

УДК 537.52:22.213

**Высикайло Ф.И.**

Кумулятивное плазменное оружие против метеороидов

Часть I. Описания молний в мифах и современных наблюдениях при кулоновском распыле метеороидов

Высикайло Филипп Иванович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, Московский радиотехнический институт РАН, ФГБНУ «Технологический институт сверхтвёрдых и новых углеродных материалов» (Троицк)

E-mail: filvys@yandex.ru

Предложен 4D поляризационно-квантово-кинетический кумулятивно-диссипативный механизм самозащиты Земли от метеороидов. За быстро летящим (10–30 км/с) объектом в атмосфере Земли происходит нагрев и интенсивная ионизация воздуха. Более подвижные электроны уходят из области ионизации плазмы и тем осуществляют её поляризацию. Огромный конденсатор электрической энергии пробивается кумулятивной струей (КС) электронов, догоняющих и взрывающих метеороид кулоновскими силами. В первой части работы представлен анализ явлений, обусловленных нарушением нейтральности плазмы в природе.

Ключевые слова: кумулятивно-диссипативные структуры, положительно заряженный плазмOID, кумулятивная струя, синергетика, точка либрации-кумуляции, страты, взрыв метеороида, молния диссипативные структуры, кумуляция (фокусировка), диссипация (рассеивание), бициклон.

Введение

По мере технологического развития нашей цивилизации учёные вынуждены признавать, что часто мифология (рис. 1) содержит важную информацию, которая становится понятной им только в последнее время. Одним из таких преданий о глобальной катастрофе, чуть не погубившей всё живое на Земле или иной планете, является миф о Фаэтоне – сыне Гелиоса (бога Солнца) и нимфы Климены. Наиболее ранее упоминание о Фаэтоне приводится в поэме «Теогония» Геосида (VIII–VII вв. до н.э.) Подробности о гибели Фаэтона переданы древнегреческим поэтом и драматургом Еврипидом (V в. до н.э.) и приведены в книге Н.А. Куна «Легенды и Мифы Древней Греции»¹ и проиллюстрированы Рубенсом (рис. 2). Согласно мифу, Фаэтон выпросил у своего отца Гелиоса позволение править солнечной колесницей, но его упряжка погубила его: кони неумелого возницы отклонились от обычного направления и приблизились к земле, отчего та загорелась. Богиня земли Гея взмолилась Зевсу, и тот сразил Фаэтона **молнией**. Стала бы мертвой Земля, если бы не Зевс. Фаэтон, пронзённый молнией Зевса (рис. 1а), с горящими на голове кудрями, пронёсся по воздуху, подобно падающей звезде (рис. 3), рухнул в реку Эридан и погиб. Разбежались бессмертные кони Гелиоса, а обломки колесницы разнеслись по всему свету. До сих пор на Земле можно отыскать её остатки – куски небесного металла (так объясняется в мифе природа метеоритов). В этом мифе ясно описаны способ применения (Зевс послал молнию вдогонку колесницы) и последствия применения основного оружия Зевса – молний (электрических явлений для кулоновского распыла «колесницы» – метеороида).

Вторым мифом, или воспоминанием о генераторе молний, является миф о ваджре – оружии богов и установке, способной плавить или скалывать камень и уничтожать армии (рис. 1б, в)². Памятники из многотонных монолитов, возведенные тысячи лет назад и сверхточно обработанные по неизвестным технологиям якобы все тем же загадочным инструментом – ваджрой – до сих пор удивляют учёных во всём мире идеальной точностью стыковки монолитов и технологическим совершенством.

Автор почти 30 лет занимается исследованием электрических разрядов, катодных и анодных пятен, локального разрушения катодов кумулятивными струями ионов, плазмотронов, шнуров, дуг, различных типов молний, поляризации квантовых резонаторов (например, молекул C₆₀) и другими, открытыми автором, кумулятивно-диссипативными структурами (КДС) с явным нарушением нейтральности³ (НН) или поляризацией. В этих

¹ Кун Н.А. Легенды и мифы Древней Греции. М.: АСТ, Астрель, Харвест. 2010. 208 с.

² Мифы Древней Индии. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Наука, ГРВЛ, 1982. 270 с

³ Высикайло Ф.И. Архитектура кумуляции в диссипативных структурах. Издательский дом Palmarium Academic Publishing 2013, 352 с.; Он же. Скачки параметров неоднородной столкновительной плазмы с током, обусловленные нарушением квазинейтральности // Физика плазмы, 1985. Т. 11. № 10. С. 1256–1261; Он же. Аналитические исследования ионизационно-дрейфовых волн (3D страт) в наносекундных разрядах // Инженерная физика. 2012. № 7. С. 7–44; Он же. Высикайло Ф.И. Новая



Рис. 1. Боги-громовержцы со своим оружием – молниями: (а) Зевс, сжимающий в руке молнии (катодо- и анодонаправленные) и посох Вседержителя. Афинская краснофигурная амфора, 480–470 гг. до н.э.; (б) средневековый индийский барельеф, изображающий бога Индру, вооруженного ваджрой; (в) ваджра из храмового комплекса Боднатх (Катманду, Непал, VI в. н.э.).



Рис. 2. П.-П. Рубенс. Падение Фэтона, 1604–1605



Рис. 3. Формирование длинного плазменного хвоста¹ с размером более 10 км и взрывное саморазрушение метеороида возле Челябинска. За метеороидом наблюдается яркий светящийся хвост – молния, которая, согласно модели автора, андроструктурой (пучком высокоэнергетичных электронов, направленных из хвоста в метеороид) его и разрушила. В соответствии с моделью автора кумулятивная струя положительно заряженных ионов бьёт в обратном направлении движению метеороида.

3D концепция усиления кумулятивных структур (КС) в катастрофах. Части I–III // Пространство и Время. 2012. № 4(10). С. 141–150; 2013. № 1(11). С. 140–148; № 2(12). С. 142–150; Vysikaylo Ph.I. Electric field cumulation in dissipative structures of gas-discharge plasmas. J. of Experimental and theoretical physics. 2004. N 98(5). Pp. 936–944; Vysikaylo Ph.I. Detailed Elaboration and General Model of the Electron Treatment of Surfaces of Charged Plasmoids (from Atomic Nuclei to White Dwarves, Neutron Stars, and Galactic Cores): Self-Condensation (Self-Constriction) and Classification of Charged Plasma Structures – Plasmoids. Parts 1–3. Surf. Eng. Applied Electrochem. 2012. N 48(1). Pp. 11–21; N 48(3). Pp. 212–229; 2013, N 49(3). Pp. 222–234.

¹ Ахметвалеев М. Полный фото-отчет взрыва метеорита над Челябинском (14 фото). 2013. 21 февраля. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fishki.net/comment.php?id=133586>. См. также: Взрыв метеорита над Челябинском. Фото Марата Ахметвалеева, Челябинск. 2013. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://lentachel.ru/galleries/21787/1>.



Рис. 4. На фото наблюдается две параллельные дорожки¹, что может косвенно указывать на ранее противоположные направления в них движения частиц плазмы.



Рис. 5. Страты в плазменном хвосте метеороида явно указывают на важность электрических явлений в электроотрицательной атмосфере Земли. Фото с сайта <http://www.stepandstep.ru/catalog/your-photos/123788/padayuschiy-meteorit-v-ssha.html>

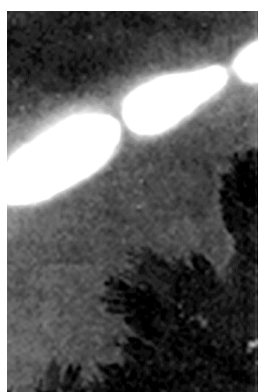


Рис. 6. Чёточная молния на фоне пальмы. Размер плазменных структур более 1 м.

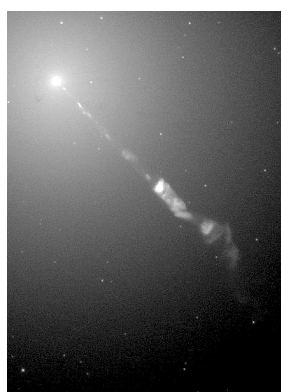


Рис. 7. Центральная область галактики М 87 с активным ядром. Размер джета ~1,5 кпк. Телескоп «Хаббл» (NASA). Визуализирована стратификация самоускоряющегося положительно заряженного джета².

КДС с НН на существенных размерах происходит кумуляция высокоэнергетичных электронов в кумулятивные струи (КС) с энергией до 1–3 Мэв, например, в молниях и до 10^9 эВ и более в нейтронных звёздах и чёрных дырах. В этих же работах автора установлено, что на кумулятивных струях электронов происходит бикумуляция положительных ионов³. На базе этих исследований в данной работе, состоящей из двух частей, впервые предлагается и исследуется **электродинамическая** модель карающего оружия Зевса – молнии или рельсотрона Высикайло с объёмным зарядом, применяемого электроотрицательной атмосферой Земли для кулоновского распыла высокоскоростных пришельцев из Космоса – метеороидов.

Закон трансформации механической энергии в электрическую энергию давно открыт и иллюстрируется в обычных школах с помощью динамо-машины. Метеороиды, внедряющиеся в атмосферу Земли, имеют огромные скорости. Они ускоряют молекулы воздуха, встречающиеся на пути, до энергий в несколько раз больших, чем энергия их ионизации. Поэтому за метеороидом формируется плазменный шнур с практически полностью ионизованным воздухом. Электроны как наиболее подвижная часть уходят из плазмоида, остывают и прилипают к молекулам кислорода. Так за метеороидом формируется положительно заряженный шнур с отрицательно заряженной периферией. Такая поляризация плазменного шнура с поперечным сечением близким к сечению метеороида может достигать в длину порядка 1 км и более. На базе этих соображений автором объясняется весь ряд наблюдаемых «загадочных» явлений, сопровождающих внедрение метеороидов в атмосферу Земли, и доказывается, что при движении в атмосфере Земли высокоскоростных объектов возможно появление плазмоидов – плазменных структур с НН, в которых механическая энергия, переданная молекулам воздуха эффективно трансформируется в потенциальную электрическую энергию, затем кумулируется из-за электрон-электронных взаимодействий и наличия электрического поля в кинетическую энергию убегающих (догоняющих метеороид) электронов, фокусирующихся профилем потенциала всей структуры в КС. КС электронов, догоняя и внедряясь в метеороид, порождающий за собой положительно заряженный шнур, распыляет метеороид кулоновским взрывом (рис. 3). По авторской модели, так в электроотрицательной атмосфере Земли, при наличии электрического поля, из-за процессов кумуляции энергии в КС высокоэнергетичных электронов в деталях реализуется принцип Ле Шателье – Брауна: внешнее воздействие, выводящее систему из состояния термодинамического равновесия, вызывает в системе процессы, стремящиеся ослабить эффект воздействия – вплоть до кулоновского взрыва возмутителя термодинамического равновесия атмосферы Земли.

В первой части данной работы сравниваются аналогичные явления, обусловленные НН плазмы в природе (рис. 3–7) и обсуждаются основные положения и упрощения при их аналитическом описании. В соответствии с за-

¹ Ахметвалеев М. Полный фото-отчет взрыва метеорита над Челябинском; Взрыв метеорита над Челябинском...

² См.: Vysikaylo Ph.I. Detailed Elaboration and General Model of the Electron Treatment... Part 1...

³ Vysikaylo Ph.I. Detailed Elaboration and General Model of the Electron Treatment... Part 3...

конами би-кумуляции или третьим законом Ньютона, исследованными автором ранее¹, доказываем, что в молнии, электрической дуге, электрическом шнуре в противоположных направлениях формируются как КС высокоэнергетических электронов, так и КС положительных ионов, выстреливающие в обратном направлении КС электронов.

Во второй части приводятся аналитические оценки параметров самоформирующихся за высокоскоростным телом поляризованных электрических плазменных шнуров – рельсотронов Высикайло, стреляющих одновременно в двух противоположных направлениях кумулятивными струями (аноде- и катодонаправленными² молниями Зевса). Для положительно заряженных КДС (+КДС) применение радиуса Дебая как основного размера +КДС является ошибкой, так как в таких структурах формируется русло для высокоэнергетических, так называемых убегающих электронов. Энергия этих электронов в КС и определяет характерные размеры +КДС. В КС высокоэнергетические электроны невозможно описать в рамках классических статистик. Понятие температура для них не применима, так как они практически не теряют энергию в столкновениях с тяжёлыми частицами. Получают они энергию из-за электрон-электронных взаимодействий. КС высокоэнергетических убегающих (догоняющих метеороид) электронов направлена в сторону метеороида из-за формирования за метеороидом положительно заряженного шнура (рис. 8).

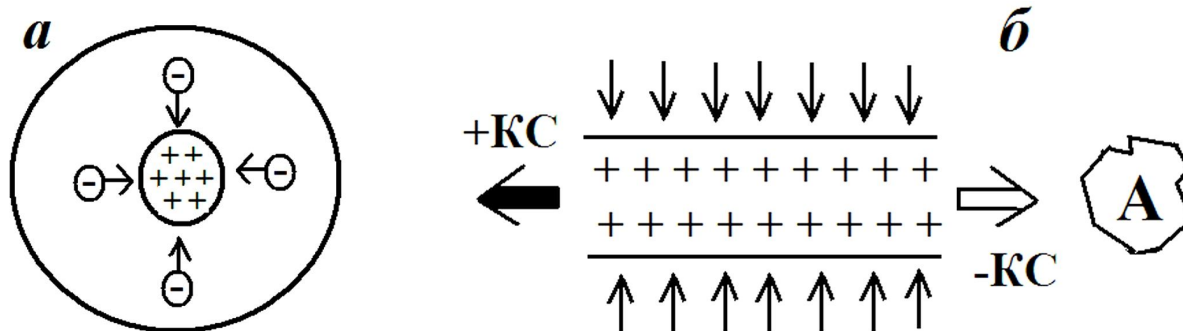


Рис. 8. (а): схема динамического самообжата +КДС периферийными электронами и формирования ионной кристаллической решётки с постоянной плотностью положительных ионов и вырожденного электронного газа. При локальном разрушении сжимающей оболочки, в этом месте возможно формирование кумулятивных струй (рис. 7) из +КДС;

(б): схема формирования -КС – кумулятивной струи электронов и +КС – положительных ионов в молнии³. Соорганизация +КС и -КС, возможно, приводит к взаимному вращению этих струй друг вокруг друга как в бициклоне⁴. А – метеороид.

КС высокоэнергетических электронов догоняет и, проникая в метеороид, согласно авторской модели, взрывает его кулоновскими силами на определённой высоте в электроотрицательной атмосфере Земли. КС положительных ионов, согласно сказанному выше, выбрасывается из +КДС в том направлении, откуда прибыл высокоскоростной объект, увлекая с собой в верхние слои атмосферы воздушные массы с парами воды. Этот кумулятивный процесс ответственный за формирование серебристых облаков, наблюдавшихся как в случае Тунгусского, так и в случае Челябинского метеороидов. Серебристые облака наблюдаются и после извержения вулканов⁵, что также является разновидностью конвективных кумулятивно-диссипативных процессов.

Удивляет то, как точно в мифах Древней Греции описано и идентифицировано, как молния, это оружие и последствия его применения – распыл (кулоновский взрыв) колесницы. В части 2 данной работы аналитическое описание таких явлений и детализация кумулятивного механизма взрыва метеороида проведено на базе теоремы Гаусса.

1. Нарушение нейтральности – основа рельсотрона Высикайло

От работ Джильберта (врача королевы Англии Елизаветы, 1600 г.) с электроскопом, где *слабое нарушение нейтральности* (НН) вызывало отталкивание заряженных пластинок прошло 413 лет. Тем не менее, как отмечалось нами ранее⁶, до сих пор уже в *научной* литературе по плазме сохраняется *миф* о полной нейтральности частей газоразрядных плазменных структур и основными параметрами плазмоидов ошибочно считается радиус Дебая ($\sim 10^{-4}$ м), хотя визуализируются плазмоиды - +КДС от 1 до 200 м и более (рис. 6, 7). Этот миф является ошибкой, постоянно препятствующей развитию астрофизики, физики плазмы и приборов, применяющих плазму. Пора признать, что НН, как и в задаче Джильберта, происходит от атомного ядра (10^{-15} м) до скопления галактик (10^{26} м) и отсутствие учета кумулятивных структурных явлений, сопровождающих НН, приводит к огромному числу **асимптотических, или поляризационно-размерных, парадоксов Высикайло**, т.е. к невозможности объяснить явления, наблюдающиеся в природе и на практике (рис. 3–7) в рамках теорий, опирающихся только на

¹ Высикайло Ф.И. Архитектура кумуляции в диссипативных структурах; Он же. Скачки параметров...; Он же. Аналитические исследования ионизационно-дрейфовых волн...; Он же. Новая 3D концепция усиления кумулятивных структур (КС) в катастрофах. Часть I–III; Vysikaylo Ph.I. Detailed Elaboration and General Model of the Electron Treatment... Parts 1–3...; Vysikaylo Ph.I. Electric field cumulation in dissipative structures of gas-discharge plasmas...;

² Там же.

³ Vysikaylo Ph.I. Detailed Elaboration and General Model of the Electron Treatment... Parts 1–3...

⁴ Высикайло Ф.И. Новая 3D концепция усиления кумулятивных структур (КС) в катастрофах. Часть II. 3D структурная турбулентность с кумулятивными струями. «Квазикуперовские» бициклоны и трансформация в них энергии

⁵ Далин П.А., Перцев Н.Н., Ромейко В.А. Открытие серебристых облаков: факты и домыслы // Пространство и Время. 2013. № 2(12). С. 183–187.

⁶ Высикайло Ф.И. Аналитические исследования ионизационно-дрейфовых волн...; Vysikaylo Ph.I. Detailed Elaboration and General Model of the Electron Treatment... Parts 1–3...

радиус Дебая и среднюю температуру по плазмойду. Это все равно, что лечить заболевания органов слуха (сложный акустический аппарат, соединённый с мозгом живого существа) или зрения (сложно структурированный электромагнитный датчик, соединённый с мозгом) с помощью клизмы и градусника. Следует вначале выявить роль структурной кумуляции в плазмойдах. Общее понятие об асимптотических парадоксах на примере парадокса Эйлера – Даламбера ввел американский математик (специалист по алгебре и топологии) Биркгофф¹.

Для решения этого парадокса также следует учитывать процессы структурной кумуляции конвективных потоков при наличии процессов вязкости (диссипации). Автор считает, что ошибочно для объяснения ряда асимптотических парадоксов привлекаются загадочные тёмная материя, тёмная масса, НЛО, Λ -член Эйнштейна, параллельные миры, в которых исчезают КДС, и др. мифы от Анны Чапман. При этом достойных исследований влияния **слабого НН** на 3D геометрию, **структуризацию** и изменения свойств во времени явно КДС в природе (например, молний, звёзд, галактик, их скоплений и т.д.) не проводится. Хотя известно, что электроны как наиболее лёгкий и подвижный газ интенсивно покидают раскалённые тела, тем заряжая их положительным зарядом. Возникающие электрические поля возвращают электроны в +КДС. Так формируется поверхностное динамическое натяжение, ещё более сжимающее +КДС с положительными ионами (рис. 8), которые вытесняют новые электроны из +КДС, тем ещё более их сжимая и заряжая. Это новый тип неустойчивости или динамический **процесс кумулятивного поверхностного самообжата** (с изменением характерных размеров +КДС из-за формирования динамического поверхностного натяжения), развития и существования в гомеостазе +КДС, открыт автором².

В общих чертах это модель любого супраатома или супрамолекулы и даже атомного ядра. Этот 4D процесс структурной **кумуляции** и выравнивания давления в +КДС глубоко фрактален и в деталях очень сложен и требует подробного рассмотрения и упрощения для любых 4D +КДС³. В частном случае радиус Дебая может совпасть с размером величины поляризационного (скин) слоя плазмойда. Пока только сильное НН учитывается в капельной модели в атомном ядре в атомной физике, но достойной модели динамической самокумуляции атомного ядра, как и шаровой молнии, до сих пор нет, хотя понятие о потенциальном барьере (сжимающем атомное ядро) вокруг атомного ядра введено Г.А. Гаммовым ещё в прошлом веке (1928 г., рис. 8а, роль электронов в модели Гаммова, видимо, играют менее массивные отрицательные мезоны, формирующие потенциальный барьер для α -частиц в атомном ядре). Как показано ранее⁴, в случае любых плазмойдов - +КДС, с размерами от 10^{-15} до 10^{26} м, характерным размером, таких потенциальных кулоновских барьеров, ответственных за динамическое обжатие +КДС, является **длина волны де Бройля электронов** в последнем слое перед ионной (или кристаллической) решёткой (рис. 8), а не радиус Дебая. Эти выводы соответствуют известным решениям для положительных молекулярных ионов.

Известно, что закон Кулона (и, соответственно, уравнение Пуассона и теорема Гаусса для электрического поля в области заряженных структур с распределённым в 4D-пространстве-времени объёмным зарядом) работает в огромном диапазоне характерных размеров от $R \sim 10^{-15}$ м (размеры атомного ядра) до 10^{26} м (размеры видимой Вселенной). Эти размеры соответствуют характерным частотам конвективных процессов, происходящих со скоростью света, в диапазоне от 10^{24} до 10^{-18} с⁻¹. Последняя частота соответствует времени прохождения света через видимую Вселенную.

НН нуклонов в атомных ядрах существенно. Нейтронов и протонов в атомных ядрах одинаковое количество, и параметр нескомпенсированности заряда $\alpha_p = n_p/n \approx 1/2$. Здесь n_p – плотность частиц с нескомпенсированным положительным зарядом, n – плотность всех нуклонов (протонов и нейтронов). НН в структурах в газоразрядной плазме (рис. 3, 6) не столь велико, так $\alpha_{VN} = (n_i - n_e)/n_i$ в них не превышает 10^{-6} . Здесь n_i , n_e концентрация положительных ионов и электронов. Однако ряд основных свойств заряженных или поляризованных в 3D-пространстве метастабильных структур – плазмойдов, самоконденсирующихся в кулоновских потенциальных ямах, являются общими. Нами был обобщён опыт, накопленный при исследовании заряженных структур со скачками (ударными волнами) электрического поля или потенциальными ямами для электронов с размерами от 10^{-15} м до квантовых звезд (10^{10} м, рис. 3–7)⁵. Это обобщение представляется весьма полезным в системном понимании фрактализующихся конкретных «загадочных» 4D-конечномерных динамических явлений формирования, пульсирования и продолжительного существования различных плазменных структур – плазмойдов. Так, ранее нами определено число Высикайло⁶:

$$\alpha_{pV} = n_p/n \approx 10^{-18}, \quad (1)$$

соответствующее критической степени нарушения нейтральности – например, критической величине параметра α_{VN} , при достижении которого ранее гравитирующее плазменное вещество начинает распыляться кулоновскими силами или формировать ионную кристаллическую решётку в +КДС, динамически обжимаемую внешними электронами (рис. 8а). Как было установлено⁷, заряженные плазмойды не рассыпаются при достижении α_{VN} критического значения, так как фокусируются динамическим поверхностным натяжением, т.е. давлением периферийных электронов, по схеме рис. 8. При разрушении поляризационного слоя из положительно заряженного ядра +КДС, при $n_p/n > \alpha_{pV}$, возможен выброс кумулятивной струи протонов даже из чёрных дыр (рис. 7) и соответствующая кумуляция по этой струе в чёрную дыру высокоэнергетичных электронов, ускоряющихся в таком ускорителе (рис. 7 и 8б)⁸ до энергий 10^9 эВ. Этот процесс, согласно модели автора, в ядрах галактик аналогичен α -распаду атомных ядер. При этом характерные размеры поляризационного слоя, как отмечалось, определяются в квантовых структурах длиной волны де Бройля периферийных электронов (рис. 8а).

Эквивалентность функционирования заряженных структур во всех диапазонах характерных размеров обу-

¹ Birkhoff G. Hydrodynamics. A study in logic, fact and similitude. Princeton. 1950. На русском см.: Биркгофф Г. Гидродинамика / Под ред. М.И. Гуревича. М.: Изд-во. Иностран. лит., 1954. 183 с.

² Vysikaylo Ph.I. Detailed Elaboration and General Model of the Electron Treatment... Parts 1–3...

³ Ibid.

⁴ Ibid.

⁵ Ibid.

⁶ Ibid.

⁷ Ibid.

⁸ Ibid.

словлена генерацией **скачка электрического поля** у их поверхности (рис. 8). Величина электрического поля у поверхности однородно заряженной 3D-структуры согласно теореме Гаусса:

$$E(R) = R\rho/\chi\epsilon\epsilon_0$$

определяется плотностью заряда ρ , **размером** положительно **заряженной структуры R** и геометрическим фактором, учитывающим симметрию структуры – $\chi = 1, 2, 3$ при плоскостной, цилиндрической и сферической симметрии, соответственно. Здесь ϵ_0 – электрическая постоянная, ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость структуры. При больших размерах супраатома (или супраатомного ядра, рис. 8) – R периферийные электрические поля могут быть **огромны** (даже при незначительной плотности нескомпенсированного заряда ρ), а их роль в плазменных процессах в воздухе **всё определяющей**¹, так как частота ионизации экспоненциально зависит от параметра E/N . Здесь N – плотность числа частиц воздуха. Потенциальный барьер $U(r)$, запирающий электроны или другие отрицательно заряженные частицы в потенциальной яме – плазмоиде, растет с характерным размером плазмоида как R^2 для всех типов симметрии от центра к периферии заряженной структуры и тем запирает (кумулирует, фокусирует) внутри себя **свободные** частицы с огромными кинетическими энергиями: $-0 < E_k < \rho R^2 / 2\chi\epsilon\epsilon_0$ для сферически-симметричных плазмоидов или с большими энергиями² для случая цилиндрической или плоскостной симметрии плазмоидов, для которых величина потенциальной ямы определяется $\ln L$ или L максимальным размером +КДС, соответственно. Максимальная энергия электронов, локализованных потенциальным барьером в +КДС, с характерным радиусом R , оценивается из теоремы Гаусса (Остроградского)³:

$$E_e = eU_{+КДС} = e^2(n_i - n_e)R^2/2\chi\epsilon\epsilon_0 = \alpha_{VN} e^2 n_i R^2 / 2\chi\epsilon\epsilon_0 \quad (2)$$

Здесь e – заряд электрона. Это совместный **кумулятивный поляризационно-размерный эффект Выискайло**, обусловленный особенностями 3D-размерных заряженных структур – плазмоидов, открыт и детализирован ранее⁴ для любых заряженных плазмоидов. Для цилиндрических и плоскостных (страт) плазмоидов объём фокусировки (величина потенциальной ямы – мешка - +КДС) электрическим полем электронов с кинетической энергией меньше $E_e > 0$ определяются их максимальным характерным размером R . Согласно (2), взаимодействие нескольких плазмоидов друг с другом или с внешней средой осуществляется только высокоэнергетичными электронами с энергией более E_e . Чем больше размер структуры и чем больше в ней нарушение нейтральности (плотность заряда – $\alpha_{VN}en_i$), тем больше E_e , а значит, взаимодействие заряжающихся и растущих структур осуществляется практически без массовым и без зарядовым образом, со скоростью обмена энергетичными электронами стремящейся к скорости света с ростом размеров – R , степени НН – α_{VN} и концентрации заряженных частиц – n_i . При наличии вращения у поляризованных плазмоидов появляется собственное магнитное поле. А, при **внешнем воздействии на плазмоид** – резервуар высокоэнергетичных электронов можно осуществить экстракцию пучка высокоэнергетичных электронов с энергией E_e^* больше E_e из плазмоида. Так поступали экспериментаторы (Гюнтершульце, 1930 и др.) ещё в прошлом веке, применяя полые катоды, из плазмы которых выводились пучки высокоэнергетичных электронов. При импульсном продвижении молний, перед формированием очередной части плазмоида – молнии, высыпание КС электронов, по схеме рис. 8б, в экспериментах наблюдал Скарзе⁵. Согласно нашим исследованиям⁶, аналогичные **кумулятивные** струи, но уже протонов, выбрасываются из чёрных дыр в Космос (рис. 7). Возможно, применение «богами» этого явления описано в мифах как **ваджра** или **ваджр** в легендах Индии, Китая, Японии и др.

В данной работе, согласно рассматриваемой схеме (рис. 8), исследуется механизм формирования и развития 3D архитектуры детонационной волны, снимающей потенциальную энергию поляризации столба плазмы (рис. 3) за высокоскоростными метеороидами в **электроотрицательной** атмосфере Земли, что разрушает динамическую оболочку, формируемую периферийными электронами, кумулирующими плазменный столб (+КДС) и приводит к одновременному выделению всей внутренней энергии плазменного столба, сосредоточенной в кинетической энергии электронов, захваченных +КДС и затем всей кинетической энергии всего метеороида (рис. 3). Автор полагает, что только при разрушении динамической оболочки, сжимающей плазменную +КДС (рис. 8), вся кинетическая энергия, запасённая в плазменной +КДС, переходит в энергию ударных звуковых волн, как и при обратном ударе молнии. Согласно авторской модели за высокоскоростным объектом, вначале формируется протяжённый плазменный поляризованный канал, фокусирующий (удерживающий в +КДС) практически всю энергию, переданную молекулам воздуха метеороидом, действующим как высокоскоростной поршень. Именно, формирование поляризованного электрического шнура с КС сопровождается шипением и потрескиванием на значительных расстояниях от поляризующейся КДС. Затем поляризованный плазменный электрический шнур разрушается обратным ударом, снимающим поляризацию. При этом формируется КС высокоэнергетичных электронов, внедряющихся сзади в метеороид, формирующий за собой положительно заряженный шнур и кумулятивную струю положительных ионов, бьющую в направлении обратном движению метеороида. Это приводит к кулоновскому взрыву метеороида и выделению кинетической энергии электронов в тепло и только после этого к формированию уже ударной звуковой волны.

Предлагаемая модель, детализирующая задержку и спусковой механизм ударных звуковых волн, несомненно, окажет существенное влияние на решение проблем создания не только самого грозного плазменного пучкового оружия с молниями Зевса (молнией сразившего Фазтона) XXI в. на Земле, но, что более важно, и глобальной защиты Земли от метеороидов, внедряющихся в атмосферу Земли и приблизит время создания уже нашей цивилизацией аппарата – рельсотрона с объёмным зарядом, работающего аналогично «загадочному» ваджру из мифов древней Индии. До тех пор пока метеорит не достиг Земли, его называют **метеороидом**. **Метеороиды** влетают в атмосферу со скоростями от 11 до 30 км/с. **Метеороид** – твердое тело, движущееся в

¹ Ibid.

² Ibid.

³ Ibid.

⁴ Ibid.

⁵ Подробнее см.: Ibid.

⁶ Ibid.

межпланетном пространстве, размером меньше астероида, т.е. меньше 1 км^1 .

2. События под Челябинском и другие аналогичные электрические явления природы

15 февраля учёные НАСА сообщили, что под Челябинском произошел взрыв мощностью 300 килотонн в тротиловом эквиваленте космического объекта размером ~ 15 метров в диаметре. Как известно², сенсоры, установленные на геостационарных спутниках, работающих в интересах Министерства обороны и Министерства энергетики США, могут отслеживать как воздушные ядерные взрывы, так и измерять кривые светимости сгорающих в атмосфере болидов. На их базе 1 марта НАСА стали известны уточнённые данные по полной светимости суперболида, которая составила $E_0 = 3,75 \cdot 10^{14}$ Дж или 90 кт, из чего по эмпирической формуле для полной энергии взрыва следует $E = 8,2508 \cdot E_0^{0,885}$, что составляет 440 кт. Скорость болида по тем же данным в момент максимальной яркости составила 18,3 км/с и событие произошло на высоте 23,3 км. Оценка массы и размера метеороида при плотности $3,6 \text{ т/м}^3$ составили соответственно 11 000 т и диаметр около 18 м.

Итак, по расчетам НАСА, метеороид, диаметром около 18 метров и массой порядка 11 тыс. тонн, вошёл в атмосферу Земли в районе Челябинска на скорости около 18,3 км/с. Вся кинетическая энергия метеороида порядка $W_M \approx 2 \cdot 10^{15}$ Дж. Судя по продолжительности атмосферного полёта, вход метеороида произошёл под очень острым углом. Спустя примерно 32,5 сек после входа в атмосферу, небесное тело полностью разрушилось на высоте 23,3 км от Земли. Разрушение представляло собой серию событий, сопровождавшихся распространением ударных волн и треска, создававших впечатление, что метеороид кто-то расстреливал. Общее количество высвободившейся энергии, если по оценкам НАСА составило около 500 килотонн в тротиловом эквиваленте ($2 \cdot 10^{15}$ Дж), то по оценкам РАН – 100–200 килотонн ($4 \cdot 8 \cdot 10^{14}$ Дж). По оценкам НАСА, это самое большое из известных небесных тел, падавших на Землю со времени падения Тунгусского метеорита в 1908 г., и соответствует событию, происходящему в среднем раз в 100 лет. Из-за пологой траектории вхождения тела только сравнительно небольшая часть энергии взрывов достигла населённых пунктов. Из-за ударной волны пострадали 1613 чел., большинство – от выбитых стёкол. Были госпитализированы по разным данным от 40 до 112 чел.; двое пострадавших были помещены в реанимацию. Ударная волна повредила здания. Материальный ущерб был предварительно оценён от 400 млн до 1 млрд руб. Удалось сфотографировать и представить общественности уникальные детали события только любителю природы своего края Марату Ахметвалееву (рис. 3, 4³). Все службы, занимающиеся Космосом, астрофизикой и защитой Земли от метеороидов в России, «проспали» это уникальное явление, не предложили общественности ни одного снимка взрыва метеороида и тем доказав, что защита Земли – это дело всех простых землян. Может быть, государственные службы России проснутся (через следующие сто лет) к очередному визиту аналогичного метеороида и наставят кинокамер по всей России. Пока будем благодарны Марату Ахметвалееву за визуализацию такого явления (рис. 3, 4).

Сравнения рис. 3–7 явно указывают на общность процессов формирования стратификации и поляризации плазменных +КДС⁴. Действительно, по данным РИА Новости от 21.03.2013 челябинский болид (светящийся метеороид) вызвал магнитные бури в ионосфере Земли, похожие на бури, возникающие при внедрении в ионосферу Земли солнечного ветра⁵. При этом возмущения, согласно заявлению сотрудников ИЗМИРАНа затронули почти всю ионосферу. Так, по словам Гиви Гивишвили, колебания концентрации электронов в ионосферном слое F_2 (высотой около 250 километров) были зафиксированы спустя 5,5 часа после взрыва на ионосферной станции в Екатеринбурге, через 6 часов – в Ростове-на-Дону и спустя 7 часов – в Москве. «Электронная концентрация на высоте изменилась в 2,7 раза, при этом высота слоя F_2 была 270 и вдруг уменьшилась до 220 км, слой «прогнулся» вниз. Это похоже на магнитные бури, спровоцированные корональными выбросами на Солнце», – сказал Гивишвили на семинаре в Астрономическом институте имени Штернберга. «На высоте 100 км это много раз наблюдалось при влиянии болидов и метеорных потоков на ионосферу, однако никогда ранее их воздействие не сказывалось на высотах более 100 километров. На высоте 100 км это много раз наблюдалось, а теперь оказалось, что вся ионосфера дышит, даже на высоте 250 километров. Мы пытаемся понять, какие именно механизмы спровоцировали такие возмущения», – сказал Гивишвили, задумчиво глядя на Липунова. Зона возмущения была локальной – это был двигающийся на запад длинный «язык», ширина которого в районе Екатеринбурга была около 100 км, а на меридиане Москва – Ростов – около 500–600 км. Без учёта нарушения нейтральности и формирования кумулятивных струй (рис. 8), заряженных частиц, объяснить все эти явления (рис. 3–7) ни Гивишвили, ни Липунову не удастся. Учёт даже слабого нарушения нейтральности в хвосте метеороида приведёт к необходимости пересмотра многих основ астрофизики и плазмодинамики. Действительно, падение метеороида сопровождалось явлением «электрофонного болида», то есть звуками (потрескиванием), вызванными электромагнитными разрядами в атмосфере, которые появились от пролёта болида. Несколько десятков свидетелей сообщили, что во время пролёта метеороида, за несколько минут до прихода ударной волны, они слышали шипение, схожее со звуком горения бенгальских огней. Как предположил руководитель научных проектов обсерватории «Ка-Дар» Станислав Короткий, так как звуковые волны не могут проходить расстояния в десятки километров за доли секунд, то речь идёт о явлении «электрофонного болида». Такое явление можно объяснить только электромагнитным взаимодействием поляризующихся заряженных структур и высыпанием высокоэнергетичных электронов из +КДС. Эти явления и взаимодействия происходят со скоростью света или близкой к этой скорости при увеличении характерных размеров +КДС, согласно (2).

¹ Астрономический словарь EdwART 2010. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://enc-dic.com/astronomy/Meteoroid-505.html>

² Brown P., Spalding R.E., ReVelle D.O., Tagliaferri E., Worden S.P. The flux of small near-Earth objects colliding with the Earth. Nature. 2002. V. 420. Pp. 294–296. DOI:10.1038/nature01238.

³ Ахметвалеев М. Полный фото-отчет взрыва метеорита над Челябинском...; Взрыв метеорита над Челябинском....

⁴ Высыкайло Ф.И. Скачки параметров неоднородной столкновительной плазмы с током...; Он же. Аналитические исследования ионизационно-дрейфовых волн...; Vysikaylo Ph.I. Detailed Elaboration and General Model of the Electron Treatment... Parts 1–3...; Vysikaylo Ph.I. Electric field cumulation in dissipative structures of gas-discharge plasmas...

⁵ Космический дайджест. 2013. № 12 (12). Март. С. 33 // РИА Новости 21.03.2013. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.slideshare.net/Valamelkor/12-18693644>

Через несколько дней после падения Челябинского метеорита появились сообщения о наблюдениях аномальных серебристых облаков. Подобное явление произошло и в 1908 г. после падения Тунгусского метеорита. Наземные наблюдения Серебристых облаков были подтверждены спутниковыми данными. Возможно, что это связано с высотным взрывом метеорита и выносом положительных ионов воды кумулятивной струей положительных ионов по предлагаемому в данной работе механизму их инжекции в мезосферу (на высоту 76–85 км над поверхностью земли). Пока нет прямых доказательств о связи этих двух атмосферных явлений, однако механизм инжекции через кумулятивную струю положительных ионов, в том числе и ионов воды, на высоту до 80 км предложен в этой работе и детализирован в части 2.

3. Заключение

В отличие от диссипативных диффузионных структур Колмогорова – Тьюринга – Пригожина, в которых синергетизм (совместное действие элементов среды) определяются нелинейным взаимодействием диффузий и реакций, в 3D положительно заряженных кумулятивно-диссипативных структурах Высикайло (+КДС) профили взаимодействия описываются конвективными кумулятивными и диссипативными процессами и реакциями (с учётом трансформации энергии)¹. В отличие от работ Колмогорова и Обухова, автором исследована архитектура фокусировки ЭМИП в +КДС и возбуждение новых степеней свободы (НСС), отражающих сходящиеся 3D потоки и тем ограничивающих кумуляцию, раньше, чем существенными станут процессы вязкости, стирающие структурную 3D турбулентность Высикайло с кумулятивными струями². В качестве НСС в данной работе исследовано нарушение нейтральности: формирование двойного слоя и двух кумулятивных струй электронов и положительных ионов, направленных в противоположные стороны (рис. 8б). Эти общие синергетические явления, пронизывают фемто-, нано-, микро-, мезо- и макромиры и наблюдаются в лабораториях.

Доказано (см. (2)), что взаимодействие нескольких плазмоедов друг с другом или с внешней средой осуществляется только высокоэнергетичными электронами с энергией более E_e или через электромагнитные волны. Чем больше размер +КДС и чем больше в ней нарушение нейтральности (плотность заряда – $\alpha_{VN}en_i$), тем больше E_e , а значит, взаимодействие заряжающихся и растущих структур осуществляется практически без массовым и без зарядовым образом, со скоростью обмена высоко энергетичными электронами, скорость которых стремится к скорости света с ростом размеров – R , степени НН – α_{VN} и концентрации заряженных частиц – n_i в +КДС.

При наличии вращения у поляризованных плазмоедов появляется собственное магнитное поле. А при **внешнем воздействии на плазмоед** – резервуар высокоэнергетичных электронов – можно осуществить экстракцию пучка высокоэнергетичных электронов с энергией E_e^* больше E_e из плазмоеда в выбранном направлении. Такую экстракцию и осуществляет сам метеороид в электроотрицательной атмосфере Земли, создавая за собой очередную положительно заряженную область поляризованного шнура – +КДС. В эту область и внедряется КС электронов, что и сопровождается кулоновским взрывом метеороида из-за инерции высокоэнергетичных электронов в КС. На базе этих соображений автором доказывается, что при движении в атмосфере Земли высокоскоростных объектов возможно появление плазмоедов – плазменных структур с НН, в которых механическая энергия, переданная молекулам воздуха трансформируется в потенциальную электрическую энергию, затем кумулируется из-за электрон-электронных взаимодействий в кинетическую энергию убегающих (догоняющих метеороид) электронов, фокусирующихся профилем потенциала всей структуры в КС. КС электронов догоняя и внедряясь в метеороид, порождающий за собой положительно заряженный шнур, распыляет его кулоновским взрывом (рис. 3). По авторской модели, так в электроотрицательной атмосфере Земли из-за процессов кумуляции энергии в КС высокоэнергетичных электронов в деталях реализуется принцип Ле Шателье – Брауна. Вплоть до кулоновского взрыва возмущителя термодинамического равновесия атмосферы Земли. Следовательно, **если хочешь быстро взлетать, летать или падать, то следует позаботиться о проблеме формирования молнии Зевса вдогонку**. Конкретные оценки этого электро-инерционного механизма кулоновского взрыва метеороида будут проведены во второй части данной работы.

В стратифицированных структурах возбуждение НСС, ограничивающих фокусировку, порождает процессы их диссипации и новые более интенсивные процессы кумуляции ЭМИП и формирование кумулятивных струй, направленных в противоположные стороны (что, в частности, и обуславливает в сплошных средах действие принципа Ле Шателье – Брауна). Развиваемые автором подходы и общая 3D модель структурной турбулентности Высикайло, с **сопряжёнными** конвективными противоположно направленными вращающимися потоками и с кумулятивными струями, существенно расширяют научную базу кумулятивной синергетики (науки о совместном действии огромного числа частиц) для описания 4D +КДС и «загадочных» кумулятивно-диссипативных турбулентных 4D явлений в зависимости от их размеров от 10^{-15} м до 10^{26} м и их плотностей от 10^{-26} кг/м³ до 10^{18} кг/м³. Во второй части будет детализирована модель рельсотрона Высикайло с объёмным зарядом и молниями Зевса для случая разрушения молнией метеороида под Челябинском.

Продолжение следует

ЛИТЕРАТУРА

1. Астрономический словарь EdwART. 2010. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://enc-dic.com/astronomy/Meteoroid-505.html>
Astronomicheskii slovar' EdwART. 2010. URL: <http://enc-dic.com/astronomy/Meteoroid-505.html>
2. Ахметвалеев М. Полный фото-отчет взрыва метеорита над Челябинском (14 фото). 2013. 21 февраля. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fishki.net/comment.php?id=133586>
Akhmetvaleev M. (2013). Polnyi foto-otchet vzryva meteorita nad Chelyabinsk (14 foto). 21 fevralya. URL: <http://fishki.net/comment.php?id=133586>

¹ Высикайло Ф.И. Новая 3D концепция усиления кумулятивных структур (КС) в катастрофах. Часть I...; Он же. Архитектура кумуляции...; Он же. 3D циклоны в нано- и макромирах; Архитектура кумуляции и отражающие зеркала ...

² Там же

3. Биркгоф Г. Гидродинамика / Под ред. М.И. Гуревича. М.: Изд-во. иностр. лит., 1954. 183 с.
Birkhoff G. (1954). *Gidrodinamika*. Pod red. M.I. Gurevicha. Izd-vo. Inostr. lit. Moskva. 183 p.
4. Взрыв метеорита над Челябинском. Фото Марата Ахметвалеева, Челябинск. 2013. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://lentachel.ru/galleries/21787/1>.
Vzryv meteorita nad Chelyabinsk. Foto Marata Akhmetvaleeva, Chelyabinsk. 2013. URL: <http://lentachel.ru/galleries/21787/1>.
5. Высыкайло Ф.И. Аналитические исследования ионизационно-дрейфовых волн (3D страт) в наносекундных разрядах // Инженерная физика. 2012, № 7. С. 7–44.
Vysikaylo Ph.I. (2012). *Analiticheskie issledovaniya ionizatsionno-dreifovykh voln (3D strat) v nanosekundnykh razryadakh*. Inzhenernaya fizika. N 7. Pp. 7–44.
6. Высыкайло Ф.И. Архитектура кумуляции в диссипативных структурах. Palmarium Academic Publishing, Saarbrücken, Germany. 2013. 352 с.
Vysikaylo Ph.I. (2013). *Arkhitektura kumulyatsii v dissipativnykh strukturakh*. Palmarium Academic Publishing, Saarbrücken, Germany. 352 p.
7. Высыкайло Ф.И. Новая 3D концепция усиления кумулятивных структур (КС) в катастрофах. Часть I. Самоорганизация КС с кумулятивными струями // Пространство и Время. 2012. № 4(10). С. 141–150.
Vysikaylo Ph.I. (2012). *Novaya 3D kontsepsiya usileniya kumulyativnykh struktur (KS) v katastrofakh. Chast' I. Samoorganizatsiya KS s kumulyativnymi struyami*. Prostranstvo i Vremya. N 4(10). Pp. 141–150.
8. Высыкайло Ф.И. (2013). Новая 3D концепция усиления кумулятивных структур (КС) в катастрофах. Часть II. 3D структурная турбулентность с кумулятивными струями. «Квазикуперовские» бициклоны и трансформация в них энергии // Пространство и Время. 2013. № 1(11). С. 140–148.
Vysikaylo Ph.I. (2013). *Novaya 3D kontsepsiya usileniya kumulyativnykh struktur (KS) v katastrofakh. Chast' II. 3D strukturnaya turbulentnost' s kumulyativnymi struyami. «Kvazikuperovskie» bitsiklony i transformatsiya v nikh energii*. Prostranstvo i Vremya. N 1(11). Pp. 140–148.
9. Высыкайло Ф.И. (2013). Новая 3D концепция усиления кумулятивных структур (КС) в катастрофах. Часть III. Применение модели «квазикуперовских» бициклонов для объяснения «загадочных явлений» в тропических циклонах // Пространство и Время. 2013. № 2(12). С. 142–150.
Vysikaylo Ph.I. (2013). *Novaya 3D kontsepsiya usileniya kumulyativnykh struktur (KS) v katastrofakh. Chast' III. Primeneniye modeli «kvazikuperovskikh» bitsiklonov dlya ob'yasneniya «zagadochnykh yavlenii» v tropicheskikh tsiklonakh*. Prostranstvo i Vremya. 2013. N 2(12). Pp. 142–150.
10. Высыкайло Ф.И. Скачки параметров неоднородной столкновительной плазмы с током, обусловленные нарушением квазинейтральности // Физика плазмы. 1985. Т. 11. № 10. С. 1256–1261.
Vysikaylo Ph.I. (1985). *Skachki parametrov neodnorodnoi stolkovitel'noi plazmy s tokom, obuslovlennyye narusheniem kvazineitral'nosti*. Fizika plazmy. T. 11. N 10. Pp. 1256–1261.
11. Далин П.А., Перцев Н.Н., Ромейко В.А. Открытие серебристых облаков: факты и домыслы // Пространство и Время. 2013. № 2(12). С. 183–187.
Dalin P.A., Pertsev N.N., Romeiko V.A. (2013). *Otkrytie serebristyykh oblakov: fakty i domysly*. Prostranstvo i Vremya. N 2(12). Pp. 183–187.
12. Космический дайджест. 2013. № 12 (12). Март. С. 33 // РИА Новости. 21.03.2013. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.slideshare.net/Valamelkor/12-18693644>
Kosmicheskii daidzhest. 2013. N 12 (12). Mart. P. 33. RIA Novosti. 21.03.2013. URL: <http://www.slideshare.net/Valamelkor/12-18693644>
13. Кун Н.А. Легенды и мифы Древней Греции. М.: АСТ, Астрель, Харвест. 2010. 208 с.
Kun N.A. (2010). *Legendy i mify Drevnei Gretsii*. AST, Astrel', Kharvest. Moskva. 208 p.
14. Мифы Древней Индии. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Наука, ГРВЛ, 1982. 270 с.
Mify Drevnei Indii. Izd. 2-e, pererab. i dop. Nauka, GRVL, Moskva. 1982. 270 p.
15. Birkhoff G. *Hydrodynamics. A study in logic, fact and similitude*. Princeton. 1950.
16. Brown P., Spalding R.E., ReVelle D.O., Tagliaferri E., Worden S.P. The flux of small near-Earth objects colliding with the Earth. *Nature*. 2002. V. 420. Pp. 294–296. DOI:10.1038/nature01238.
17. Vysikaylo Ph.I. Detailed Elaboration and General Model of the Electron Treatment of Surfaces of Charged Plasmoids (from Atomic Nuclei to White Dwarves, Neutron Stars, and Galactic Cores): Self-Condensation (Self-Constriction) and Classification of Charged Plasma Structures – Plasmoids. Part I. General Analysis of the Convective Cumulative–Dissipative Processes Caused by the Violation of Neutrality: Metastable Charged Plasmoids and Plasma Lenses. *Surf. Eng. Applied Electrochem.* 2012. N 48(1). Pp. 11–21.
18. Vysikaylo Ph.I. Detailed Elaboration and General Model of the Electron Treatment of Surfaces of Charged Plasmoids (from Atomic Nuclei to White Dwarves, Neutron Stars, and Galactic Cores): Self-Condensation (Self-Constriction) and Classification of Charged Plasma Structures – Plasmoids. Part II. Analysis, Classification, and Analytic Description of Plasma Structures Observed in Experiments and Nature. The Shock Waves of Electric Fields in Stars. *Surf. Eng. Applied Electrochem.* 2012. N 48(3). Pp. 212–229.
19. Vysikaylo Ph.I. Detailed Elaboration and General Model of the Electron Treatment of Surfaces of Charged Plasmoids (from Atomic Nuclei to White Dwarves, Neutron Stars, and Galactic Cores): Self-Condensation (Self-Constriction) and Classification of Charged Plasma Structures – Plasmoids. Part III. Behavior and modification of quasi-stationary plasma positively charged cumulative-dissipative structures (+CDS) with external influences. *Surf. Eng. Applied Electrochem.* 2013. N 49(3). Pp. 222–234.
20. Vysikaylo Ph.I. Electric field cumulation in dissipative structures of gas-discharge plasmas. *J. of Experimental and theoretical physics*. 2004. N 98(5). Pp. 936–944.
21. Vysikaylo Ph.I. The Analytic Calculation of Ionization-drift Waves (3D-Strata) of Nanosecond Discharges: The Determination of the Cathode Drop in Nanosecond Discharges According to the Number of Visualized Plasma Structures. *Surf. Eng. Applied Electrochem.* 2011. N 47(2). Pp. 139–144.