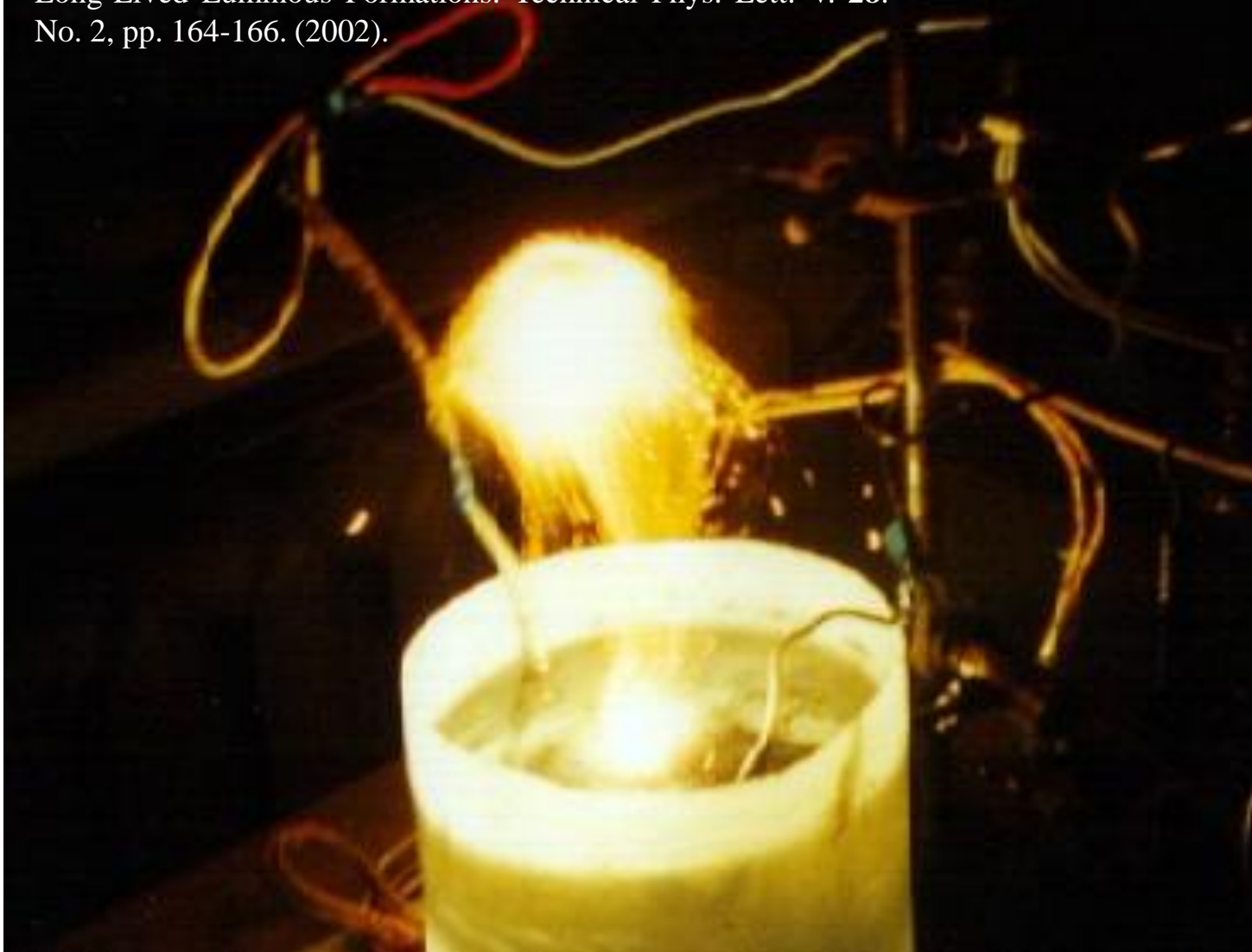
Сайт INTAS:

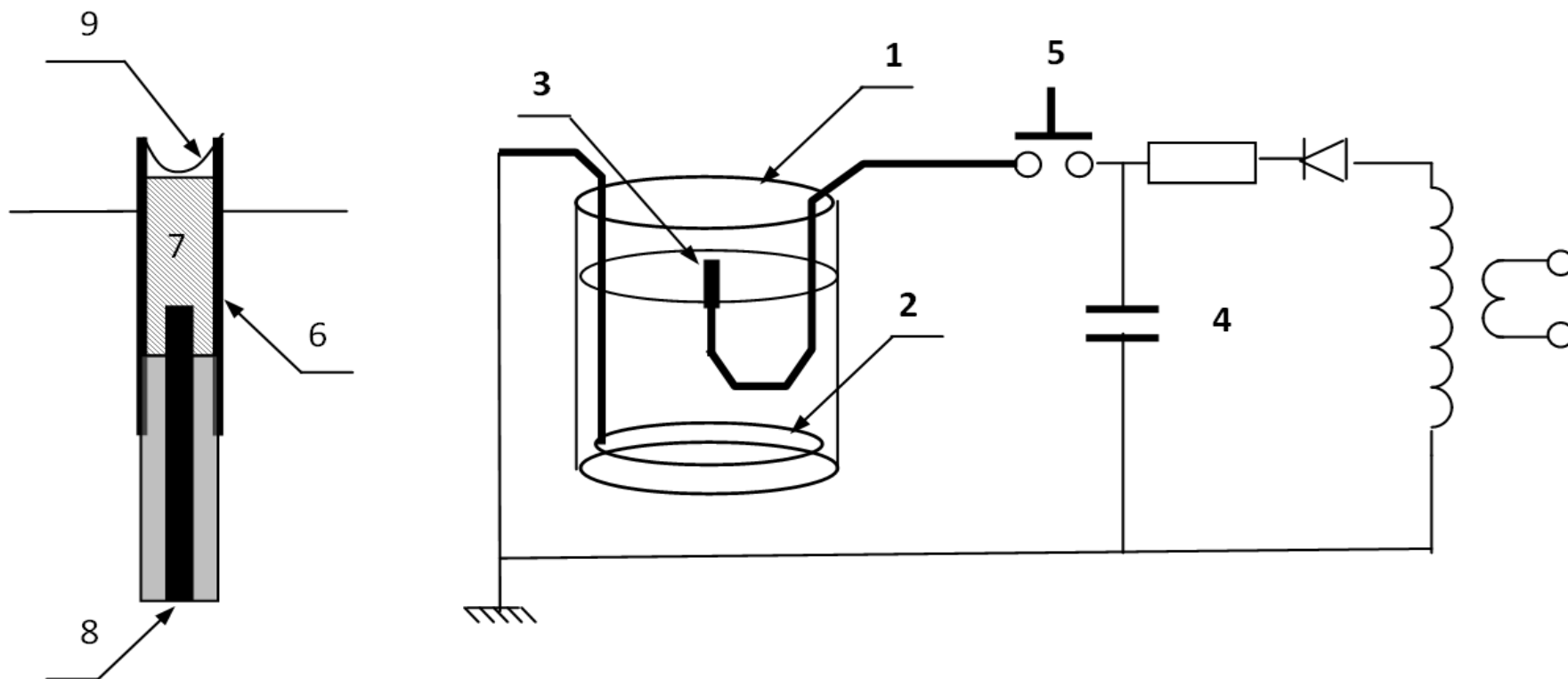
<http://www.intas.be/>

$\frac{h}{2e^2}$ - квант сопротивления = 13 КОМ

G.D. Shabanov.: The Optical Properties of Long-Lived Luminous Formations. Proceedings of the 3rd International Conference on Natural and Anthropogenic Aerosols, St. Petersburg, p. 368-370 (2001). Abbr. option: G.D. Shabanov.: The Optical Properties of Long-Lived Luminous Formations. Technical Phys. Lett. V. 28. No. 2, pp. 164-166. (2002).

Июль 2000





Установка для получения шаровых молний. 1 – полиэтиленовая емкость. 2 – кольцевой электрод. 3 – центральный электрод. 4 – конденсаторная батарея емкостью 0.6 мF. 5 – разрядник. 6 – кварцевая трубка. 7 – угольный или металлический электрод. 8 – медная шина. 9 – капля воды или вещества вводимого в разряд.



Май 2004



Шаровые молнии на этих фотографиях получены на одних режимах работы установки. Изменение визуального восприятия определяется только одним параметром — внешним освещением. На первом снимке видна тень от книжной полки из-за яркого освещения на которую накладывается тень от экспериментатора, второй снимок в лаборатории со слабым освещением, третий снимок сделан в потемках. В комплексе еще с десятками снимков (один из которых на следующем слайде), в сравнении с наблюдениями природных шаровых молний, анализа их цветов другими исследователями, удалось построить достаточно убедительную гипотезу этого явления — восприятия цветов шаровой молнии:

Shabanov G.D.: The Optical Properties of Long-Lived Luminous Formations. Proceedings of the 3rd International Conference on Natural and Anthropogenic Aerosols, St. Petersburg, pp. 368-370 (2001); Abbr. option: Shabanov G.D.: The Optical Properties of Long-Lived Luminous Formations. Technical Phys. Lett. V. 28. No. 2, pp. 164-166. (2002).



Вернемся к гипотезе.

В наших работах, например, [*G.D. Shabanov, A.G. Krivshich, B.Yu. Sokolovski and O.M. Zherebtsov: Laboratory modeling of Ball Lightning. Proceedings of the VI Russian Conference on the Atmospheric Electricity. Nizhniy Novgorod. IAP RAS, pp. 157-162 (2007).*], мы приводим гипотезу рождения шаровой молнии, которая образуется при остановке лидера линейной молнии. «Лидер растёт достаточно долго до 0,01 с — целая вечность в масштабе быстротечного явления импульсного электрического разряда» [*Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащиты. М.: Физматлит. 2001. 320 с.*] (время элементарных процессов в электрическом разряде $10^{-8} \div 10^{-10}$ с.). Лидер имеет головку, с которой стартует более 10^9 стримеров в секунду. Мы говорим об остановке лидера, когда заряд продолжает нагнетаться в головку лидера, и она начинает увеличиваться в диаметре. Одновременно происходит создание и рост диэлектрической оболочки шаровой молнии.

В какой-то момент давление нескомпенсированного заряда уравнивается давлением оболочки из полярного диэлектрика, нагнетание заряда прекратится, лидерный канал исчезнет — так происходит рождение шаровой молнии.

Более подробно. Вся стримерная зона представляет собой сильно-неравновесную систему из-за наличия источника сильного электрического поля — лидерной головки. В стримерной зоне, в низкотемпературной плазме воздуха, на фоне ионизационно-рекомбинационных, плазмохимических и электрофизических процессов происходит образование, в том числе, дипольных радикалов и молекул. Это не удивительно, у движущейся лидерной головки и лидера одновременно присутствуют 10^5 стримеров, которые стартуют с лидерной головки каждые 0.5 нс. Происходит остановка лидера, а процесс стартования стримеров с лидерной головки продолжается. В неоднородном электрическом поле дипольные радикалы и молекулы движутся в сторону усиления поля (к головке лидера), где и происходит процесс образования и нарастания диэлектрической оболочки. В таких, сильно-неравновесных системах, когда через систему прокачиваются потоки энергии и вещества, возможны коллективные процессы, самоорганизация. Это хорошо известные представления И.Р. Пригожина [*Пригожин И., Стенгерс И., (2003) Время, хаос, квант. К решению парадокса времени. М.: Эдиториал УРСС. 240 с.*], когда неравновесные, нелинейные и необратимые процессы являются источником когерентности, приводящие к пространственно-структурированному коллективному поведению, возникновению макроскопических диссипативных структур. Рождается пространственно-временная структура, в нашем случае это шаровая молния, которая обладает определенной устойчивостью. Давление дипольной оболочки уравнивается кулоновским расталкиванием одноименных зарядов, лидерный канал исчезает. Образовавшаяся шаровая молния наследует потенциал соответствующий потенциалу лидера в момент его исчезновения, и с этого момента она начинает свое существование в автономном режиме. Подобную самоорганизацию можно наблюдать дома, на сковородке.

При образовании шаровой молнии она наследует потенциал соответствующий потенциалу лидера в момент его исчезновения. Существует наблюдательная модель ШМ, параметры которой получены усреднением большого массива данных (средняя наблюдаемая ШМ, средняя ШМ) [*Смирнов Б.М. Наблюдательные свойства шаровой молнии. //УФН. 1992. Т. 162. № 8. С. 43-81.*]. Параметры средней ШМ даны в приложении к докладу. Проверим согласие параметров (статистических) средней ШМ со статистикой средних линейных молний, точнее со средним потенциалом, доставляемым к земле лидером средней линейной молнии, в рамках нашей гипотезы.

Нескомпенсированный заряд средней шаровой молнии (величины которого нет в наблюдательной модели ШМ), поставляемый лидером можно оценить как:

$$Q = 2EU^{-1} \quad (1), \quad \text{где}$$

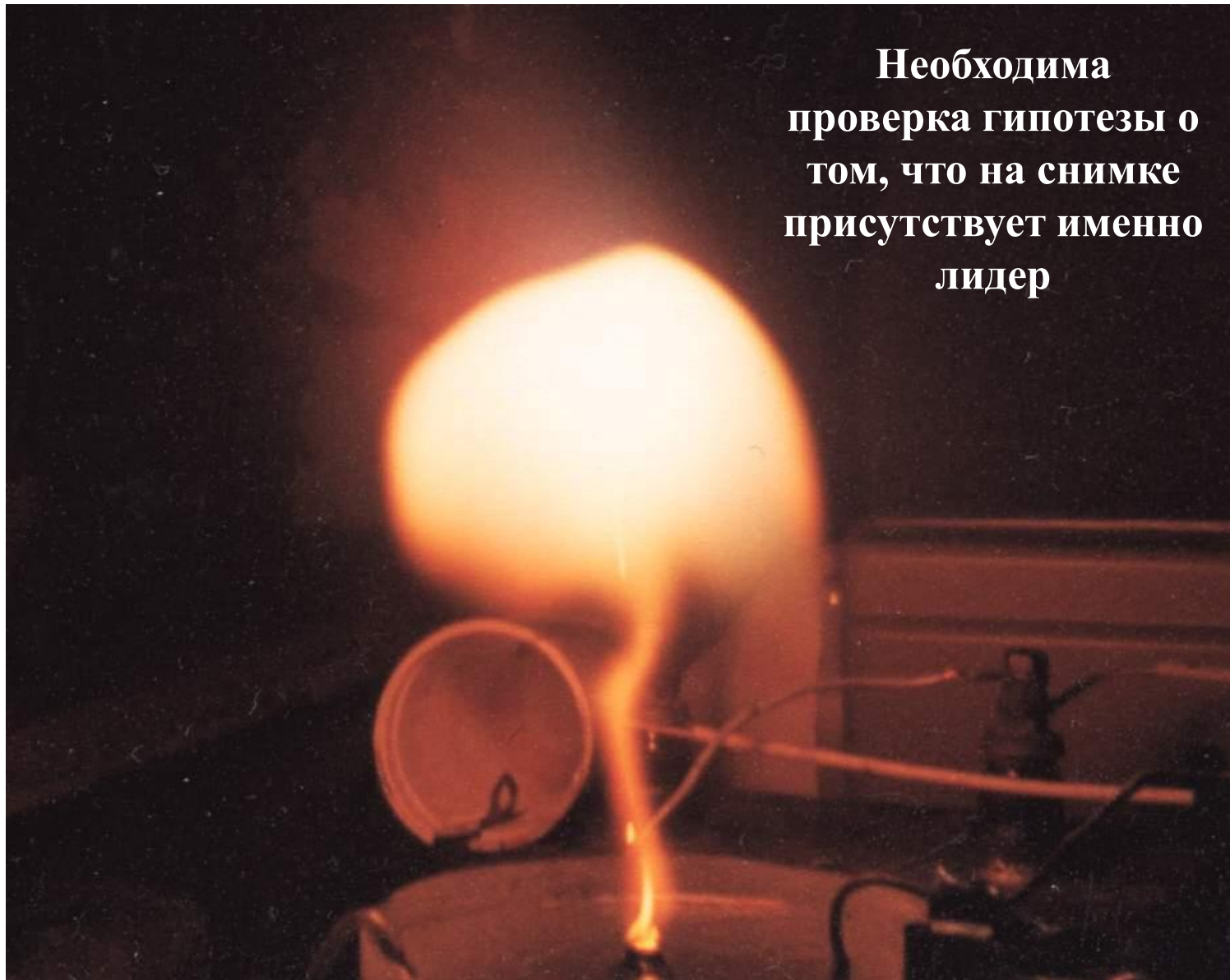
E — энергия средней ШМ (около 6 кДж, таблица X), U — потенциал, доставляемый к земле лидером средней линейной молнии (около 30 МВ) [*Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащиты. М.: Физматлит. 2001. 320 с.*].

В то же время потенциал ШМ, наследуемый от лидерного канала, можно выразить как функцию от заряда и диаметра (D) средней ШМ:

$$U = (4\pi\epsilon_0)^{-1} \cdot Q \cdot (0,5D)^{-1} \quad (2), \quad \text{где } \epsilon_0 \text{ — диэлектрическая постоянная.}$$

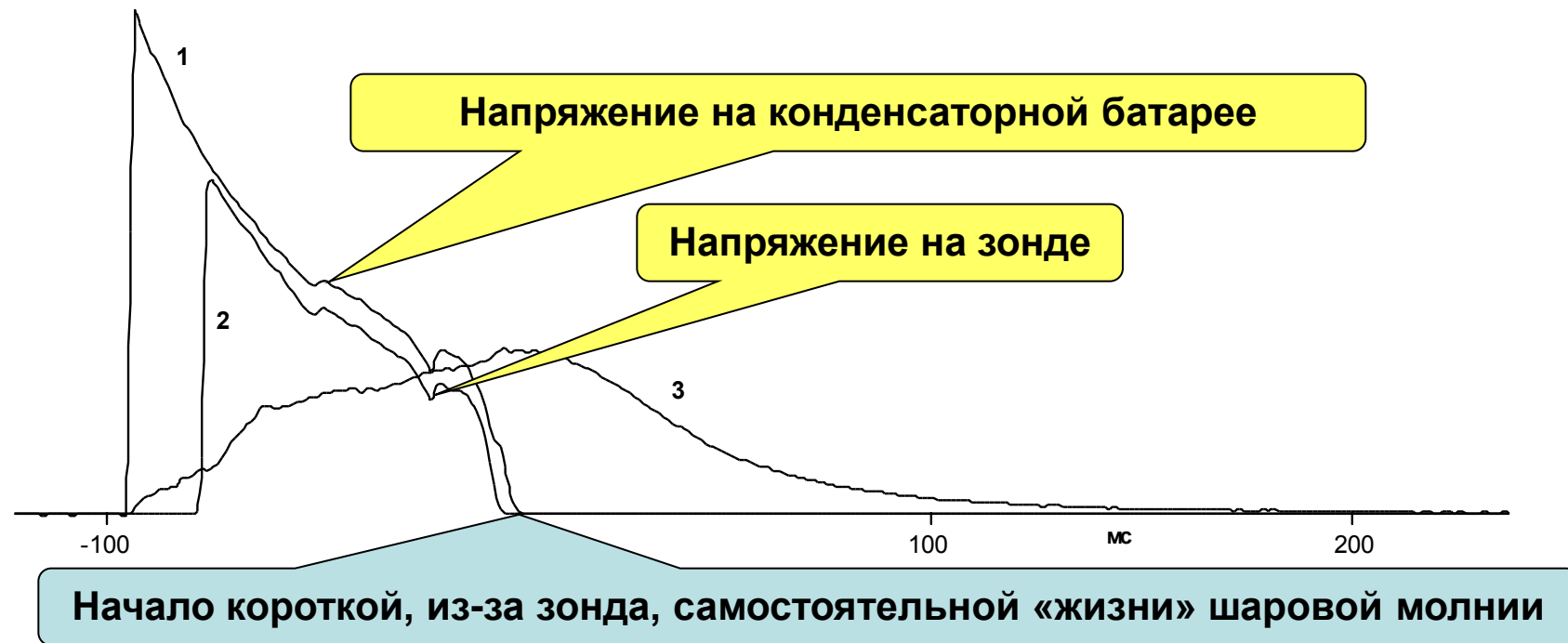
Из (1) и (2) находим диаметр средней ШМ, который при приведённых U и E равен 24 см, что достаточно хорошо согласуется со значением диаметра средней ШМ из таблицы X [4]: 23 ± 5 см. То есть, статистические данные по ШМ и линейным молниям согласуются в рамках нашей гипотезы.

Моделирование лидера линейной молнии.



НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ, 2018

Одиночный зонд . Напряжение на зонде близко к напряжению на конденсаторной батарее. Продольное поле в нашем лидере 2-3 В/см, совпадает с оценкой Базеляна о поле в лидере линейной молнии.



- 1 – напряжение на разрядном промежутке (макс. знач. – 5кВ).
- 2 – напряжение на зонде, зонд на высоте ≈ 15 см, соединен с землей через резистор 100 кОм.
- 3 – светимость ШМ в относительных единицах.

G.D. Shabanov and O.M. Zherebtsov.: Electric discharge in an air half-space. Journal of Optical Technology. V. 71. Issue 1, pp. 4-6 (2004).

НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ, 2018

Сценарий, приведенный выше, образования шаровой молнии лидером линейной молнии, казалось бы, не учитывает возможности образования шаровых молний из проводников, которых 66 % (!) от наблюдаемых рождений. Из анализа наблюдательных данных следует, что шаровые молнии имеют единую природу, следовательно, механизм образования их лидером линейной молнии и образование их на проводниках должен быть единым. Рождение шаровой молнии на проводнике является разрядом с признаками незавершенного барьерного разряда. Высоковольтный нестационарный разряд, который горит в межэлектродном промежутке, где на пути разряда находится хотя бы один твердый или жидкий (мы добавляем сюда газообразный) диэлектрический барьер называется барьерным разрядом. С проводника, получившего высокий потенциал относительно своего окружения (например, от лидера линейной молнии), и имеющий вокруг достаточно хороший диэлектрик в виде воздуха, может развиваться барьерный разряд. Для рождения шаровой молнии лидером линейной молнии процесс будет идентичным. Действительно, лидер является проводником (в расчетах он принимается за идеальный проводник [*Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащиты. М.: Физматлит. 2001. 320 с.*]), который оканчивается головкой, с которой инициируется барьерный (коронный) разряд. Вокруг головки находится диэлектрический барьер (воздух), который отделяет головку лидера от электрода противоположной полярности (земли и т.д.). Этим и объясняется близкие значения параметров и свойств шаровых молний, рожденных из проводников и рожденных лидером линейной молнии. Идея эксперимента состояла в необходимости получения мощной кратковременной эмиссии заряда в воздух, когда электрод противоположной полярности скрыт диэлектриком. Многообразие различных переходных форм барьерного и коронного разряда позволило для этой цели открыть новый вид электрического разряда, впоследствии получивший название «гатчинский разряд». 26

Многие исследователи считают, что процессы, происходящие на поверхности воды и именно при наличии воды, являются решающими для рождения шаровой молнии. Эксперимент, приведенный ниже, где шаровые молнии образуются как с центрального электрода находящегося в воде, так и с медной штанги замыкающей-размыкающей электрическую цепь, позволяет предположить, что в нашей установке реализован частный случай разряда, динамика которого позволяет рождать шаровые молнии. Ранее [*Г.Д. Шабанов, Б.Ю. Соколовский: Макроскопическое разделение зарядов в импульсном электрич. разряде.//Физика плазмы. 2005. Т.31. №6 с. 560-566.*] мы обратили на это внимание и отметили, что вода играет, в основном, скромную роль переменного сопротивления, которое облегчает инициирование барьерного разряда рождающего шаровую молнию.



7-9 июля 1986г. в Ярославле состоялась выездная сессия секции газового разряда Координационного совета АН СССР по проблеме «Физика низкотемпературной плазмы» по теме физика долгоживущих плазменных образований и ШМ. Первая фраза доклада Стаханова на этой сессии была – «Электрические эффекты, связанные с появлением шаровой молнии – ключ к пониманию этого явления».

Как в любой науке у исследователей шаровой молнии есть свои кумиры.

Наличие нескомпенсированного заряда у шаровой молнии постулируется достаточно давно. Например, члены редколлегии (известные специалисты Р.Ф. Авраменко, В.Л. Бычков, А.И. Климов, Д.М. Мельниченко, О.А. Синкевич) в предисловии к изданию **«Шаровая молния в лаборатории» (1994)**, утверждают: «Ахиллесовой пятой многих моделей является трудность объяснения наиболее важного свойства природной шаровой молнии — её способности нести большой нескомпенсированный электрический заряд, измеряемый кулонами (именно это свойство шаровой молнии в последних публикациях И.П. Стаханова вызвало особое внимание исследователей). Указанное ключевое свойство шаровой молнии как острая «бритва Оккама» отсекает большинство гипотез и теорий, способных в той или иной мере объяснить только наиболее простые свойства этого явления и обходящих молчаливым основным массу банка экспериментальных данных. В то же время признание факта наличия скрытого нескомпенсированного заряда как основного энергоносителя шаровой молнии способно поставить в тупик исследователя...». (ВСТАВКА) Отметим, что данная оценка величины нескомпенсированного электрического заряда шаровой молнии в несколько кулон является преувеличением, да и у Стаханова нет такой оценки, но сама постановка задачи-утверждения для того времени была передовой.

Цель следующих измерений.

Измерить знак заряда ШМ и оценить его величину и локацию. Использовались — зонд Ленгмюра, двойной зонд, дипольная антенна

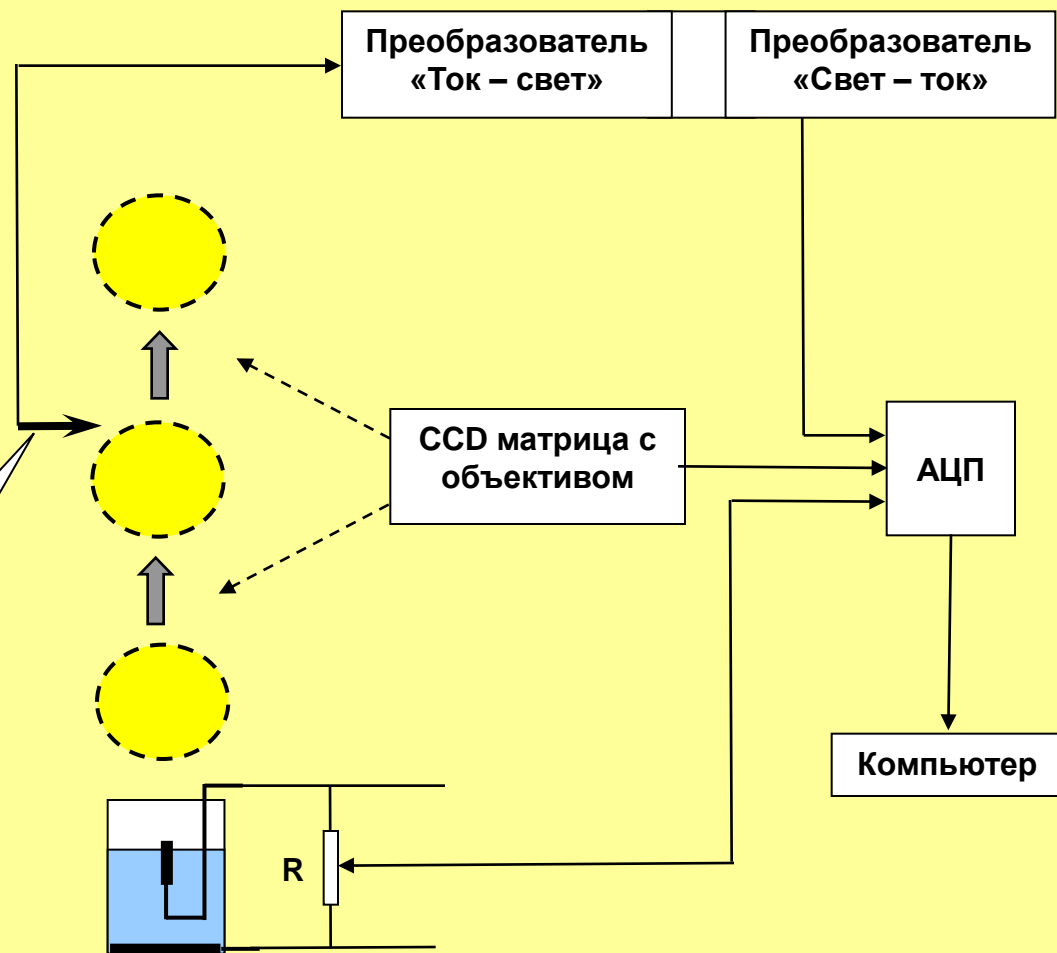
1. Прокалибровать дипольную антенну.
2. Определить структуру и форму заряда.
3. Сделать измерения.

Назначение установки

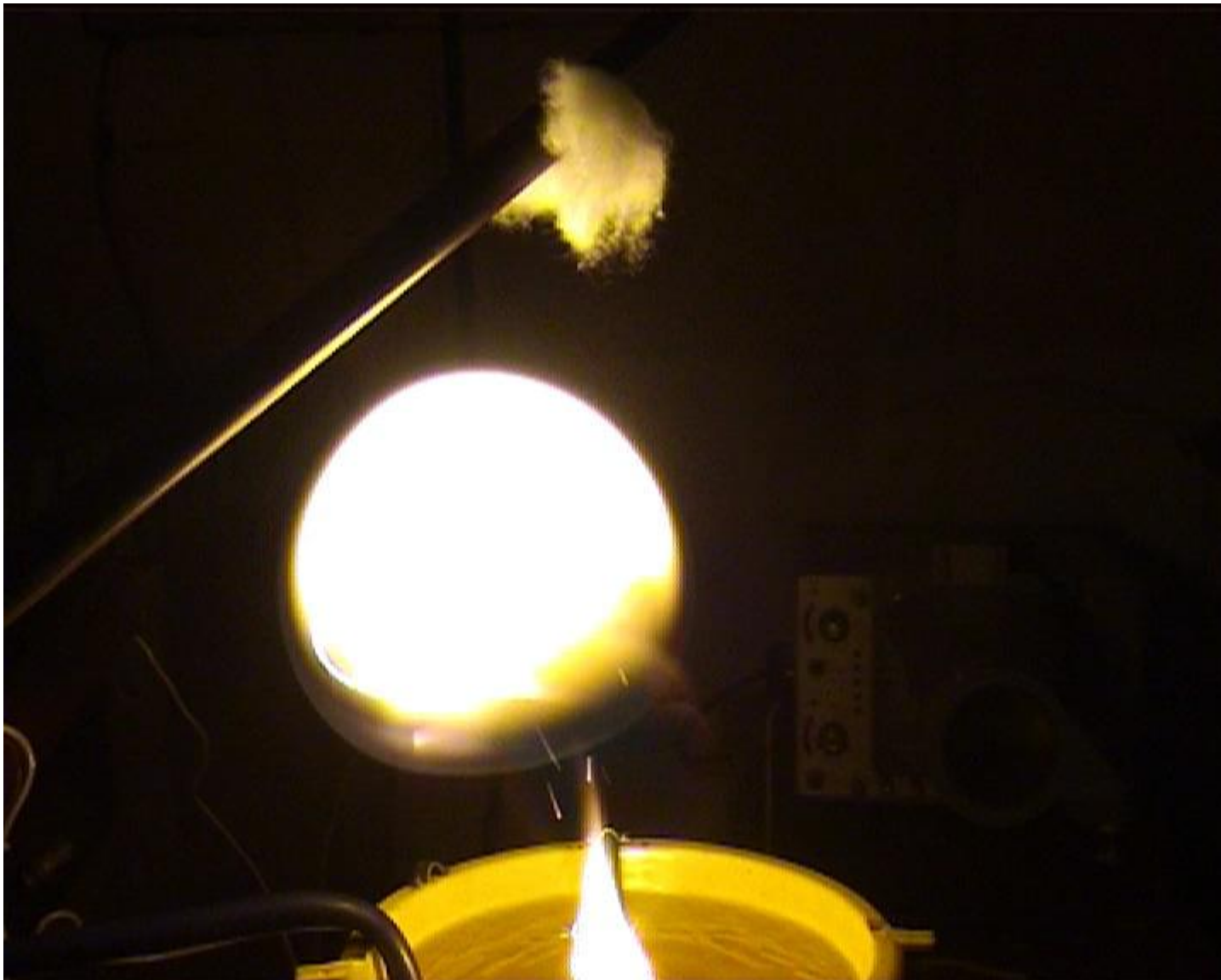
1. Измерение светимости шаровых молний.
2. Определение электрической структуры шаровых молний.

Г.Д. Шабанов, О.М. Жеребцов, Б.Ю. Соколовский.
Автономные долгоживущие светящиеся образования в открытом воздухе. Экспериментальная проверка гипотезы формирования шаровой молнии лидером линейной молнии.
//Химическая физика. 2006. Т. 25. №4. С. 74-88.

Зонд



Блок – схема измерительной установки,
автор С.И. Степанов

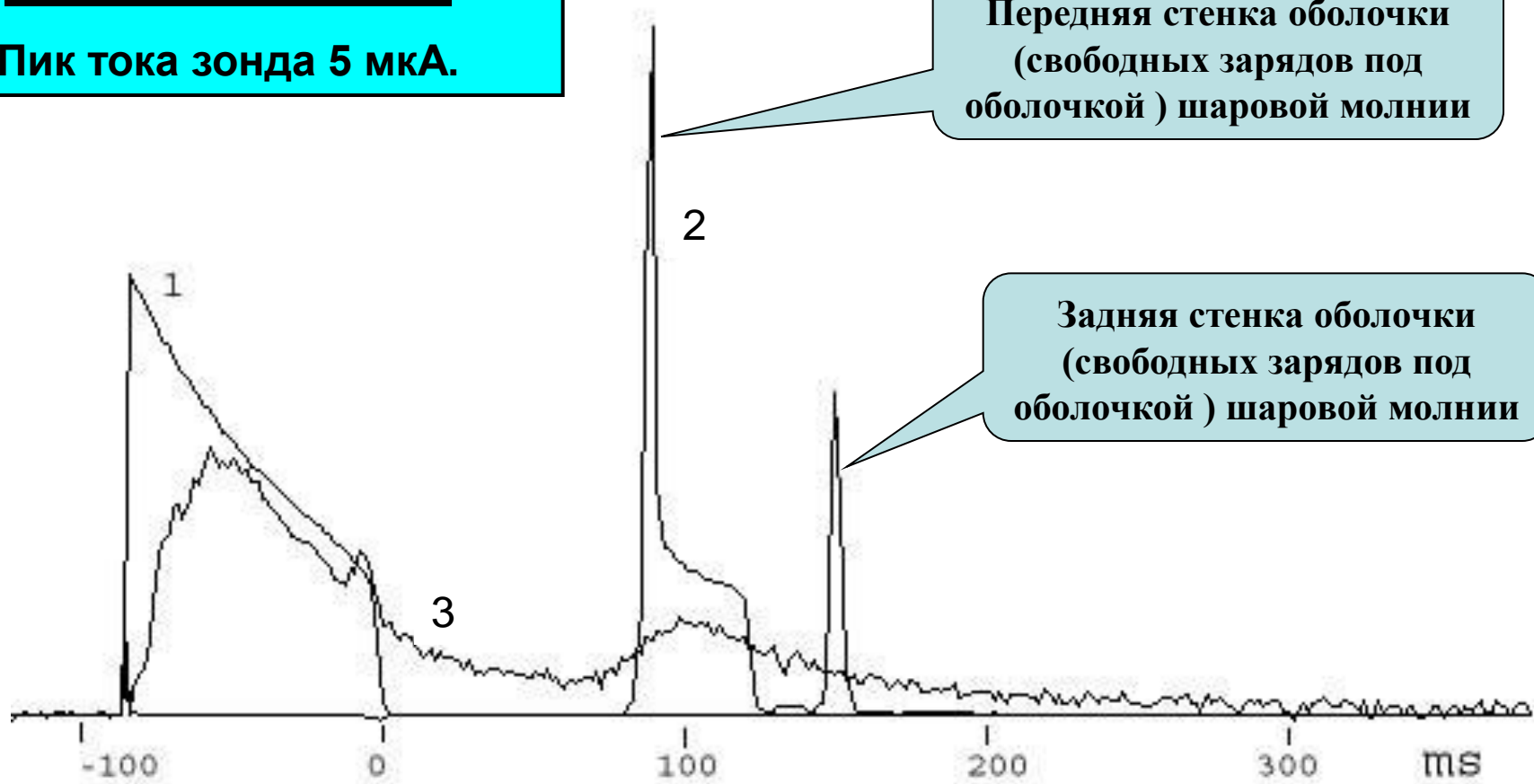


Эксперимент и видеосъемка ШМ С.Е Емелина.

НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ, 2018

Зонд Ленгмюра

Пик тока зонда 5 мкА.



Передняя стенка оболочки
(свободных зарядов под
оболочкой) шаровой молнии

Задняя стенка оболочки
(свободных зарядов под
оболочкой) шаровой молнии

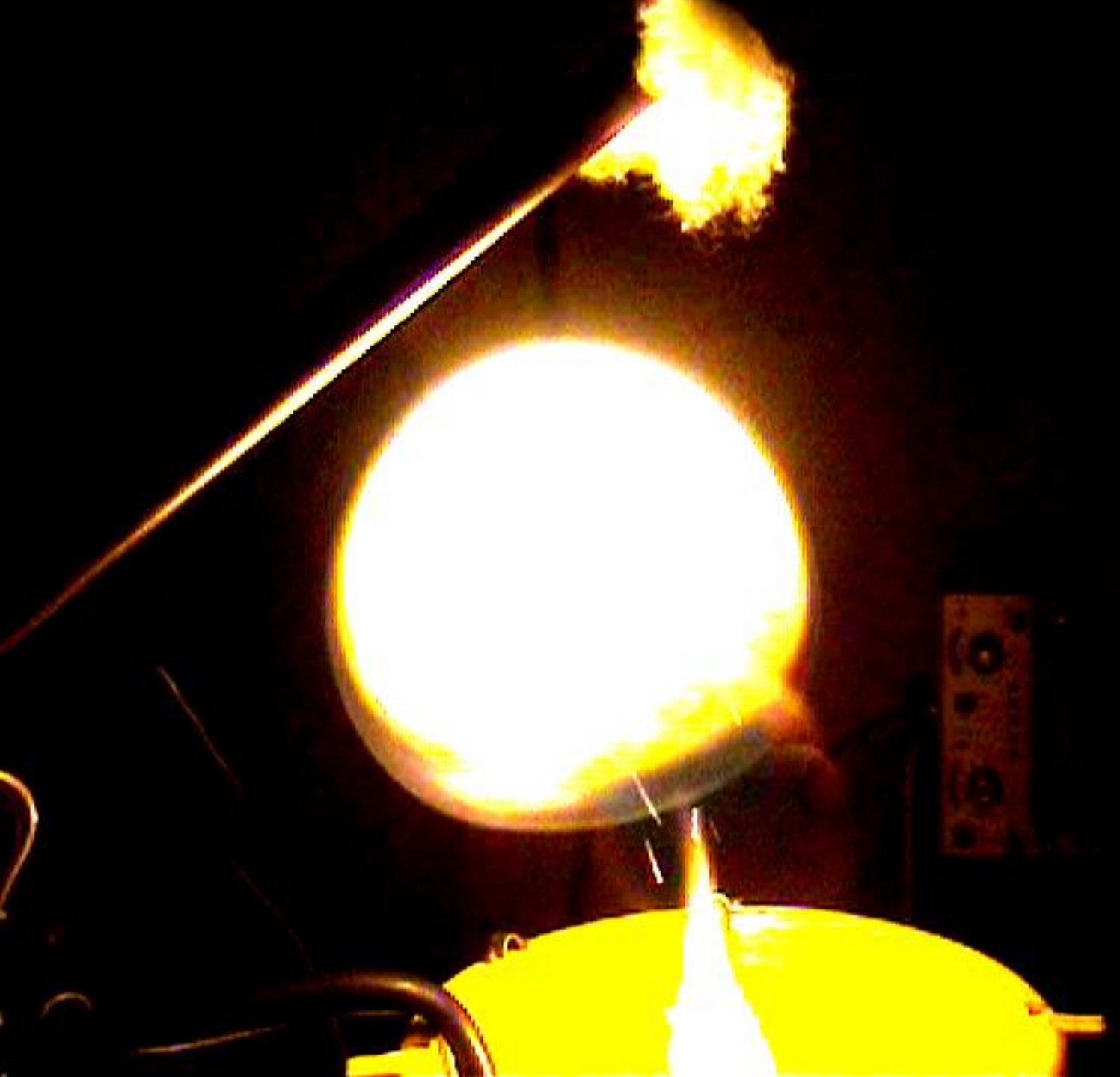
1- напряжение на разрядном промежутке (5.5 кВ).

3 - светимость СО в относительных единицах.

2 – ток на зонд, соответствующий сбору отрицательных частиц (первый пик – 5 мкА).

- **О расположении нескомпенсированного заряда в объекте можно судить по данным полученным с использованием зонда Ленгмюра. Эксперимент выполнялся следующим образом. На высоте 25—45 см над электродом устанавливался зонд Ленгмюра. Минимальная высота установки датчика выбиралась исходя из желательного времени подъема шаровой молнии до датчика — 100 мс, отсчитываемого от окончания разряда. Шаровая молния движется со скоростью около 1 м/с и на 86-ой мс (в нашем случае) наплывает на датчик, а на 153 мс уже полностью проходит датчик. Зонд Ленгмюра хорошо фиксирует пиковые значения тока (сбора отрицательных зарядов на зонд) при прохождении передней и задней стенки шаровой молнии. Имеются фотографии, полученные с использованием фильтров (следующий (через один) слайд), где хорошо видна дипольная оболочка шаровой молнии. Сопоставляя два следующих слайда видим, что ток зарядов появляется при взаимодействии зонда с зарядом находящимся непосредственно за передней стенкой дипольной оболочки (5 мкА), продолжается при пересечении светящегося наполнения, прерывается при прохождении несветящегося пространства и второй пик тока появляется на задней стенке шаровой молнии. Пик тока на задней стенке в два раза меньше, так как часть зарядов снята зондом Ленгмюра, а часть зарядов стекла за время прохождения зонда Ленгмюра между стенками за 77 мс.**

Шабанов Г.Д., Соколовский Б.Ю. Макроскопическое разделение зарядов в импульсном электрич. разряде.//Физика плазмы. 2005. Т.31. №6 с. 560-566.

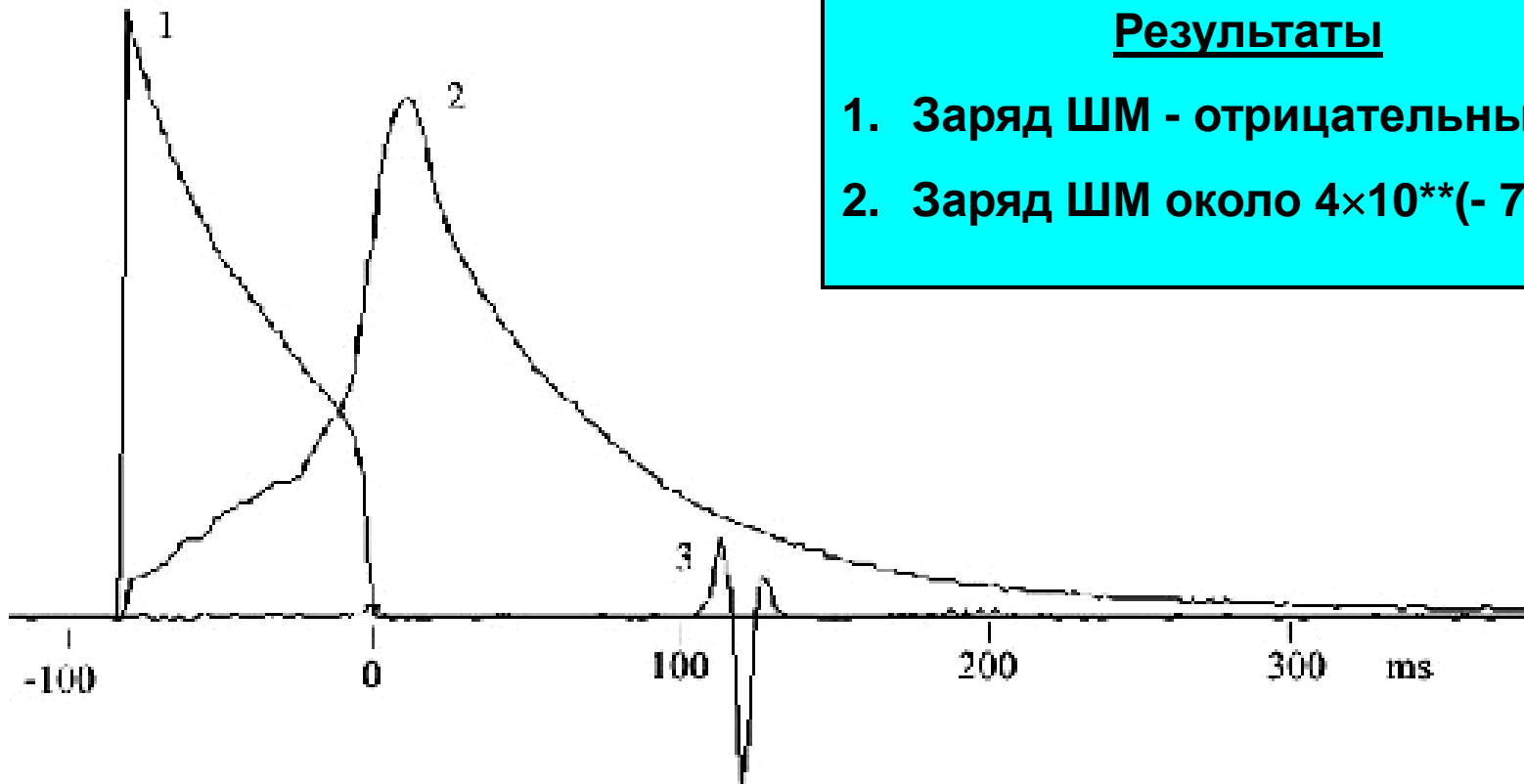


**Эксперимент и
видеосъемка с
использованием
светофильтров
шаровой молнии
С.Е. Емелиным.**

**НИЦ
«Курчатовский
институт» -
ПИЯФ, 2018**

Результаты

1. Заряд ШМ - отрицательный.
2. Заряд ШМ около $4 \times 10^{**}(- 7)$ Кл.



Прохождение ШМ около дипольной антенны.

1 – напряжение на разрядном промежутке,

2 – светимость ШМ в относительных единицах,

3 – сигнал дипольной антенны.

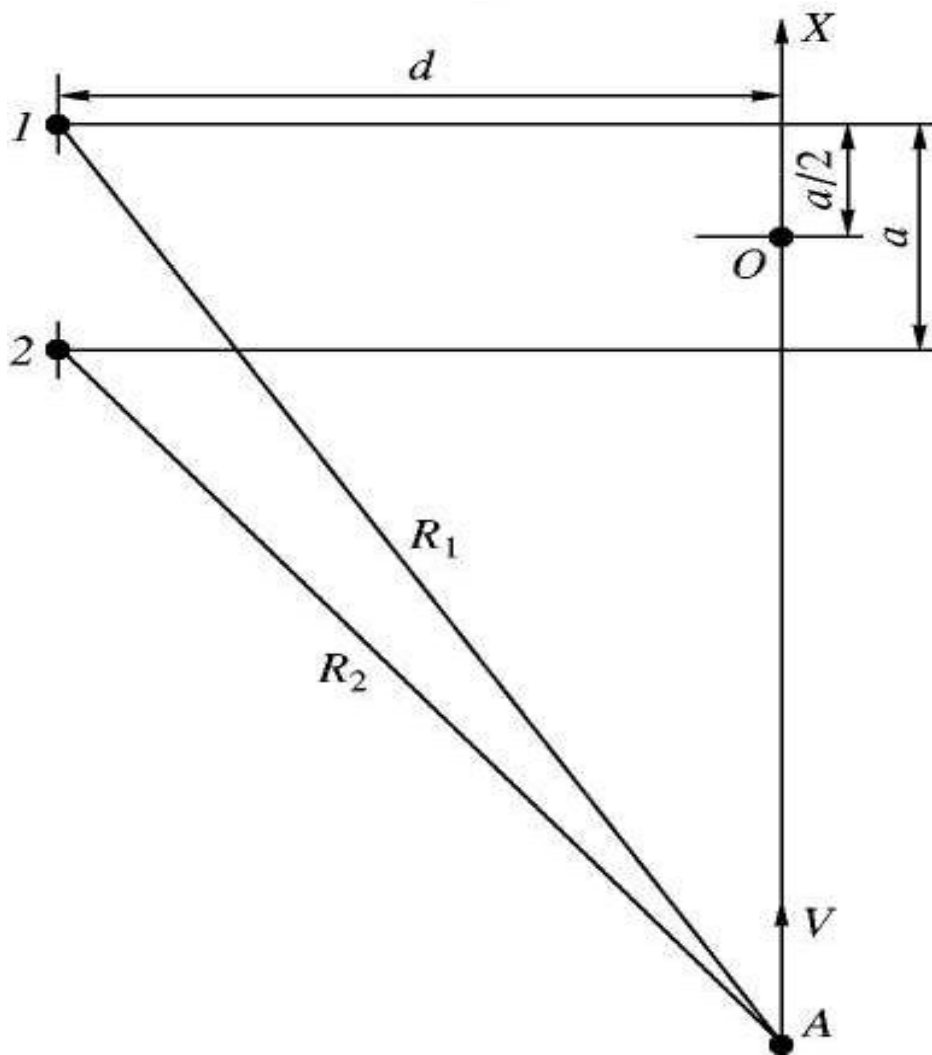


Схема прохождения шаровой молнии (А) мимо концов дипольной антенны (1 и 2).

На следующем слайде модель расчета сигнала дипольной антенны.

Калибровку дипольной антенны проводили с помощью заряженного шарика, который проводили по той же траектории, по которой прошла шаровая молния

Выражение для разности потенциалов на концах дипольной антенны $\varphi_1 - \varphi_2$

и наблюдаемого сигнала $\Phi_{(x)} = \frac{d(\varphi_1 - \varphi_2)}{dt}$ получаем исходя из:

$$R_1^2 = d^2 + \left(x + \frac{a}{2}\right)^2, \quad R_2^2 = d^2 + \left(x - \frac{a}{2}\right)^2$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = Q \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = Q \left[\frac{1}{\left(d^2 + x^2 + ax + \frac{a^2}{4}\right)^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{\left(d^2 + x^2 - ax + \frac{a^2}{4}\right)^{\frac{1}{2}}} \right]$$

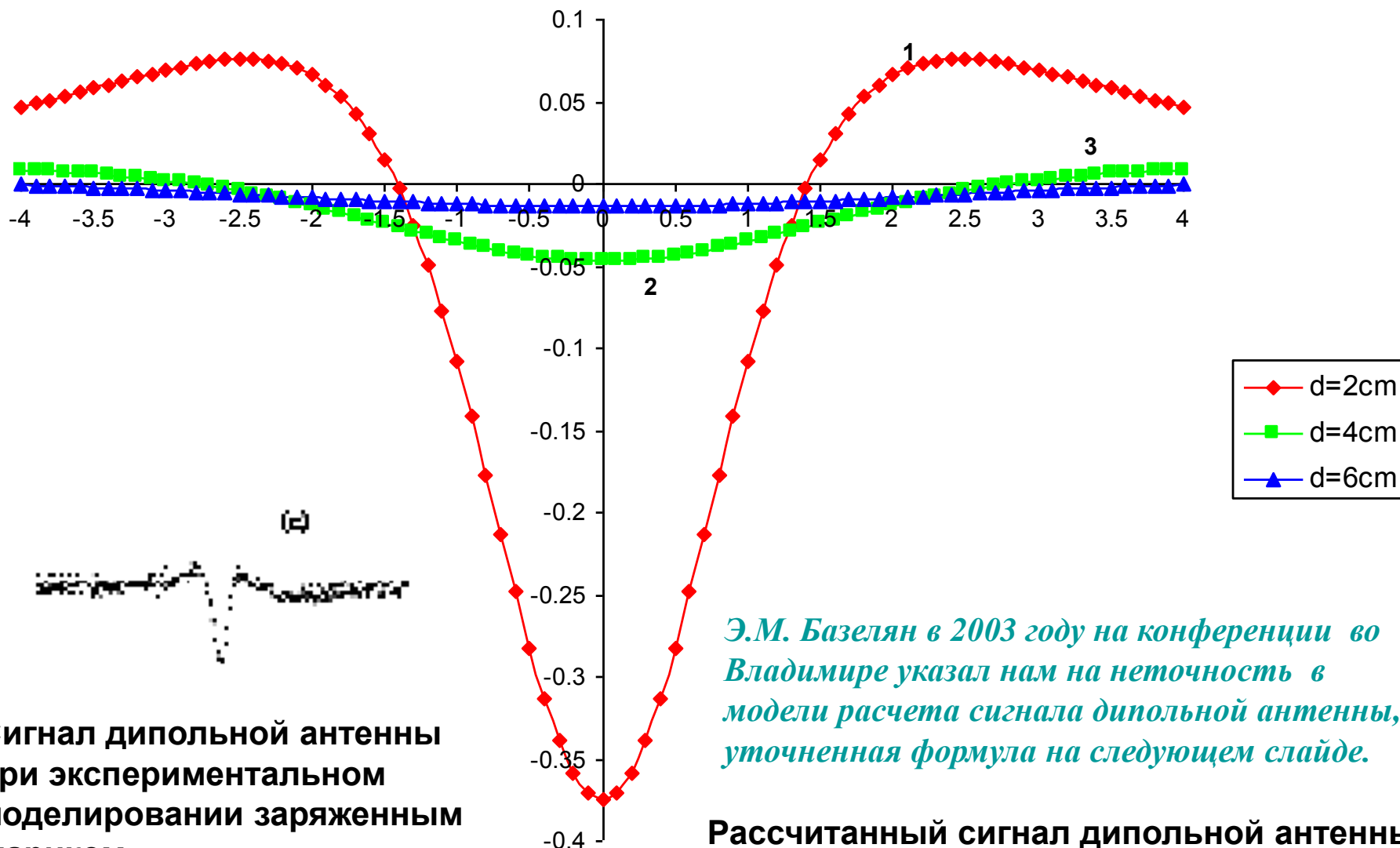
Если $a \ll d$, то можно пренебречь в подкоренном выражении членом $\frac{a^2}{4}$

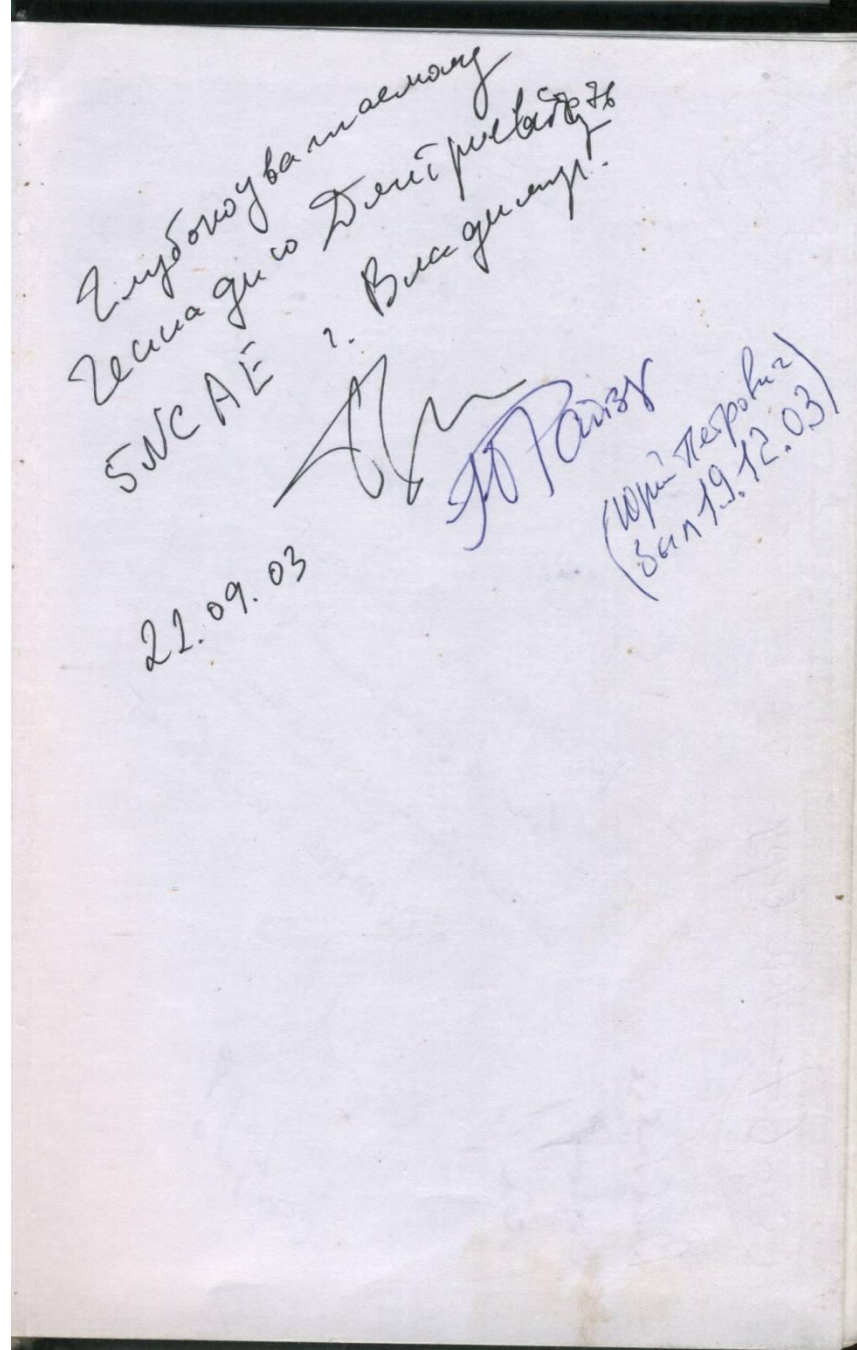
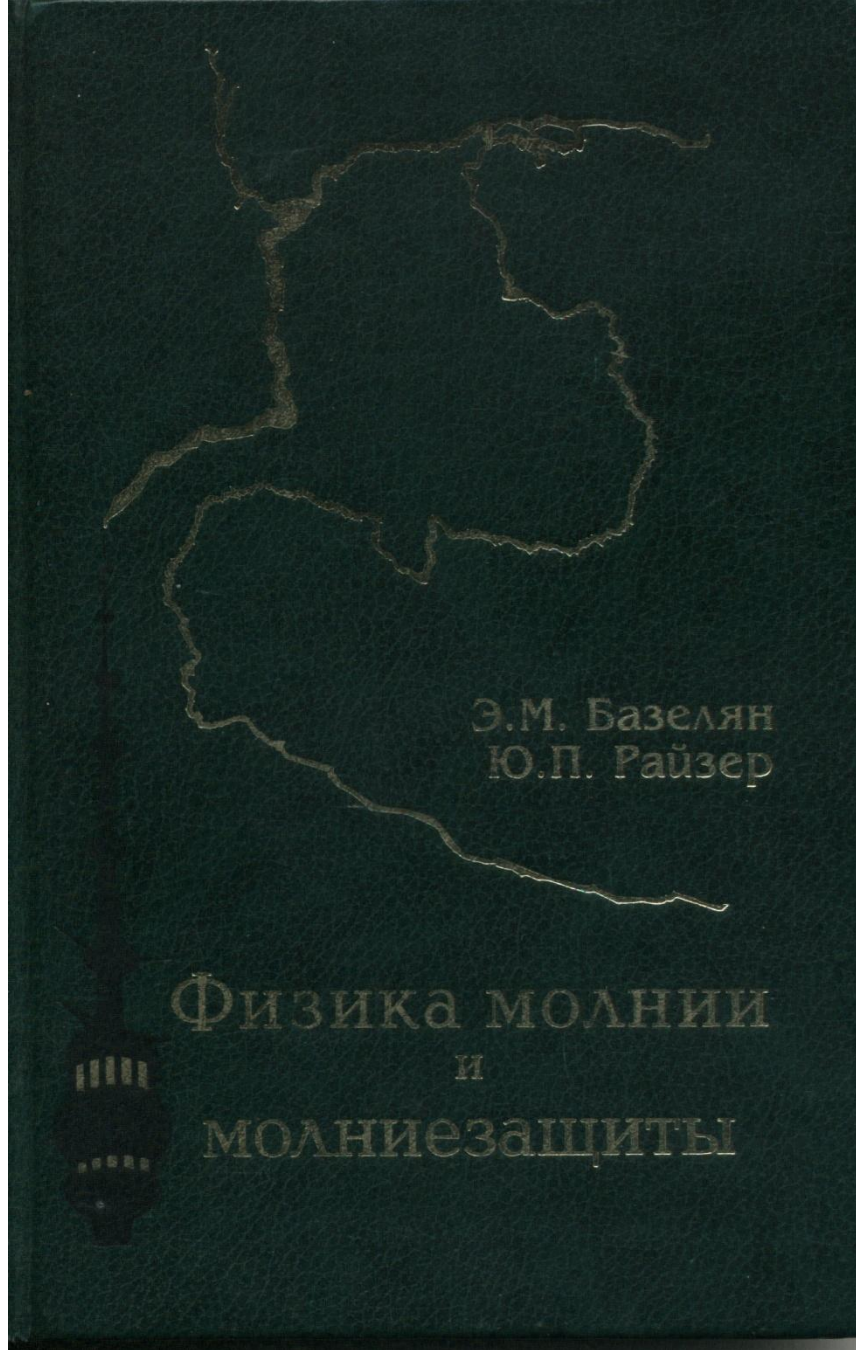
и вынося, $\frac{Q}{(d^2 + x^2)^{\frac{1}{2}}}$ получим $\varphi_1 - \varphi_2 = -a \cdot Q \cdot \frac{x}{(d^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$

$$\text{и } \Phi_{(x)} = \frac{d(\varphi_1 - \varphi_2)}{dt} = \frac{d(\varphi_1 - \varphi_2)}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = -a \cdot V \cdot Q \cdot \left[\frac{1}{(x^2 + d^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{3x^2}{(x^2 + d^2)^{\frac{5}{2}}} \right] \text{ или}$$

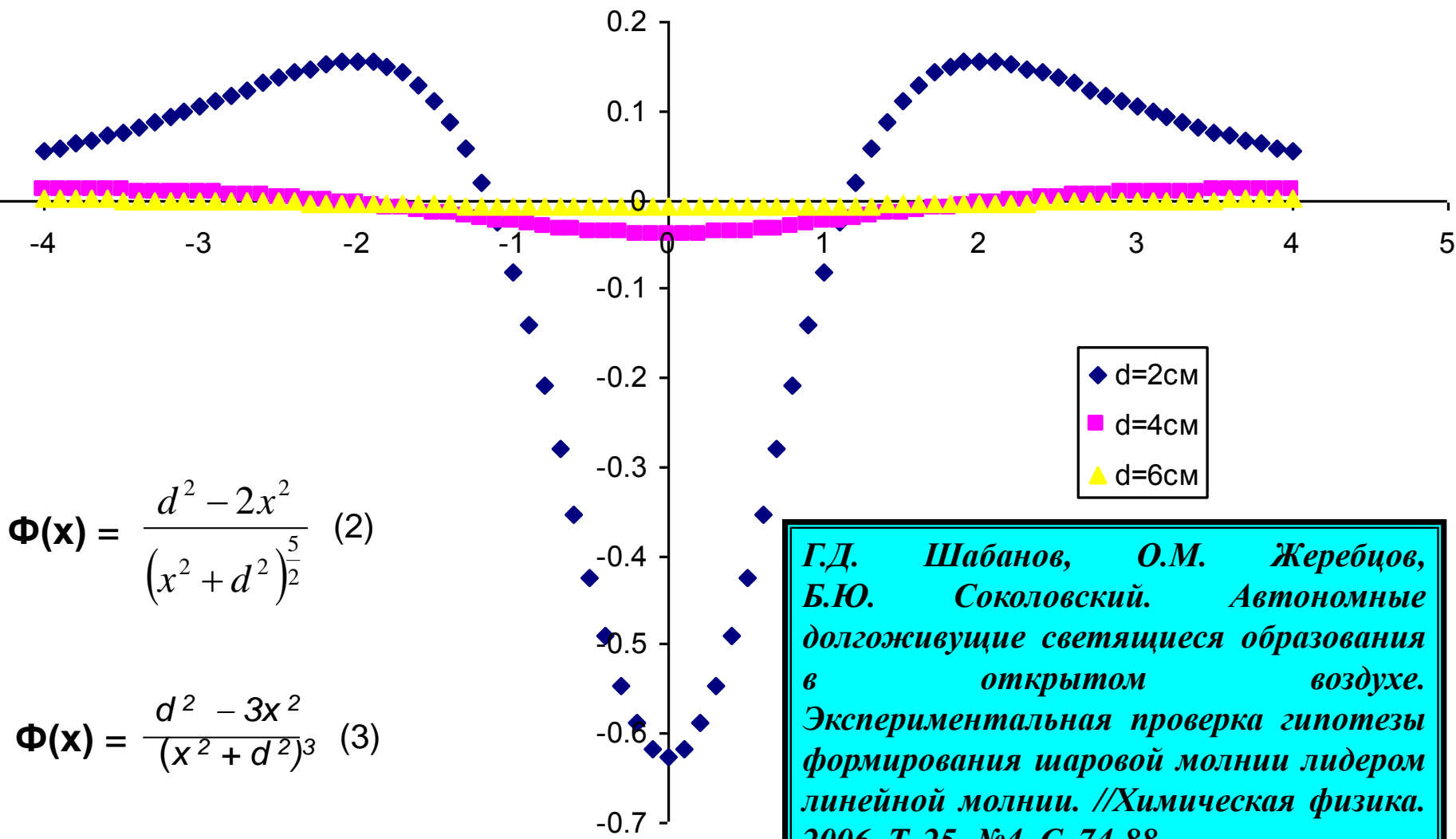
$$\Phi_{(x)} = A \frac{d^2 - 2x^2}{(x^2 + d^2)^{\frac{5}{2}}} \quad \text{где } A = -aVQ \text{ и } V = \frac{dx}{dt} \text{ — скорость движения заряда.}$$

Шабанов Г.Д., Соколовский Б.Ю. Макроскопическое разделение зарядов в импульсном электрич. разряде.//Физика плазмы. 2005. Т.31. №6 с. 560-566.





Теоретические кривые сигналы дипольной антенны по формуле (3)



$$\Phi(x) = \frac{d^2 - 2x^2}{(x^2 + d^2)^{\frac{5}{2}}} \quad (2)$$

$$\Phi(x) = \frac{d^2 - 3x^2}{(x^2 + d^2)^3} \quad (3)$$

Г.Д. Шабанов, О.М. Жеребцов, Б.Ю. Соколовский. Автономные долгоживущие светящиеся образования в открытом воздухе. Экспериментальная проверка гипотезы формирования шаровой молнии лидером линейной молнии. //Химическая физика. 2006. Т. 25. №4. С. 74-88.



Оценка заряда ШМ по диаметру ее короны исходя из критерия постоянства электрического поля в короне:

[Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащиты. М.: Физматлит. 2001. 320с.].

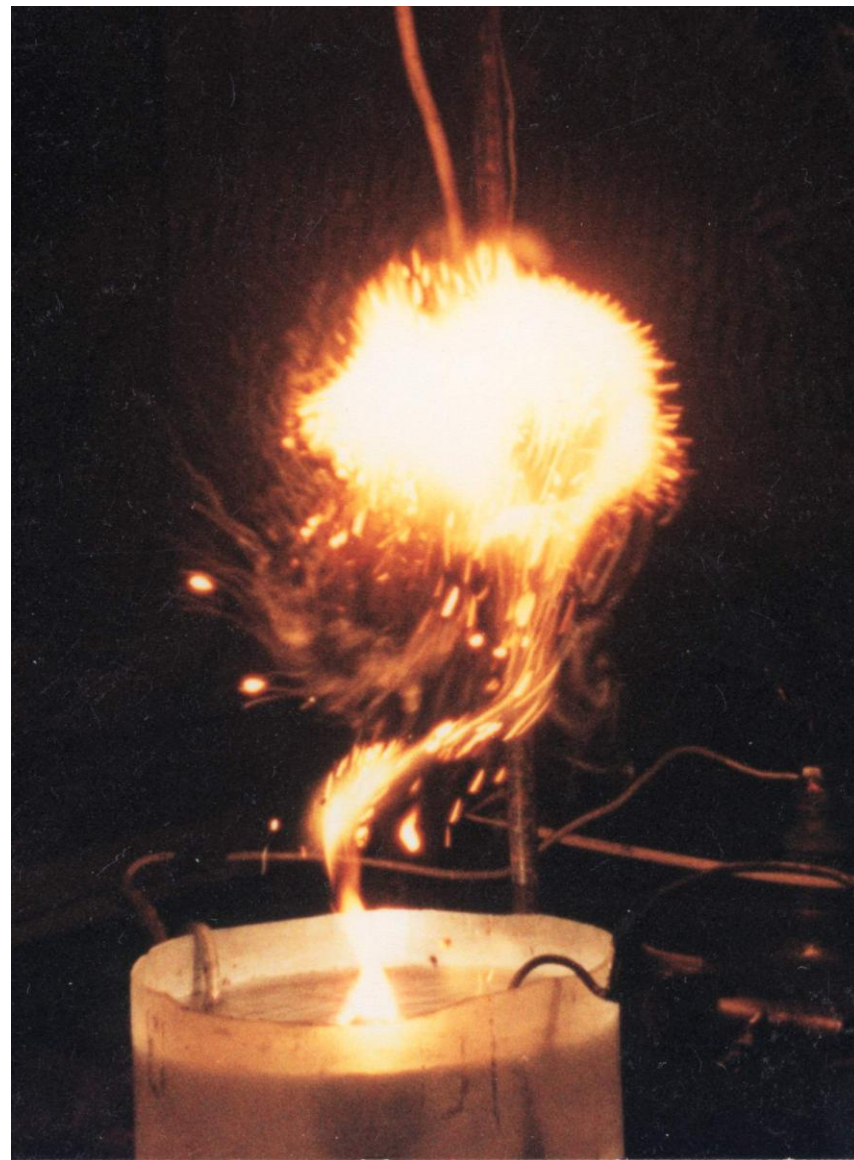
Более подробно в:

[G.D. Shabanov, A.G. Krivshich, G.E. Gavrilov, O.M. Zherebtsov, B.Yu. Sokolovskiy: To Formation of Ball Lightning. Proceedings 11th International Symposium on Ball Lightning, ISBL-10. Kaliningrad, Russia. Eds. V.L. Bychkov, A.I. Nikinin. P. 160-162 (2010).].

Вопросы оболочки

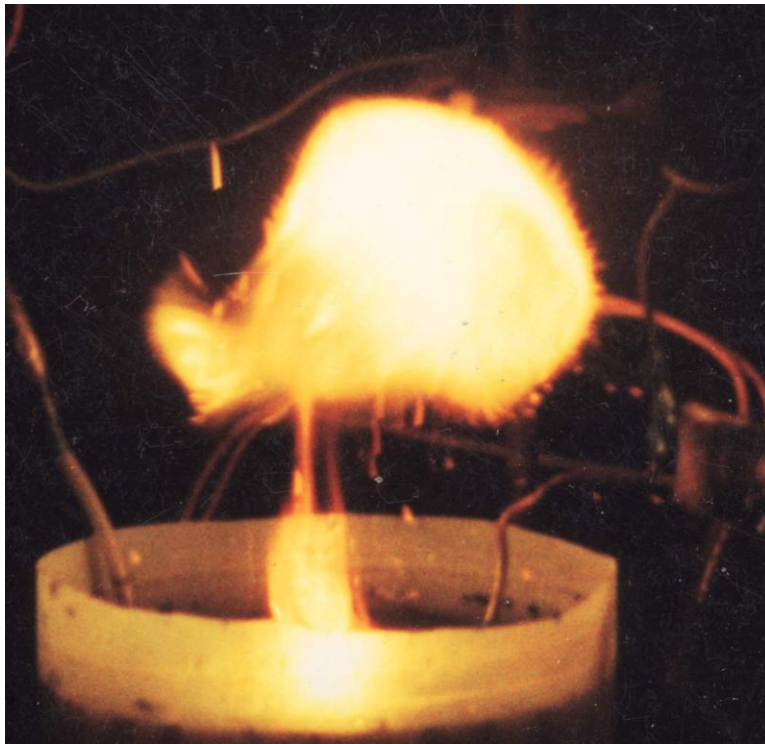
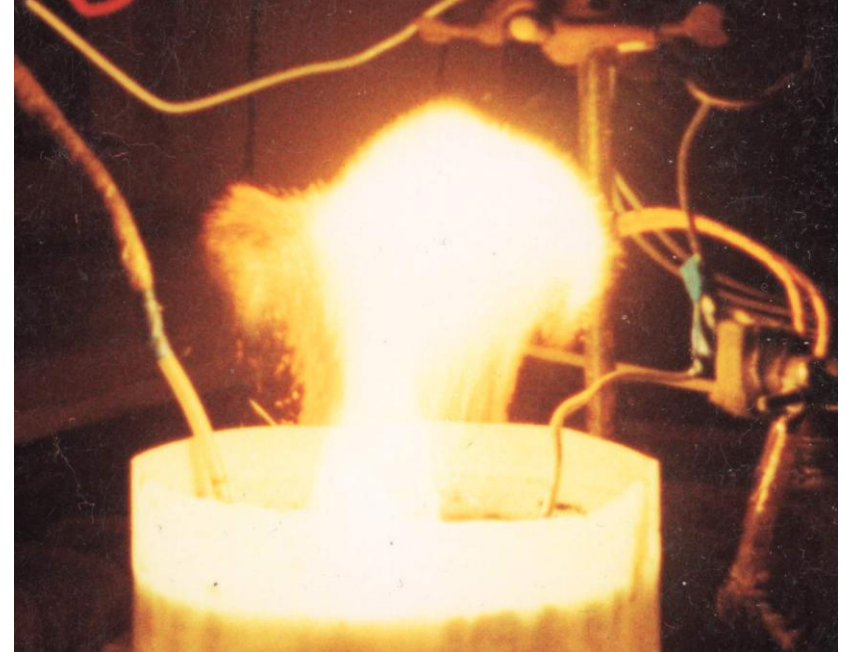
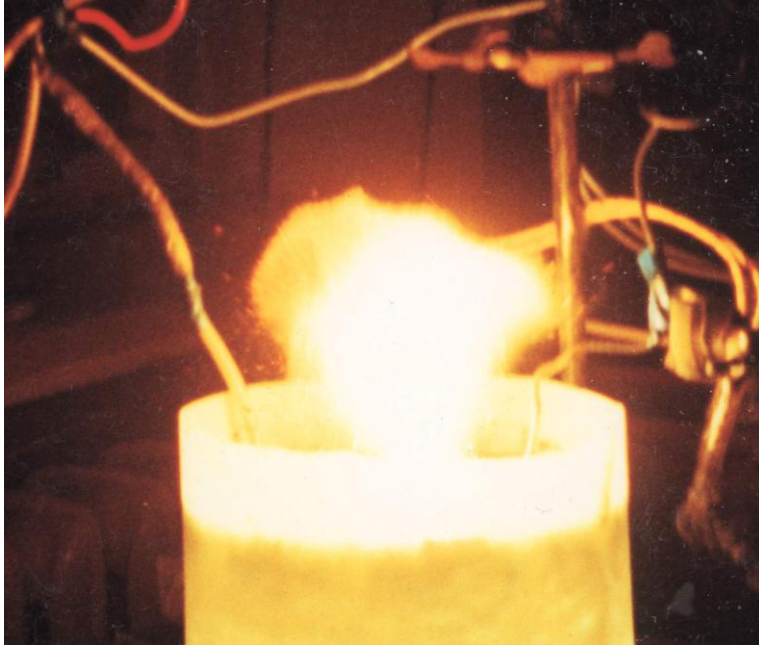
Основной характеристикой объектов, рождающихся в гатчинском разряде, является наличие значительного нескомпенсированного электрического заряда, что мы уже показали. Для удержания заряда от рассеяния и рекомбинации он должен быть изолирован от атмосферы оболочкой. Оболочка близка к идеальной сфере. Оболочка обычно не видна из-за сильного свечения. Применяв фильтры, можно ее визуализировать, она хорошо видна на фоне более темной нижней части объекта (визуализированная, упругая, оболочка представлена на 33-34 слайде.).

Оболочка создается в сильном неоднородном электрическом поле, в котором дипольные молекулы и радикалы идут на источник поля, к поверхности воды (все как в случае с лидером или проводником). Поднимающееся светящееся образование (оболочка), имея с внутренней стороны нескомпенсированный заряд (заряды), у которых имеется обычное кулоновское взаимодействие (это называется в нашем случае кулоновским расталкиванием) преобразуется в сферическое образование с плотной и упругой дипольной оболочкой. Естественно предположить, что при снятии части заряда оболочка станет менее плотной. Действительно, при снятии части заряда оболочка становится более рыхлой, снимая со светящегося образования большой заряд, оболочка кроме разрыхления теряет еще и свои упругие свойства, что видно на следующих слайдах. Доказательство синтеза химических веществ в разряде для диэлектрической оболочки представлены исследователями из лаборатории ВВС США ([Dubowsky S.E., Friday D.M., Peters K.C., Zhao Z., Perry R.H., McCall B.J.: Mass spectrometry of atmospheric-pressure ball plasmoids. International Journal of Mass Spectrometry 376 39–45. Department of Chemistry, The University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, USA \(2015\)](#)). В работе доказано, что сложные радикалы и молекулы синтезировались как с помощью воды, так и только из воздуха, определить это оказалось возможным заменив в воде легкий изотоп водорода на дейтерий. В разряде, например, синтезировался не ND_3 , а NH_3 , $\text{NO}(2)$.



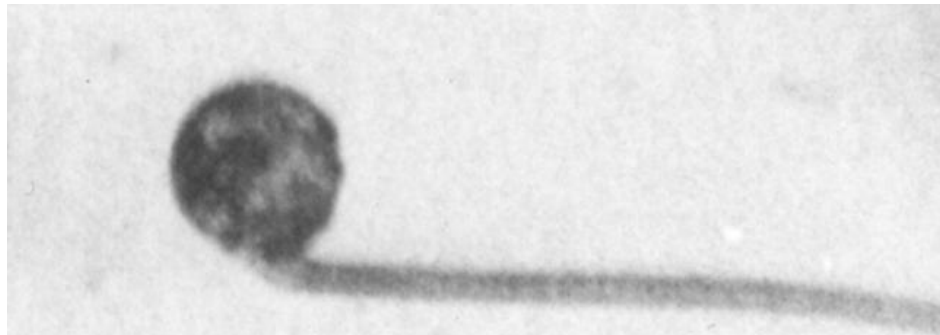
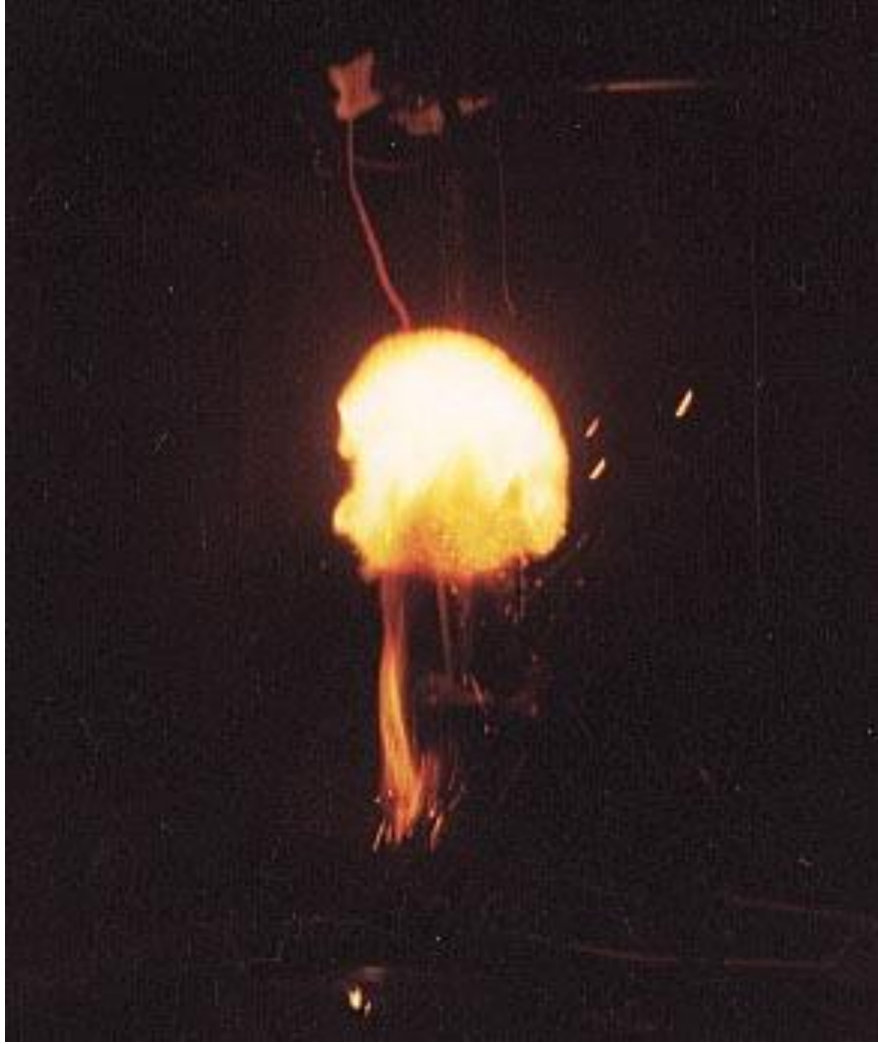
Разрыхление оболочки при уменьшении заряда шаровой молнии

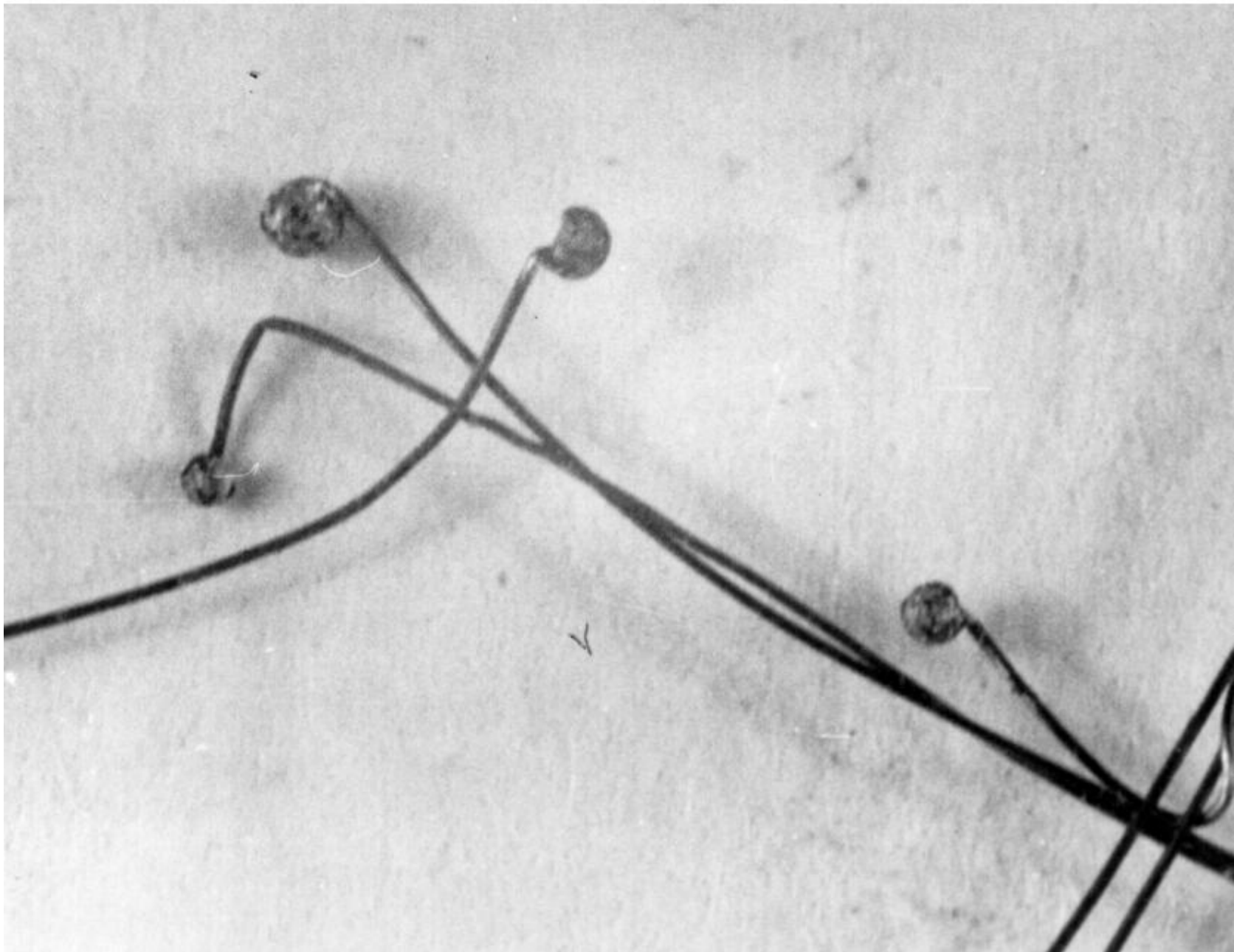
НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ, 2018



**Деформация и частичное разрушение
оболочки при воздействии на нее
электрическим полем**

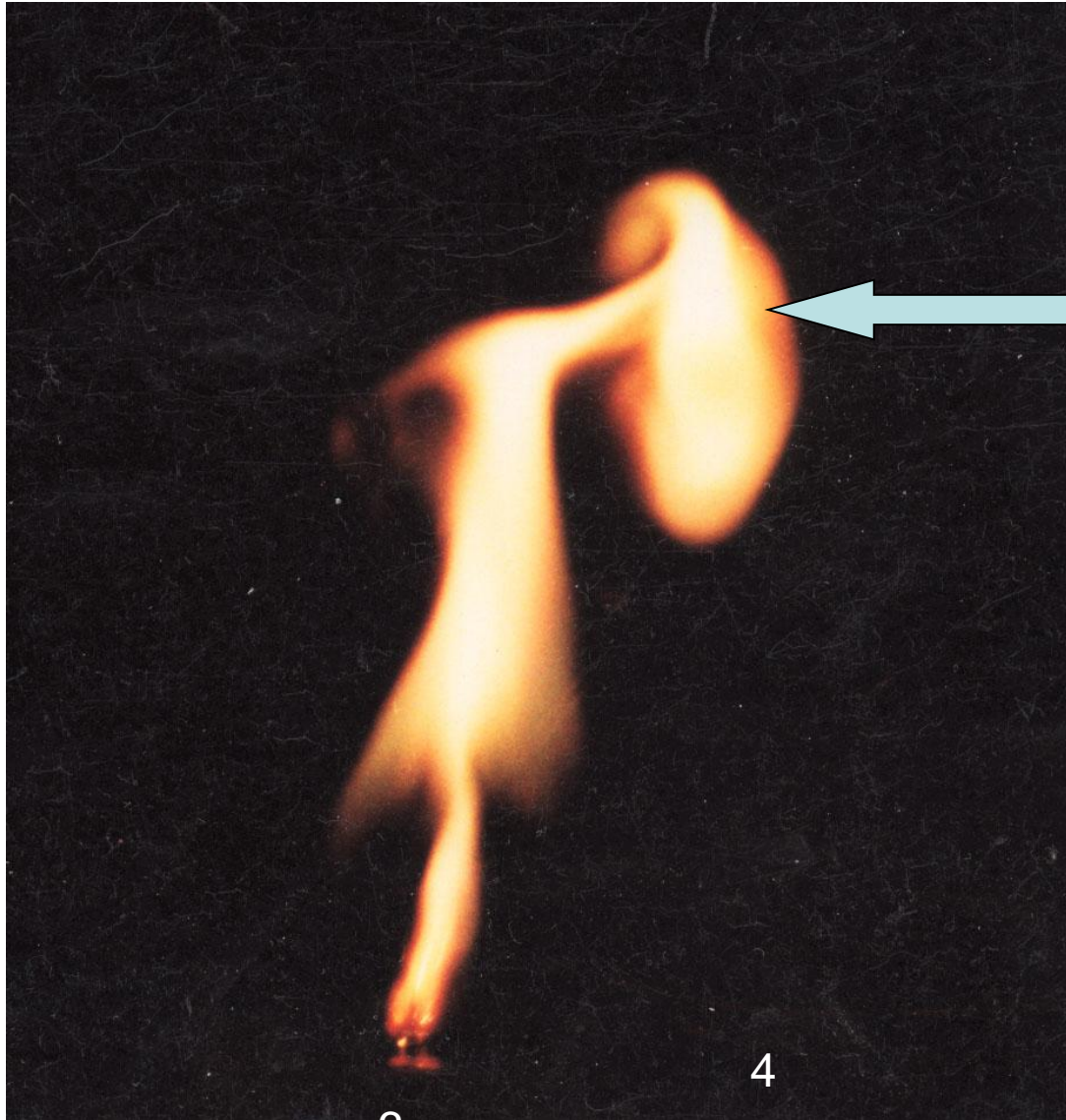
**НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ,
2018**





В работе — Г.Д. Шабанов, Б.Ю. Соколовский: *Макроскопическое разделение зарядов в импульсном электрич. разряде.*//Физика плазмы. 2005. Т.31. №6 с. 560-566., было высказано предположение и показано, что если энергия внешнего воздействия будет соизмерима с энергией запасаемой нашей шаровой молнией, то мы можем наблюдать макроскопический отклик всего нашего образования на внешнее воздействие. Это связано с тем, что сильное межчастичное кулоновское взаимодействие в неидеальных системах вызывает фазовые переходы, типа газ — жидкость — твердое тело. Если воздействие достаточно слабое, то наша шаровая молния может деформироваться, но не разрушаться.

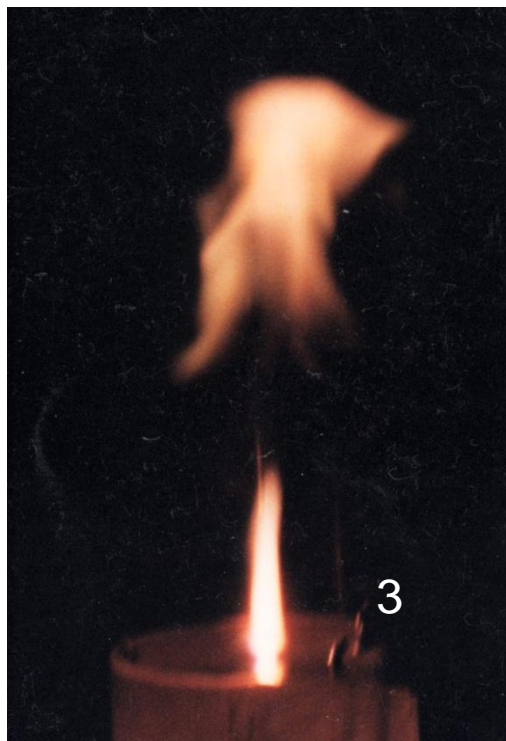
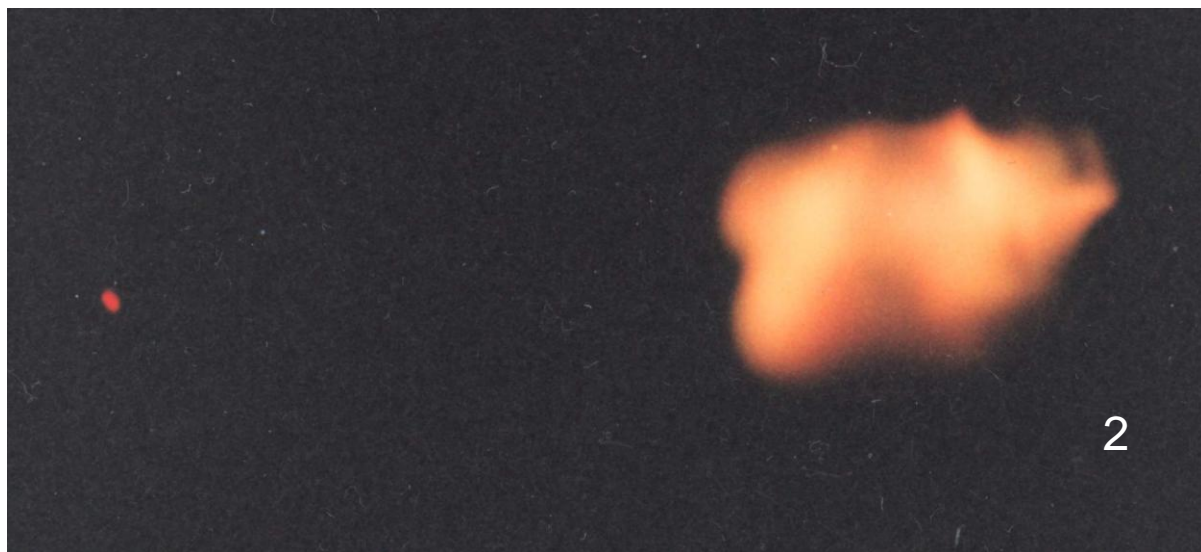
Эксперименты по взаимодействию лидера с лазерным лучом

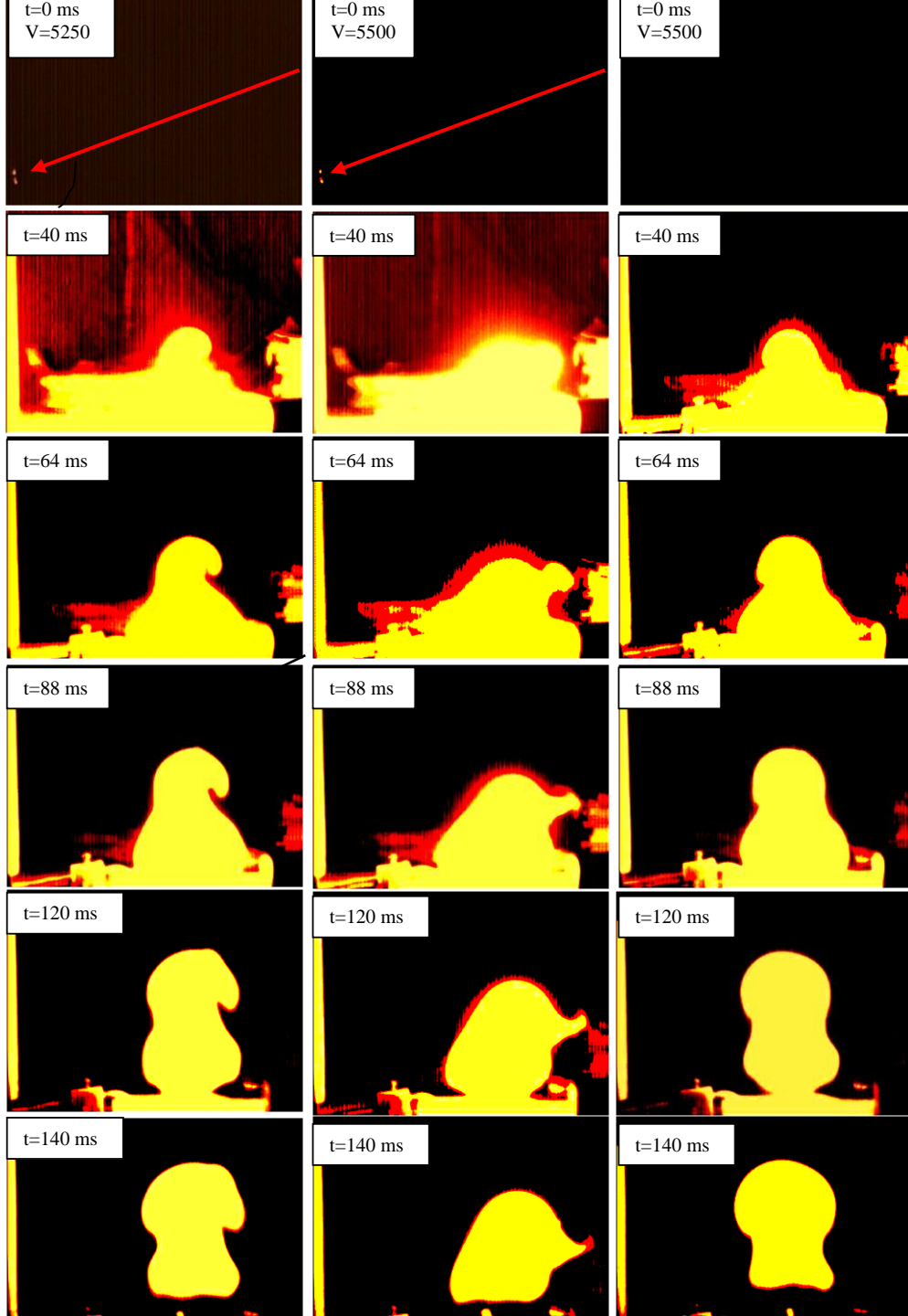


Направление
лазерного луча

Очень низкая
мощность – менее
1 мВ

Разворот струи вдоль
направления лазерного
луча

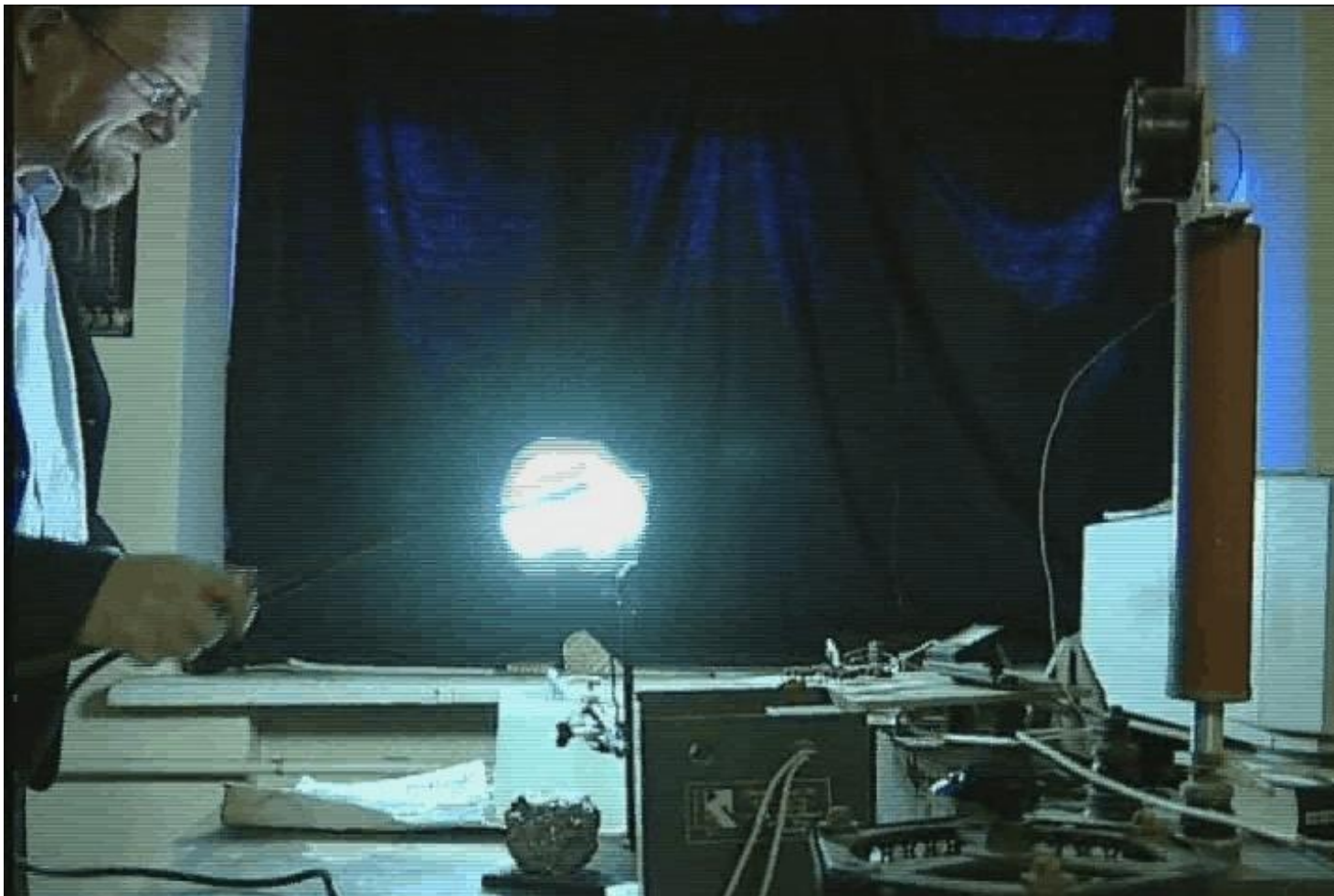




**Г.Д. Шабанов,
А.Г. Крившич,
Б.Ю. Соколовский,
О.М. Жеребцов.
Взаимодействие
эквипотенциальной
поверхности
заряженного
образования со
слабым лазерным
излучением.
//Физика плазмы.
2009. Т. 35. № 7. С.
665-672.**

**НИЦ «Курчатовский институт» -
ПИЯФ, 2018**

Далее, естественно, необходима верификация предлагаемой нами гипотезы и получаемого в нашем разряде объекта. Это достаточно утомительная процедура, она нами пройдена, и это будет в следующем докладе. Мы считаем, что создаваемая нами шаровая молния и природная шаровая молния имеют идентичные механизмы существования.



Спасибо за внимание !

Приложение 1

Таблица X. Средние параметра шаровой молнии

Параметр, единица измерения	Значение параметра
1. Вероятность сферической формы, %	91 ± 1
2. Диаметр, см	23 ± 5
3. Время жизни, с	$8 \cdot 10^{\pm 03}$
4. Внутренняя энергия, кДж	$10^{08 \pm 02}$
5. Цвет	Белый, красный, оранжевый, желтый (примерно 20% каждый) Голубой, синий, фиолетовый, зеленый ($11 \pm 2\%$)
6. Световой поток, лм	1500 ± 300
7. Световая отдача, лм/Вт	$0,6 \cdot 10^{\pm 05}$
8. Корреляция с атмосферным электричеством	$80 \pm 10\%$ шаровых молний в континентальных странах наблюдается в грозовую погоду
9. Сезонность	Свыше 80% шаровых молний наблюдается в летние месяцы
10. Распад	В $50 \pm 10\%$ случаях существование шаровой молнии заканчивается взрывом
11. Вероятность наблюдения шаровой молнии в течение жизни человека	$10^{-22 \pm 03}$

Из понятия

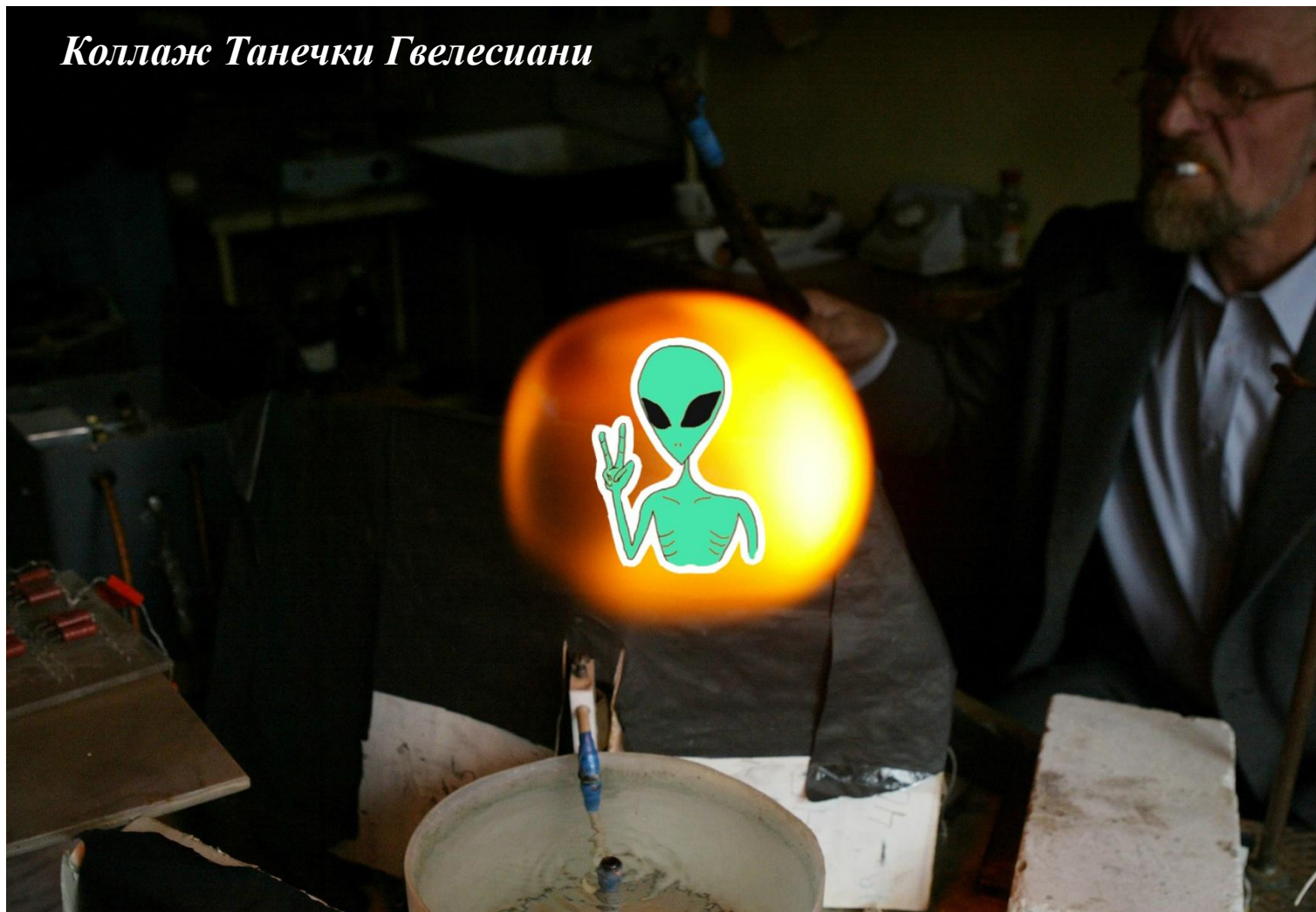


НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ, 2018

В связи с наличием огромного количества работ с гипотезами о природе шаровой молнии, вероятно, в таких работах должен присутствовать раздел с экспериментальными данными подтверждающими выдвигаемую гипотезу или, хотя бы, описание установки для генерации шаровой молнии. Совпадает с мнением А.А. Новикова.

Предлагаемый подход, с учетом вышеизложенного, на порядок снизит количество гипотез о природе шаровой молнии и **станет своеобразной форточкой в «другой» мир, мир нормальных гипотез.** О сверх нормальных гипотезах в конце доклада.

Коллаж Танечки Гвелесиани



А вообще, в России, достаточно хорошо поставлена служба информации о шаровых молниях, только в Москве работают два международных семинара под руководством В.Л. Бычкова в МГУ и Н.В. Самсоненко в РУДН. На сайте <http://lenr.seplm.ru> есть расписание семинаров, руководители семинаров на этом фото.



Надпись Виталия Лазаревича Гинзбурга на статье И.П. Стаханова в журнале Химия и Жизнь, 1974, №4, стр. 56-57.

*Игорь Павлович!
Вас уже популяризируют!
Скоро, вероятно, будут
диссидентствовать,
вплоть до сватов - химикать
Менделеев устона*

После взрыва от шаровой молнии остается мокрое место

6.4.77 ВЛ

Недавно сотрудник Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР доктор физико-математических наук И. П. Стаханов предложил новую гипотезу о природе шаровой молнии.

О шаровой молнии известно пока очень немного. По рассказам очевидцев, радиус ее бывает от одного до ста сантиметров, время жизни длится от трех до шестисот секунд. Шаровая молния плавает в воздухе, поэтому плотность вещества в ней должна быть очень близка к плотности воздуха. Разрушения, производимые при взрыве шаровой молнии, позволяют судить о запасенной в ней энергии — около миллиона джоулей. Однако температура шаровой молнии не так уж велика. Сквозь шар видны расположенные позади него предметы — значит, его температура не превышает 6000—8000°C (нагретый сильнее воздух непрозрачен для видимого света). Известно много случаев, когда шаровая молния плавилась металлические предметы, из чего следует, что температура в ней никак не ниже 1000°C.

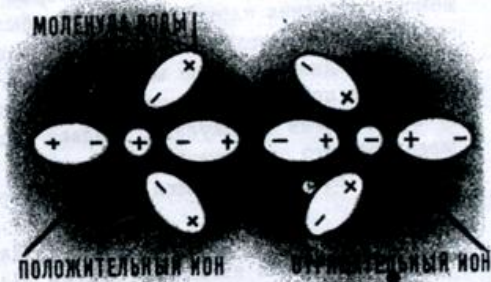
Число гипотез о природе шаровой молнии уже перевалило за сотню (см. «Химия и жизнь», 1968, № 2). Наиболее серьезные из них можно разделить на два больших клас-

либо прямо из грозового облака. И есть гипотезы, допускающие существование внутреннего источника энергии (химической или электрической природы). Ни одна из них не может исчерпывающе объяснить все стороны явления.

Новая гипотеза, выдвинутая И. П. Стахановым, выгодно отличается тем, что позволяет объяснить почти все известные свойства шаровой молнии. Источник энергии, как полагает автор гипотезы, находится внутри молнии и имеет одновременно электрическую и химическую природу.

Сущность гипотезы состоит в том, что шаровая молния возникает из обычной молнии, когда в канале разряда присутствует много водяных паров. Молекулы воды обладают особым свойством: центры положительных и отрицательных зарядов в них не совпадают. Молекула воды — электрический диполь, благодаря этому она притягивается и к положительным и к отрицательным зарядам. Это свойство воды может объяснить самое удивительное в шаровой молнии — долгий срок ее жизни.

Время жизни простой молнии определяется скоростью рекомбинации электронов с ионами, от которых электроны были оторваны при разряде молнии. Обычно этот процесс длится всего лишь миллионные доли секунды. Но если в канале молнии много воды, то ее молекулы притягиваются к ионам, окружают их со всех сторон и не дают электронам или отрицательным ионам подойти достаточно близко к положительному иону, чтобы рекомбинировать. Энергия



**А.А. Новиков: Загадки огненного яйца пророка Или:
Обоснование плазменной природы шаровой молнии.
Винница. Изд.: О. Власюк, 2005 — 411 с.**

Со слайда №61 по №73 даны выдержки из книги А.А. Новикова.

Многочисленность гипотез объясняется, прежде всего, недостатком и малой точностью наблюдательных данных, многообразием свойств и условий их проявления. Количество гипотез обратно пропорционально количеству и качеству наблюдательных фактов. При этом недостаток наблюдательных фактов компенсируется разнообразием и большим числом выдвигаемых гипотез.

Дилетанты часто генерируют «сверхценные» идеи, обоснование которых пронизано воинствующим невежеством и претензиями на истину в последней инстанции. К счастью, проблема шаровой молнии уже прошла этот этап развития, чего нельзя сказать о проблемах НЛО и пара«нормальных» (лучше пара«ненормальных») явлений.

трическими разрядами. Первый научный анализ проблемы был сделан членом французской академии наук Франсуа Араго в 1838 г. В последующие годы многие исследователи неоднократно пытались найти объяснение этому загадочному явлению. Проблемой шаровой молнии занимались такие выдающиеся ученые как Бойль, Араго, Фарадей, Аррениус, Кельвин (Томсон), Я. И. Френкель, П. Л. Капица и многие другие. Несмотря на то, что оно при-

По шаровым молниям накоплена очень большая информация. Достаточно сослаться на книгу Барри Дж. Д. [12] и библиографический указатель Григорьева А. И. [123], в которых приводятся порядка 2700 источников библиографии. В последние годы основной фактический материал был собран и обработан на физическом факультете Ярославского государственного университета, где в 1979 году под руководством Григорьева А. И. был организован Центр по информации о шаровых молниях, в котором собирают и обобщают свидетельства очевидцев об их наблюдениях в природе. Собрано около 20000 описаний, которые для статистического анализа введены в ЭВМ и используются для выявления корреляционных зависимостей между отдельными свойствами шаровой молнии и для дальнейших теоретических исследований

Академик Гинзбург В. Л. ставил вопрос о раскрытии природы шаровой молнии в один ряд с такими проблемами, как познание строения элементарных частиц или открытие высокотемпературной сверхпроводимости [118]. С прагматической точки зрения, процессы, протекающие в шаровых молниях, могут использоваться в ряде областей техники и технологии и дать неожиданный эффект, в том числе и экономический. Хорошо ответил М. Фарадей, когда его спросили о пользе его открытий: «А какая польза может быть от ребенка? Неизвестно кем он станет, когда вырастет».

Изучение явления шаровой молнии представляет общенаучный интерес. При этом можно проверить положение, что путь к одному открытию можно рассматривать как модель пути к любому другому открытию. Однако необходимо помнить о парадоксе предсказания: невозможно в точности предсказать, что будет открыто, ибо это значит сделать само открытие.

Физика шаровой молнии находится на стыке многих фундаментальных и прикладных дисциплин, что требует для понимания явления широты и достаточной физической глубины освещения многих, связанных с ней, процессов. Сложность самого явления определяет различные уровни его понимания. В настоящее время из-за высокого уровня развития теоретического и практического знания в смежных областях имеется основа для перехода на более высокий уровень знаний о шаровой молнии. Однако при этом необходим скачок в познании — обнаружение скрытой сущности явления.

Светимость молнии была значительной, особенно при расстоянии в несколько метров, тем не менее, ее все же можно было свободно рассматривать без чрезмерного напряжения. Было заметно, что цвет молнии неоднороден. Центральная часть представляла собой шар диаметром 6-8 см, несколько вытянутый в вертикальном направлении. Эта часть была и наиболее яркой, по своему внешнему виду (кроме формы) весьма напоминающая электроразрядный факел в воздухе, получаемый в плазмотронах, с температурой плазмы порядка $13000 \div 16000$ К. Центральная часть молнии была окружена областью толщиной $1 \div 2$ см с густым фиолетовым свечением, очень похожим на свечение воздуха при давлении 0,1 мм рт. ст., бомбардируемого электронами с энергией в несколько десятков электронвольт. Следующая, наружная оболочка толщиной около 2 см, также была неоднородна, напоминающая по цвету тихий электрический разряд при атмосферном давлении или периферийное свечение электронного пучка с энергией в несколько десятков килоэлектронвольт, попадающего из вакуумной трубки в воздух при обычном давлении. *Светло-голубое свечение* этой части молнии быстро убывало с увеличением расстояния от центра шара, постепенно сходя на нет. Оболочки молнии хорошо просматривались только в горизонтальном направлении. В нижней части они, вероятно, были сжаты и их можно было различить только при сопоставлении с боковыми частями молнии. Над молнией сверху, оболочки были значительно толще, но не так резко выражены. Кроме того, в них можно было видеть отдельные яркие конвективные струи (как над обычным костром, только цвет их был с беловатым оттенком). Общий диаметр шара составлял около 11–12 см в горизонтальном направлении и около 14–16 см в вертикальном. С расстояния в несколько десятков метров наблюдалась, по-видимому, только центральная часть шара. Издали молния имела синеватый оттенок».

Ученые отмечают, что творческие личности приходят в восторг, ознакомившись с новым методом решения проблемы, и предлагают свои модифицированные идеи и новые ее приложения, в то время как менее творческие личности, скорее направляют свои усилия на поиски недостатков, критику, а не на выявление дополнительных возможностей. Автор сознает, что основным оружием «серьезных» оппонентов является игнорирование и замалчивание идеи. Как пишут историки техники, изобретатель должен ожидать наперед, что он будет сначала отвергнут своими критиками, а потом ограблен в пользу мертвых.

Это были приведены выдержки из книги Анатолия Александровича Новикова: А.А. Новиков: Загадки огненного яйца пророка Илии: Обоснование плазменной природы шаровой молнии. Винница. Изд.: О. Власюк, 2005 — 411 с.



**Я благодарю всех,
кто вольно или невольно принимал
участие в данном проекте. Особая
благодарность О.М. Жеребцову, за
терпение и нескольких язвительных
замечаний озвученных при генеральном
прогоне данного доклада.**

**Спасибо
за внимание !**

**НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ,
2018**