



MCS 31-11

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДНОГО СЛОЯ МЕЖДУ РАВНОВЕСНОЙ ПЛАЗМОЙ СОЛНЦА И НЕРАВНОВЕСНОЙ ПЛАЗМОЙ ГЕЛИОСФЕРЫ

Ф.И. Высикайло

*Московский государственный областной университет, Радио 10а, Москва, Россия.
filvys@yandex.ru*

Аннотация. В наших работах формулируются и верифицируются экспериментами фундаментальные положения новой астрофизики (НА), учитывающей влияние слабого (ничтожного) нарушения электронейтральности на потоки заряженных частиц от положительно заряженных светящихся плазменных структур Космоса. НА описывает профили основного параметра – приведенной к плотности числа частиц напряженности электрического поля – E/N неравновесной неоднородной квазипостоянной во времени плазмы в кумулятивно-диссипативных структурах Вселенной: звездо-сферах, галактиках и их скоплениях. В данной работе, в рамках НА, исследован переход от равновесной плазмы Солнца к неравновесной плазме в гелиосфере в короне положительно заряженного квазистационарного Солнца. НА учитывает глобальные электрические токи в плазменных структурах Вселенной, обусловленные электрическими полями и отсутствием слоев объемного заряда, способных компенсировать объемный заряд структуры на размерах в радиус Дебая. Самый легкий газ – электронный газ. Он первым покидает различные плазменные структуры и астрофизические объекты, где электроны находятся в виде свободного газа, в котором из-за максвеллизации функции распределения электронов по энергиям, постоянно формируется поток высоко энергичных электронов, покидающих такие плазменные кумулятивно-диссипативные структуры (КДС). Это приводит к положительному заряду не только положительного столба плазмы, страт, молний, катодных пятен, но и звезд, и возможно галактик. Положительный заряд плазменных структур приводит к кумуляции слабоэнергетичных электронов обратно в структуры. Отсюда их название – КДС, учитывающее диссипацию высокоэнергетичных электронов и организацию этих потоков электронов с кумулирующими слабоэнергетичными потоками электронов обратно в положительно заряженную структуру. Неучет электрических явлений при анализе астрофизических явлений обуславливает тот факт, что явления в структурах Космоса фантастичнее фантазий астрономов. Ранее нами доказано, что наличие положительного заряда у Солнца приводит к истечению положительных ионов от положительно заряженного Солнца в виде ионного (солнечного) ветра с высоко энергичными электронами, уходящими в Нашу Галактику. Наличие заряда у звезд и резкого уменьшения плотности числа частиц, от расстояния до их центра, приводит к росту параметра E/N и более сильному нагреву электронов вдали от звезд в электрическом поле положительно заряженной звезды, и плазма здесь становится неравновесной, т.е. температура электронов устанавливается выше температуры ионов и нейтрального газа. В данной работе впервые аналитически, по ранее предложенной нами модели положительно заряженной гелиосферы с глобальным током, исследована **переходная область** (в гелиосфере) от равновесной плазмы у поверхности положительно заряженного Солнца (на высотах порядка 1000 км) к области неравновесной плазмы с максимальной температурой электронов до 1-2-х миллионов градусов на расстояниях от Солнца в 10-30 радиусов Солнца.

Ключевые слова: модель гелиосферы, неоднородная плазма с током, нарушение электронейтральности, солнечный ветер, переходная область в гелиосфере, соотношение Таунсенда

ANALYTICAL MODEL OF THE TRANSITION LAYER BETWEEN THE EQUILIBRIUM PLASMA OF THE SUN AND NONEQUILIBRIUM PLASMA OF THE HELIOSPHERE

The lightest gas is an electronic Fermi gas. It is the first to leave various plasma structures and astrophysical objects, where electrons are in the form of a free gas, in which, due to the maxwellization of the electron energy distribution function, a stream of high-energy electrons is constantly formed, leaving such structures. This leads to a positive charge not only of the positive column of plasma, strata, lightning, cathode spots, but also of stars, and possibly galaxies. Previously, we proved that the presence of a positive charge in the Sun leads to the outflow of positive ions from the positively charged Sun in the form of an ion (solar) wind with high-energy electrons leaving Our Galaxy. The presence of charge stars and a sharp decrease of the density number of particles, the distance to the center leads to a stronger heating of electrons in the given in an electric field of positively charged stars, and the plasma becomes non-equilibrium, i.e. the electron temperature becomes higher than the temperature of the ions. In this paper, the transition region (in the heliosphere) from the equilibrium plasma at the surface of the positively charged Sun to the region of non-equilibrium plasma with a maximum electron temperature of up to 1-2 million degrees at distances from the Sun of 10-30 Solar radii is studied analytically for the first time using the previously proposed model of a positively charged heliosphere with a global current.

Keywords: heliosphere model, inhomogeneous plasma with current, violation of electroneutrality, solar wind, transition region in the heliosphere, Townsend ratio

**На самом деле, жизнь проста,
но мы настойчиво ее усложняем**
Конфуций (551-479 г.г. д.н.э.)

<https://sizozh.ru/na-samom-dele-zhizn-prosta-no-my-nastoychivo-eyo-uslozhnyam>

Введение

Интерференция (взаимодействие) электрических и гравитационных полей в сплошных средах интересует исследователей более 439 лет. Одним из первоисточников по исследованию интерференции гравитационных и электрических потенциалов у поверхности Земли можно считать работу «De magnete, magneticisque corporibus et de mango magnete tellure» Гильберта, придворного врача королевы Англии Елизаветы I, опубликованную в 1600 г. в Лондоне [1]. В этом сочинении он описал результаты своих 18-летних исследований магнитных и электрических явлений за долго до открытия закона Кулона. Гильберт первым обнаружил, что электроскоп, находящийся вблизи пламени, заряжается и лепестки, раздвигаясь, *левитируют* [1]. *В этом заключались первые наблюдения продолжительной во времени интерференции гравитационных и электрических сил в гравитационном поле отрицательно заряженной Земли в пламени пламени свечи.*

В экспериментах Гильберта ничтожный одноименный заряд лепестков, постоянно получаемый от высокотемпературной плазмы свечи, приводил к их постоянной левитации в гравитационном поле Земли. С этого времени с переменным успехом происходит борьба и соответствующее развитие **двух подходов** в описании интерференции гравитационных и кулоновских сил (или потенциалов) в структурах Космоса, в частности, гелиосферы и

ионосферы Земли. Не смотря на простые эксперименты Гильберта, доказывающие, что малый электрический заряд, передаваемый из плазмы пламени свечи, приводит к левитации лепестков электроскопа, практически во всех теоретических работах по исследованию гелиосферы и ионосферы Земли влияние квазипостоянного фона электрического поля от плазмы положительно заряженного Солнца (аналог пламени свечи) маниакально не учитывается теоретиками, см. подробнее [2-4]. При этом **первом** подходе считается, что нарушение электронейтральности (НН) плазменных структур звездо-сфер (Солнца и гелиосферы) учитывать нет смысла, см. [2-4]. В этих ссылках можно найти сотни работ, авторы которых маниакально и безуспешно, со времени открытия солнечного ветра (СВ), пытаются объяснить температуру электронов в гелиосфере в миллион градусов, опираясь только на гидродинамику абсолютно нейтральной плазмы. Они честно признают, что в рамках их моделей (без учета объемного заряда и электрических полей) решить эту проблему функционирования СВ им пока не удалось. Все наблюдаемые свойства СВ для них остаются загадочными. Здесь приведем анализ только двух работ [3,4]. Так в [4] в кратком обзоре с названием: «Глобальная структура гелиосферы: трехмерная кинетико-магнитогидродинамическая модель и анализ данных космических аппаратов» приводится температура электронов в области короны порядка 1 миллиона градусов, но как электроны, удаляясь от поверхности абсолютно нейтрального Солнца с температурой $4\ 180^0$, на расстояниях в 560 км от поверхности Солнца имеют температуру в $7\ 150^0$ на расстояниях в 1 580 км [5]. При этом далее до 10-30 радиусов Солнца температура быстро растет с высотой над Солнцем до 1-2 миллионов градусов [4,5]. В рамках доминирующих в астрофизике моделей без электрического поля, как приобретают такую температуру и тем более чем формируется профиль температуры электронов – T_e в гелиосфере не обсуждается вообще. В таких моделях ионы и электроны совместно движутся по инерции от некоего поршня, их ранее толкнувшего. В [3, часть 1, стр. 272] И.В. Чашей вначале параграфа 3.2. отмечает, что в быстром СВ значения температуры протонов и электронов близки в области орбиты Земли, тогда как в медленном СВ – протонная температура примерно на порядок ниже электронной в этой области гелиосферы. Это указывает, что плазма медленного СВ неравновесная на расстояниях орбиты Земли. Согласно И.В. Чашей: «Вопрос о физических механизмах, приводящих к формированию СВ окончательно не выяснен» [3, часть 1, стр. 274]. Другими словами, в этом подходе поршень, толкающий одновременно положительные ионы и электроны от Солнца один раз и так эффективно, так и не установлен в рамках электронейтральной плазмы (без электрического поля).

При этом еще в 1980 году А.С. Монин в [6] на странице 128 указывает, что верхней хромосфере: «уже нельзя ожидать **локального термодинамического равновесия**; так, кинетическая температура электронного газа не равна температуре ионизации или температуре возбуждения спектральных линий».

В [3, 2, стр. 391-494] Д.З. Шклярюм представлены «некоторые сведения», полученные в ИКИ РАН по физике плазмы в гелиогеофизике. В частности, на стр. 403-404 Д.З. Шклярюм на основании ему известных «некоторых сведений по физике плазмы» утверждает: «Это решение показывает, что в отличие от кулоновского потенциала точечного заряда в вакууме, который спадает как $1/r$, потенциал точечного заряда, помещенного в плазму, спадает экспоненциально, с характерным масштабом, равным дебаевскому радиусу. Такой ход потенциала связан с перераспределением заряженных частиц плазмы при внесении в нее заряда Q , так что в сфере радиуса порядка радиуса Дебая возникает заряд противоположного знака, который экранирует внесенный в плазму заряд на расстояниях, больших дебаевского радиуса».

А, если такого компенсирующего заряда нет, он далеко ушел, или плазма со свободными электронами постоянно активно сбрасывает еще больший заряд во вне, например, из-за большей подвижности электронов, или их диффузии, существенно превышающей, подвижности и диффузии положительных ионов и т.д.? Все это не учитывается в рамках первого подхода, опирающегося на оценки радиуса Дебая и наличия

компенсационного слоя вокруг положительно заряженного Солнца на размерах в радиус Дебая. В этом случае в рамках дебаевского подхода, опирающегося только на некоторые «сведения по физике плазмы» появляется ряд загадочных явлений, которые не удается объяснить дебаятам (маниакальным последователям Дебая) вот уже 100 лет. К загадочным явлениям, в рамках подхода дебаят, относятся практически все явления в СВ.

Идея о важности электрических полей и некомпенсированных зарядов в астрофизике следует из экспериментов Гильберта, симулирующих (моделирующих) передачу заряда от более горячей плазмы (свечи) к более холодным телам (лепесткам электроскопа).

Рассуждения о характерных размерах НН только на уровне радиуса Дебая, представленные Д.З. Шкляром, и пронизывающие всю современную теоретическую астрофизику, с нейтральной плазмой без электрических полей [3,4], не имеют никакого отношения к структурам в неравновесной плазме гелиосферы с гигантскими токами, где нарушение электронейтральности ничтожно, но существенно влияет на поведение заряженных частиц: электронов и различных типов ионов, селектируя их направление движения в гравитационном поле по массе, заряду и отношению массового числа – M к зарядовому – Z [7]. Это иллюстрируют не только эксперименты Гильберта со свечей и электроскопом, но и обычные бытовые эксперименты с волосами (рис.1). Так явления электризации – зарядки волос (рис. 1а) давно изучены обычными парикмахерами и ими эти явления не называются загадочными, как и явления зарядки шерстяных свитеров. Нити разряда на рис. 1б тоже уже не являются загадочными для специалистов в газоразрядной плазме с током. Размеры этих нитей – кумулятивно-диссипативных узких структур (КДС) в плазме существенно превышают радиус Дебая. Уже давно объяснен принцип движения колеса Франклина с острыми заряженными иглами, с которых стекает заряд в виде плазменного ветра [<https://www.youtube.com/watch?v=XqTLp7RxcbE>]. Плазменные двигатели на этом принципе уже стоят на некоторых космических аппаратах. А, вот для дебаят (находящихся в рамках теории абсолютно электронейтрального Солнца с компенсационными слоями с размерами в радиус Дебая), «перья» в короне Солнца являются загадочными (рис. 1 в,г), как и сам солнечный ветер и его ионный состав (рис.2) [3]. Кинжалность (отношение диаметра к длине) узких плазменных КДС – перьев на Солнце (рис. 1г) явно указывает на электрическую цилиндрическую самокумуляцию этих плазменных филаментов – узких плазменных структур, как и молнии, и филоменты в разрядах или электрические дуги (рис. 1б), а не на распыл нейтральной плазмы из Солнца.

Для заряженных структур в газоразрядной плазме объемный заряд формирует профиль электрического поля, еще больше разогревающий электроны оболочки заряженной структуры по сравнению с ионами или нуклонами структуры. В итоге формируются самофокусирующиеся радиальными электрическими полями дуги, молнии и другие неравновесные кумулятивно-диссипативные структуры с поперечными размерами, существенно меньшими, чем размеры продольные (рис. 1б). Так, в молнии – положительно заряженной КД-структуре параметр кинжалности $\zeta = D/L \sim 10^{-4}$ (здесь D – диаметр молнии $\sim 0,1$ м, L – длина молнии ~ 1 км). Отмечу, что параметр кинжалности в нейтральных потоках не превышает обычно 0,1 и только в заряженных самофокусирующихся структурах ζ во много раз меньше. В структуре, приведенной на рис. 1г,д, величина $\zeta \sim 10^{-2}$ (для видимых областей). Этот факт указывает на то, что по параметру кинжалности, возможно, мы имеем дело в гелиосфере с кулоновской положительно заряженной 3D КД-структурой – струей, аналогичной молнии или КД-структурам на рис. 1б. Самокумуляция положительно заряженной КД-структуры фокусирующимися электронами описана в [7]. Отличие заряженных КД-структур от гравитационных структур – в существенно более мощной самофокусировке цилиндрических заряженных потоков.



Рис. 1. Аналогичные по геометрии явления: а) в парихмарерской; б) в газовом разряде; в) и г) кумулятивно-диссипативные плазменные структуры – «перья» в области положительно заряженного Солнца.

Используя системы наблюдения с высоким разрешением, исследователи обнаружили, что плюмы (носители солнечного материала, которые влияют на солнечный ветер) на самом деле состоят из гораздо меньших нитей материала, которые они называют плюмелями. В то время как весь шлейф простирается примерно на 112, 6 тыс. км. на изображениях SDO, ширина каждой нити плюма составляет всего несколько тысяч миль в ширину: от 3 700 км до 7 200 км. Также ученые обнаружили, что «перья» движутся индивидуально, каждое само по себе. Ученые считают, что их индивидуальное поведение может быть основным фактором, стоящим за изменениями в солнечном ветре [8].

Поршень, толкающий друг от друга лепестки электроскопа в экспериментах Гильберта и заставляющий лепестки электроскопа левитировать уже однозначно и давно установлен – это электрическое поле или взаимодействие зарядов одного знака. Парикмахеры тоже давно знают, что делать с электризацией волос и шерстяных, стреляющих изделий. В лабораторной плазме в газовом разряде эти электрические силы приводят к движению положительных ионов от анода. Известны и аналоги перьев в короне Солнца или плюмов – это страты, четочные молнии и т.д.

На базе этих экспериментов и ряда других теоретических и экспериментальных наблюдений и исследований формируется **второй** подход, который развивается нами и его разделяют в настоящее время единицы приверженцев из малой части астрофизиков. Этот подход предполагает, что в определенных структурах даже ничтожное по обычным меркам НН, соответствующий объемный заряд и электрические поля существенно влияют на поведение элементарных заряженных частиц и ионов в космической плазме в гравитационном поле [9-11]. Ко второму подходу обращались не только Гильберт, но и такие ученые как Эддингтон, Эйнштейн, Дирак, Шкловский (он утверждал, что НН на уровне 10^{-10} на Солнце было бы уже и ему заметно) и др. Нами доказывается, что на

современном уровне исследования СВ мы можем регистрировать НН Солнца на уровне 10^{-36} . Из последних работ, в которых учитывалось электрическое поле отрицательно заряженной Земли, можно отметить работу Б.М. Смирнова [12]. Он в этой работе исследует поведение компенсирующего положительно заряженного слоя, окружающего отрицательный объемный заряд Земли в 500 000 Кл.

В каком-то смысле незавершенность работ этих классиков (в том числе и посвященных Λ -члену Эйнштейна) в рамках второго подхода и обуславливает маниакальную нетерпимость к нашим работам современных астрономов-наблюдателей, противодействующих публикации результатов наших скромных исследований по влиянию, ничтожного нарушения электронейтральности Солнца на уровне $\alpha_i \sim 10^{-36}$ на поведение заряженных частиц и структур в гелиосфере с положительно заряженным Солнцем (до 1400 Кл) и в ионосфере отрицательно заряженной Земли [13] (до 500 000 Кл [12]).

Как доказывается нами, наличие квазипостоянных токов в гелиосфере (при невозмущенном положительно заряженном Солнце – гигантском «анодом» с квазипостоянным положительным зарядом в 1400 Кл) обуславливает формирование гелиосферы как плазменной КДС и проникновение электрического поля Солнца во всю гелиосферу и осуществляет нагрев электронов и положительных ионов во всей квазипостоянной неравновесной неоднородной плазме гелиосферы [9-11]. Согласно этим – аналитическим работам квазипостоянный заряд Солнца и его электрическое поле являются тем поршнем, что толкает положительно заряженные ионы с $Z/M \leq 0,107$. Здесь Z – зарядовое число иона, M – его массовое число. Величина заряда и масса положительного иона и заряд самого Солнца осуществляют селекцию положительных зарядов по направлению их движения к положительно заряженному Солнцу или от него [9-11].

На базе второго подхода, нами в [9-11] сформулирована модель профиля квазипостоянного электрического поля – $E(R)$, проникающего в неоднородную по плотности числа тяжелых частиц $N(R)$ в гелиосферу от положительного заряда Солнца. Это электрическое поле, в рамках этого подхода, и является тем поршнем, что постоянно осуществляет разгон заряженных частиц, как от Солнца, так и к Солнцу, в зависимости от знака заряда частиц. В этих работах исследовано влияние $E(R)$ на поведение заряженных частиц в гелиосфере и влияние параметра $E/N(R)$ на локальные энергетические характеристики заряженных частиц в неравновесной плазме гелиосферы с глобальными токами. Этот подход опирается на эксперименты Гильберта со свечей, закон Пашена, эксперименты Столетова и Таунсенда, и соотношение Эйнштейна-Смолуховского (Эрнста-Таунсенда) [9-11]. Нами в данной работе на базе этого подхода более подробно исследованы профили квазипостоянной температуры электронов в неравновесной плазме: 1) переходной области (в гелиосфере) от равновесной плазмы у поверхности положительно заряженного Солнца (на высотах порядка 200-560 км с температурой равновесной плазмы в $4\ 170$ [6] - $4\ 180^\circ$ [5]) к области неравновесной плазмы с растущей с высотой температурой электронов и достигающей максимальной температуры до 1-2-х миллионов градусов на расстояниях от Солнца в 10-30 радиусов Солнца и 2) области орбиты вращения Земли вокруг Солнца.

Исследования профилей температуры электронов в области неравновесной неоднородной (по $N(R)$) плазмы в гелиосфере проводилось на базе профилей плотностей числа частиц газа – $N(R)$, представленных в [5] и [15].

Прежде чем перейти к представлению оригинальных результатов остановимся кратко на истории вопроса и наших методах аналитического исследования параметров гелиосферы положительно заряженного Солнца, сформулированных в [7,9-11].

Краткая история исследований интерференции электрических и гравитационных явлений

Самый легкий газ – электронный газ из свободных электронов. Он из-за большой подвижности первым покидает различные плазменные структуры и астрофизические

объекты, где электроны находятся в виде свободного газа, в котором из-за максвеллизации функции распределения электронов по энергиям, постоянно формируется поток высоко энергичных электронов, покидающих такие плазменные кумулятивно-диссипативные структуры (КДС) [15]. Это приводит к квазипостоянному малому, но весьма эффективному, визуализирующемуся, как показано в [11], положительному заряду не только положительного столба плазмы, страт, молний, катодных пятен в газовом разряде, но и звезд, звездосфер, и возможно галактик. Даже малый положительный заряд плазменных структур приводит к кумуляции слабо энергичных электронов (не способных проникнуть через кулоновский барьер положительно заряженных структур) обратно в такие структуры. Так формируются атомо-или молекуло-подобные плазменные структуры с положительным объемным зарядом [16]. В этом возвращающемся потоке электронов проявляется кумулятивная сущность КДС. Проявление этой сущности визуализируется в геометрической (сферической, эллиптической или цилиндрической) форме этих структур [7,9-11,16]. Поэтому плазменные КДС обладают динамическим поверхностным натяжением, обусловленным кумуляцией слабо энергичных электронов в структуру [16]. Диссипация проявляется в виде электромагнитного излучения и рассеивания (диссипации) высоко энергичных электронов из положительно заряженной структуры. Отсюда их название – кумулятивно-диссипативные структуры (КДС) [15]. КДС могут пульсировать при несогласовании потоков диссипативных с потоками кумулирующими в структуры. Так из КДС возникают пульсары, в том числе и кулоновские пульсары, в которых происходит динамическое согласование профилей электрических полей с профилями температур и энергий заряженных частиц [7]. Неучет динамических электрических явлений при анализе астрофизических явлений обуславливает тот факт, что явления в КДС Космоса фантастичнее фантазий астрономов, считающих структуры Космоса абсолютно нейтральными.

Мы, как приверженцы второго подхода, полагаем и в своих работах доказываем, что ничего другого кроме проявлений основных явлений в лабораторной газоразрядной плазме в структурах Космоса не наблюдается, а что наблюдается (рис. 1в,г), то может быть описано на базе теоретических представлений, сложившихся в теоретической физике обычного газового разряда в неоднородных гравитационных и электромагнитных полях. На этом этапе мы исследуем квазистационарные профили температуры электронов во всей гелиосфере.

В настоящее время астрофизики – рецензенты наших работ маниакально противятся нашей идее о необходимости учета слабого (ничтожного) нарушения электронейтральности в любых КДС Космоса [7,9-11, 15,16] и в частности в гелиосфере. Только в наших работах [9-11] сформулирована модель неравновесной квазистационарной плазмы гелиосферы в центре с положительно заряженным квазипостоянным зарядом Солнца в 1400 Кл. Квазипостоянный заряд Солнца определялся по известному ионному составу СВ [9-11], как результат интерференции кулоновских и гравитационных сил, действующих на положительные ионы с различными массовыми (M) и зарядовыми числами (Z) в плазме с током в гелиосфере, см. рис. 2 из [3, ч.1. стр. 314].

Последние 400 лет (после работ Гильберта) явления в Космосе, нижней ионосфере и гелиосфере, как правило, исследовались астрономами-наблюдателями без учета интерференции кулоновских и гравитационных потенциалов, см. текст и ссылки в [3,4]. Поэтому явления в Космосе для астрономов стали фантастичнее любых их фантазий, ограниченных радиусом Дебая. Учет глобальных токов (потоков заряженных частиц в Космосе) и электрических полей (на базе исследований явлений переноса заряженных частиц в плазме с током в лабораторном газовом разряде) позволяет объяснить ряд (загадочных для дебая) явлений в **неравновесной** плазме гелиосферы. Для этого есть необходимость остановиться на достижениях классиков, работавших в рамках второго подхода, учитывающего интерференцию гравитационных и электрических потенциалов.

Сравнением или интерференцией гравитационных и кулоновских сил для элементарных частиц занимались Эддингтон, Дирак и др. Так Эддингтон установил, что силы гравитации меньше сил кулоновского взаимодействия двух электронов в огромное число раз ($4,16 \cdot 10^{42}$). Чуть меньше (числа Эддингтона) – число Дирака для сил гравитационного и электрического взаимодействия электрона и протона ($2,3 \cdot 10^{39}$).

Эддингтон в 1928 г. вводил понятие нарушения электронейтральности в Солнце в виде отношения числа некомпенсированных положительных ионов к массе компенсированных ионов. Такое определение отражает суть явления взаимодействия заряженных гравитирующих частиц и всей массы заряженного тела, но не является удобной для аналитического или численного моделирования интерференционных гравитационных и электрических явлений.

В работе [7] нами впервые определено число Высикайло при достижении которого куски одноименно заряженной плазмы, ранее гравитирующей к общему центру, начинают диссипировать (рассеиваться) кулоновскими силами друг от друга. Там же определены α_i – параметры нарушения электронейтральности плазменных структур Космоса для заряженных частиц, при достижении которых гравитационная кумуляция к этим структурам меняются на кулоновский распыл частиц. Поясним это подробнее.

Электрические поля и квазинейтральность плазмы

Определения квазинейтральности плазмы в различных учебных пособиях даются различные и противоречащие даже русскому языку, см. подробнее [10]. Понятие квази – это почти. Так квазипостоянный – это почти постоянный. Без приставки «квази» плазма становится электронейтральной или плотность объемного заряда, согласно уравнению Пуассона, в плазме должна быть **равна нулю** всюду, а электрическое поле везде постоянно или равно нулю. Последователи первого подхода, выбросив электрические поля из своих моделей гелиосферы, маниакально борются против их возвращения в математические модели плазменных структур Космоса, не взирая на эксперименты Гильберта со свечей и электроскопом [1].

Разумным определением в общем случае параметра квазинейтральности простой плазмы является такое определение, восходящее к определению Эддингтона и Шкловского, см. подробнее [10]:

$$\alpha_i = (n_i - n_e)/N \ll 1 \quad (1)$$

Здесь n_e – концентрация электронов, n_i – концентрация положительных ионов N – концентрация нуклонов, формирующих тяжелые частицы (с учетом ионов). Открытым остается вопрос во сколько раз α_i меньше единицы в структурах плазмы. Так в обычных разрядах с током, электрических дугах и в молниях параметр некомпенсированности заряда (нарушения электронейтральности плазмы) α_i не превосходит 10^{-6} . Это говорит о хорошей квазинейтральности структур в плазме с мощным током и пробойными значениями электрических полей в молниях, с размерами до 2 км и шириной порядка 10 см. На этих размерах идет управление заряженными частицами электрическим полем плазменной структуры, проникающим в канал высокопроводящей плазмы газового разряда. Только в узкой прикатодной области лабораторного газового разряда параметр нарушения электронейтральности α_i порядка 1, при этом электрические поля в области катода существенно превышают пробойные значения. В катодном пятне происходит генерация свободных электронов на границе плазма-металл. Решение с учетом слабого нарушения электронейтральности плазмы в математических моделях гелиосферы соответствует решению, так называемых асимптотических парадоксов в обычной гидродинамике.

Асимптотические парадоксы

Понятие об асимптотических парадоксах в обычной гидродинамике подробно обсуждается Г. Биргофом в его монографии «Гидродинамика. Постановки задач, результаты и подобие» [17]. Оказывается, общие знания, полученные при решении одних

уравнений, можно и обязательно следует использовать при решении, казалось бы, совсем иных уравнений. Одной из таких особенностей является установленный математиками общий факт, что малые члены со старшими производными могут оказывать неисчезающее влияние в больших масштабах, причем влияние, не сосредоточенное вблизи краев физических областей, как это бывает во многих учебных примерах сингулярных возмущений. И такая возможность появляется не только в экзотическом царстве фазовых переходов и критических явлений. Напротив, она может наблюдаться в любых сплошных средах и простых физических ситуациях. С одним из таких явлений, обусловленным центробежным потенциалом, мы познакомились в работах Кеплера, Эйлера, Лагранжа и Забабахина, где он доказывает, что неограниченную кумуляцию потоков массы, энергии и импульса останавливает вращение и атомизм. Классификация точек либрации на линейные точки кумуляции, открытые Эйлером в 1767г., и, именно, на треугольные точки либрации, открытые Лагранжем в 1772г., выполнены в [18]. В результате их исследований и анализа возможных движений гравитирующего малого по массе тела в области двух вращающихся вокруг общего центра масс гравитационных аттракторов, открыты профили возможных траекторий малых тел, захваченных системой, вращающихся гравитационных аттракторов. Только в [18] эти решения были открыты для электрона в поле двух положительно заряженных частиц. Там же были аналитически открыты не только точки кумуляции – L_{1-3} и либрации – $L_{4,5}$ для электронов вокруг кулоновских аттракторов, но и линии и плоскости кумуляции свободных электронов. Все это указывает на возможность возвращающихся и сложно пульсирующих потоков вокруг гравитационных и кулоновских аттракторов, как вращающихся, так и квазистабильных, но распределенных в пространстве. При этом вдали от аттракторов (притягателей) существенны только силы притяжения, а вблизи из-за интерференции гравитационных и центробежных потенциалов во вращающейся системе координат возникает сложная структура движений по эквипотенциалам эффективного потенциала (с учетом центробежного потенциала) рис.2.

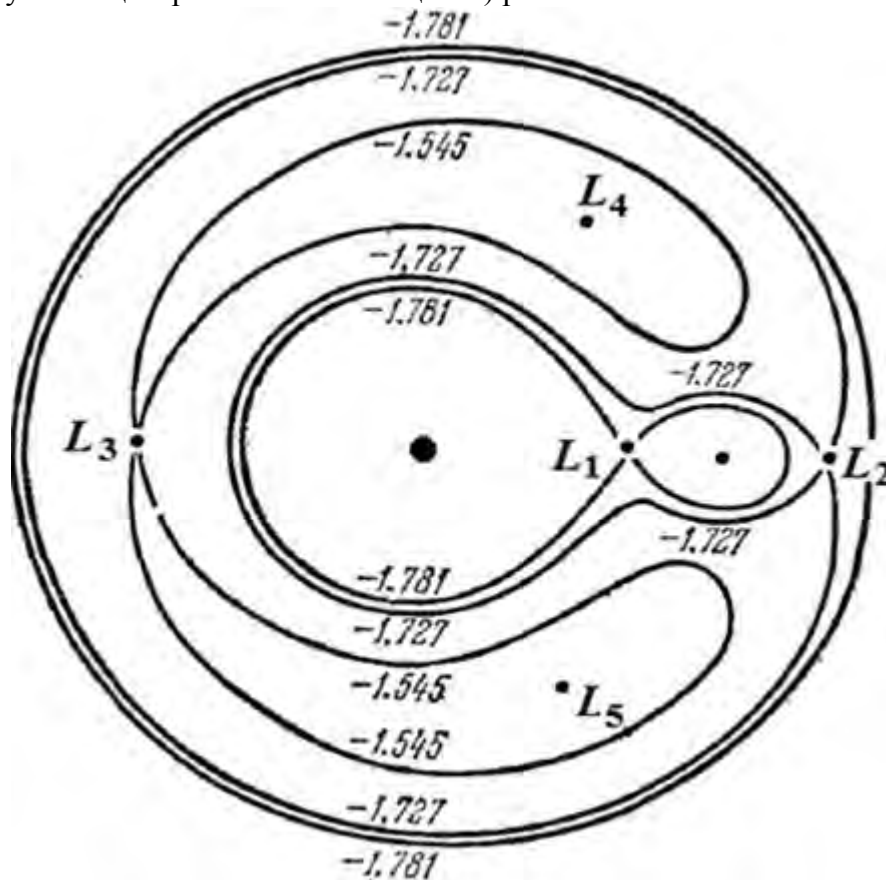


Рис. 2. Сложное формирование траекторий малых тел и переходных потенциалов при интерференции двух гравитационных потенциалов и центробежного.

Другое из таких явлений – это явление в гидромеханике, когда произвольно малые причины могут производить конечные действия. Это явление было отчетливо обнаружено Озееном в 1927 г. Он показал, что наличие сколь угодно малых членов с вязкостью (членов высших порядков) в системе дифференциальных уравнений в обобщенной задаче Коши-Дирихле может совершенно изменить характер решений. Озеен очередной раз показал, что не всегда верно, что когда коэффициент в некотором члене уравнения стремиться к нулю, то решение данного уравнения стремиться к решению уравнения, получаемого отбрасыванием этого члена вообще. Мы в наших работах исследуем уравнение Пуассона в условиях, когда $\alpha_i = (n_i - n_e)/N \ll 10^{-35}$. Парадоксы, обусловленные указанными причинами, называются *асимптотическими парадоксами* [17]. Особенно часто такие парадоксы возникают при моделировании распределенных (в пространстве) динамических (нестационарных или пульсирующих) систем. Такой системой является и наша солнечная система. По-видимому, в этой математической проблеме, описывающей интерференцию гравитационных и центробежных потенциалов, первопроходцами были Эйлер и затем Лагранж. Они исследовали роль переноса по инерции (инерционности) или члена $(\mathbf{V} \cdot \nabla) \mathbf{V}$ в формировании распределенных структур при интерференции сил переноса (или сил центробежных) и гравитационных. Как указывалось, при решении уравнений со старшими производными, часто необоснованно исследователи выбрасывают некоторые члены, ответственные за процессы переноса, при этом другие даже менее значимые члены оставляют, так как суть влияния отброшенных членов должным образом не проанализирована. Так при решении сложных задач забывается об фундаментальных различиях задачи Дирихле и задачи Коши. Часто при моделировании сложной распределенной в пространстве нестационарной системы на базе сравнения членов, определяющих задачу Коши, с членами, ответственными за решение в задаче Дирихле, происходит выбрасывание части членов ответственных за перенос частиц, их импульса и энергии. В этих ошибках и кроется сущность многих асимптотических парадоксов, наблюдаемых при сравнении экспериментов с результатами ущербного моделирования нелокальных процессов, как в плазме, где асимптотические парадоксы связаны с нарушением электронейтральности, так и в обычной гидродинамике, где основные асимптотические парадоксы определяются вязкостью и инерционностью [17].

Поясню асимптотические парадоксы, обусловленные нарушением электронейтральности (НН) на простом примере. Согласно теореме Остроградского-Гаусса напряженность электрического поля на поверхности заряженного шара растет пропорционально его радиусу $E(R) \approx R n \alpha_i / 3 \epsilon_0$. Здесь R – радиус шара; n – средняя плотность, например, нуклонов, формирующих шар; α_i – степень некомпенсированности заряда или степень НН. Если плотность нуклонов велика, то НН может быть мизерным, а электрические поля уже на периферии шара могут быть огромными при сохранении все еще **квазинейтральности всей плазмы**, например, α_i может быть на уровне 10^{-13} или на уровне 10^{-18} . Степень такой столь высокой нейтральности в плазме в лабораториях практически не наблюдается никогда, он даже этой степени НН достаточно для распыла гравитирующего вещества [7]. При решении асимптотических парадоксов, связанных с НН, применять дебаевский радиус в качестве единственного характерного размера всех возможных заряженных структур является ошибкой (или преступлением). Напряженность электрического поля в квазинейтральной, но все же заряженной, структуре, согласно теореме Остроградского-Гаусса определяется всем ее характерным размером R и плотностью заряда – $n \alpha_i$, а не дебаевским радиусом. Применение дебаевского радиуса в качестве основного и единственного размера для всех заряженных структур и приводит к теоретическим асимптотическим парадоксам, в которых нет молний, ярких катодных пятен, фарадеевых темных пространств [10], радиальных пульсаров с плотностью близкой или больше плотности в атоме [7]. В случае асимптотических парадоксов следует все же решать уравнение Пуассона, а не заменять его всюду на тождественное равенство концентраций

положительных и отрицательных зарядов. (Аналогично, если бы Эйлер и Лагранж не учли бы инерционность, то не были бы предсказаны Троянцы и две внешние точки либрации). Синергетические (общие) поля заряженных структур определяют основные (до сих пор «загадочные») явления в молниях, дугах, катодных пятнах [10], синих струях, эльфах и даже в квантовых звездах, как показывается в [7]. Как известно, в квантовых звездах дальнейший гравитационный коллапс останавливается давлением вырожденного электронного газа, см., например, работы Фаулера и Френкеля. Однако, как происходит нагрев (и вырождение электронов) до энергий в тысячу раз большей, чем энергия нуклонов и почему происходит охлаждение нуклонов при формировании квантовых (плотных) звезд пока оставался за рамками теорий астрофизиков. На этот вопрос астрофизики ответа не знают! В [7,10] предложен такой механизм, т.е. рассмотрен в деталях процесс перекачки гравитационной и кинетической энергии от тяжелых нуклонов в кинетическую энергию вырождающихся электронов в квантовых звездах. Такая «загадочная» перекачка и приводит к тому, что средняя энергия электронов в тысячи раз больше, чем средняя характерная энергия нуклонов в квантовых звездах. Из-за этого «загадочного» механизма перекачки энергии от нуклонов в энергию электронов, энергия вырожденного электронного газа и может противодействовать дальнейшему коллапсу белых карликов. Другими словами, автор в [7] рассмотрел асимптотические парадоксы, обусловленные НН, в квантовых звездах и доказал, что в них происходит формирование двойных слоев, возбуждение сильных электрических полей на поверхности звезды или поляризация плазмы.

Интерференция (взаимодействие) гравитационных и электрических потенциалов до сих пор игнорируется астрофизиками при исследовании солнечного ветра (СВ) и других плазменных ветров от звезд и их скоплений – галактик. При этом выдвигаются сложные теории звездных и галактических ветров, не имеющие отношения к реальным явлениям и усложняющие понимание (в соответствии с эпиграфом к работе). Возможно, первые соображения о том, что звезды положительно заряжены, высказал Росселанд в 1924г. [18], а первые оценки величины заряда Солнца в 300 Кл, удерживающего электроны у поверхности Солнца, сделал Эддингтон в 1926 г. [19]. Согласно (1) этот заряд Солнца соответствует значению $\alpha_i = 1,8 \cdot 10^{-36}$ и возникновению отражающих кулоновских зеркал не только для протонов, но и для альфа-частиц [7]. О том, что при полученном Эддингтоном заряде Солнца в 300 Кл все протоны и альфа-частицы покидают поверхность Солнца и летят в гелиосферу, Эддингтон не догадался. Замечание Эддингтона о том, что в Солнце должно быть некоторое разделение зарядов, обычно игнорируется дебаятами в исследованиях Солнца и гелиосферы. Это происходит потому, что эффект полученный в результате аналитических расчетов, как сказал сам Эддингтон, "абсурдно слаб" на поверхности Солнца [19]. И все дебаята-астрофизики поверили, что роль зарядов Солнца и галактик, а, следовательно, и токов на заряженные структуры Космоса, всюду ничтожны. И это несмотря на мощные потоки протонов бороздящих просторы Космоса с энергиями до 10^{21} эВ.

Как впервые установлено в [7], нарушение электронейтральности на уровне 10^{-18} приводит к полной компенсации сил гравитационного притяжения и остановке гравитационного коллапса в любых объектах Космоса, в том числе и в черных дырах, и в квантовых звездах.

Ранее нами доказано, что наличие положительного заряда у Солнца приводит к истечению положительных ионов от положительно заряженного Солнца в виде ионного (солнечного) ветра (СВ) с высокоэнергетичными электронами, уходящими в Нашу Галактику. Наличие заряда у звезд и резкого уменьшения плотности числа частиц, от расстояния до их поверхности, приводит к более сильному нагреву электронов вдали от звезд в электрическом поле положительно заряженной звезды, и плазма здесь является неравновесной, т.е. температура электронов здесь существенно выше температуры ионов.

Самое главное в неравновесной плазме с током в гелиосфере не устанавливается компенсационный слой, экранирующий заряд Солнца [9-11].

Активные плазменные среды с током

Мы, применяя метод обобщенного математического транспонирования (МОМТ) [9] – переноса математических моделей из хорошо изученных областей естественных наук в области, изученные недостаточно хорошо, доказали, что Эддингтон хотя и был прав делая такой вывод для поверхности Солнца, но уже для его короны наличие некомпенсированного заряда у Солнца и особенности выноса заряженных частиц равновесной плазмы с различными массами с поверхности Солнца приводят к ряду существенных явлений [9-11] во всей гелиосфере, требующих объяснений.

Заряженные частицы всегда рождаются и гибнут совместно. Следовательно, различные процессы переноса разносят заряды друг от друга и в пространстве между ними возникают далекодействующие электрические поля и происходит генерация электрических токов. Обычно для оценки характерных размеров плазменных структур с нарушением электронейтральности (НН) ошибочно используют понятие о радиусе Дебая. Тем не менее мы наблюдаем молнии длиной в 2-3 км, а в нижней ионосфере синие струи, джеты и спайты размерами в десятки километров. Эти размеры плазменных структур явно во много раз превосходят радиусы Дебая во всех этих структурах. В плазме **с током** для расчетов размеров плазменных структур применение оценок на базе радиуса Дебая является ошибочным [10]. Как показано в ряде работ радиус Дебая не является критерием электронейтральности (1) и не определяет характерные размеры структуры в плазме с током и электрическим полем [10]. Некомпенсированный объемный заряд возникает как результат разделения зарядов в пространстве по различным причинам: из-за различных скоростей (или подвижностей) электронов и ионов, из-за конвекции нейтрального газа, из-за различия масс заряженных частиц, квантовых эффектов разделения зарядов (как например, в атоме и квантовых звездах [7]), обусловленных различием масс заряженных частиц и соответственно, различием длин волн де Бройля заряженных частиц плазмы [7] и т.д. Так в области равновесной плазмы у поверхности Солнца температура протонов и электронов близки, но скорости отличаются в корень из отношения масс. Более быстрый уход высокоэнергетичных электронов от Солнца и приводит к формированию квазипостоянного заряда у Солнца. Этот заряд замедляет поток уходящих от Солнца электронов, ускоряет поток уходящих от Солнца протонов и других положительных ионов. Положительный заряд Солнца формирует обратные потоки ускоряющихся к Солнцу: электронов, не способных покинуть гелиосферу; отрицательно заряженных ионов и пылинок. Как доказано в [9-11] неоднородная гелиосфера не является нейтральной плазменной средой над положительно заряженным Солнцем, а является активной средой, где эффективный положительный заряд Солнца не только не компенсируется на какой-то высоте – R над Солнцем, а может даже существенно увеличиваться с высотой – R [7,9-11]. Это означает, что в плазме с током среда становится активной и в ней не происходит компенсация объемного заряда, например, Солнца, как в прочем, и положительного заряда катодного пятна и протяженного положительного столба плазмы в обычном газовом разряде [9-11]. В нашей модели мы полагали, что эффективный заряд гелиосферы определяется только зарядом Солнца.

Мы полагаем, что все основные явления в гелиосфере обусловлены сложной интерференцией электрических и гравитационных потенциалов в неоднородной по плотности числа частиц плазме с глобальным током высокоэнергетичных свободных электронов, убегаящих из всей гелиосферы. При наличии глобального тока в гелиосфере, эти явления существенно значимы не на поверхности Солнца с равновесной плазмой, для нее проводил свои исследования Эддингтон, а в короне Солнца на расстояниях порядка и более 1 000 км от его поверхности, где плотность числа частиц – $N(R)$ более резко падает с высотой над Солнцем – R [5,14], чем напряженность электрического поля – $E(R)$ и поэтому

параметр $E(R)/N(R)$ в короне Солнца существенно выше, чем на поверхности Солнца. Здесь и формируется неравновесная плазма с профилем температуры, растущей с расстоянием от Солнца [9-11]. Мы утверждаем [9-11], что генерация неравновесной плазмы в короне Солнца связана с реализацией закона Пашена в гелиосфере положительно заряженного Солнца или существенным ростом параметра E/N и, соответственно, огромным ростом температуры электронов с уменьшением плотности частиц плазмы – $N(R)$ [5,14] с расстоянием до Солнца.

Новые методы исследования неравновесной полностью ионизованной плазмы гелиосферы

При исследовании лабораторной газоразрядной плазмы, Пашеном в 1889 г., был установлен интегральный закон, связывающий длину разряда с напряжением зажигания разряда и давлением газа в разрядном промежутке с током. Согласно этому закону энергия заряженной частицы определяется не только величиной напряженности электрического поля, но и длиной свободного пробега, на которой заряженная частица набирает энергию в электрическом поле, а значит существенно зависит от плотности числа частиц – $N(R)$ или параметра – $E(R)/N(R)$. Сейчас этот закон, в дифференциальной форме, модифицирован, на базе экспериментальных работ Столетова, Таунсенда и их последователей, в такие понятия, как необходимость локального достижения пробойных значений параметра E/N для формирования плазменных структур с неравновесной плазмой [10]. В астрофизике солнечной системы и ионосферы Земли до сих пор используют напряженность электрического поля – E , а не значениями приведенного к плотности частиц параметра – E/N . Первым о важности параметра E/N в плазме (или параметра E/P , P – давление газа) указал Столетов, на его работу сослался Таунсенд, представивший свои экспериментальные результаты: зависимости дрейфовых скоростей и скоростей ионизации от параметра E/N . Закон Пашена, открытый в газовых разрядах по МОМТ может быть использован для описания явлений в неоднородной гелиосфере с током [9-11]. Нами этот закон впервые применялся для описания явлений в неоднородной по $N(R)$ гелиосфере [9-11]. Применяя МОМТ [9-11], мы объяснили интерференцией электрического и гравитационного полей ряд квазипостоянных явлений в СВ в квазистационарной гелиосфере (спектр положительных ионов в СВ) и построили профиль температуры электронов во всей гелиосфере (рис.3) на базе соотношения Нернста-Таунсенда (Эйнштейна-Смолуховского):

$$T_e \approx eD_e/\mu_e \propto (E/N)^\zeta \quad (2)$$

D_e – коэффициент диффузии электронов, μ_e – их подвижность. Степенная аппроксимация (2) экспериментальных измерений температуры (eD_e/μ_e) и других параметров неплохо описывает зависимость скоростей различных процессов переноса в неравновесной газоразрядной плазме [10]. Согласно МОМТ, мы впервые в мире применили эту аппроксимацию для аналитических расчетов профиля температуры электронов в гелиосфере, считая параметр E/N наиболее важным параметром в газоразрядной плазме гелиосферы [10]. $E^2/(NkT)$ характеризует отношение плотности энергии внешней электрической силы по отношению к давлению среды. Это качественно объясняет соотношение (2). Электрическая сила активизирует среду и поддерживает в ней новое ионизационно-возбужденное состояние – плазму и плазменные структуры со слабым НН в плазме с током, выступающие в виде нового фазового состояния в среде, активизированной этим полем [10]. Для продолжительного существования визуализирующихся плазмоидов (плазменных структур) необходимо наличие в них областей с пробойными значениями параметра E/N и мощными конвективными процессами [10]: амбиполярными дрейфами и диффузиями различной природы.

Используя соотношение (2), и зная из экспериментальных наблюдений профиль $N(R)$, см. например, [5,14], мы можем не только рассчитать профиль температуры

электронов $T_e(R)$ и описать сорт и энергии положительных ионов в СВ, как это было выполнено в [9,10], но и получить возможность впервые в мире: 1) верифицировать профили $N(R)$, приведенные в различных научных работах [5,14], как квазистационарные средние значения от расстояния до Солнца; 2) исследовать процессы ионизации молекул и атомов и процессов рекомбинации во всей гелиосфере; 3) исследовать процессы диссоциации молекул водорода при высоких температурах электронов в гелиосфере; 4) изучить влияние возвращающихся пучков высокоэнергетичных электронов к Солнцу на характеристики плазмы у поверхности Солнца в области переходного слоя от равновесной плазмы к неравновесной плазме неоднородного разряда протекающего миллиарды лет. И все это исследовать при изменении температуры от $4 \cdot 10^8$ до 1-2 миллионов градусов, которые очень тяжело создаются в лабораторных установках. В этой работе мы подробнее остановимся на п.1, а п.п. 2-4 подробнее исследуем в других работах с соавторами. Особый интерес представляет исследование процессов в неравновесной плазме атомарного водорода, возникающей в переходной области с температурой $4 \cdot 10^8 \div 6 \cdot 10^8$. Более того в этой области гелиосферы возможно формирование даже протонно-электронной плазмы. В этом типе плазмы формируются максвелловские функции распределения по энергии и соотношение (2) является более точным, чем в случае плазмы в молекулярном водороде. В лабораторной плазме такие исследования отсутствуют и, возможно, не смогут быть проведены и в будущем.

Спектр положительных ионов в солнечном ветре в гелиосфере

Возникновение постоянных потоков положительных ионов с большим отношением числа заряда (Z) к массовому числу иона (M) – Z/M в СВ и галактических ветрах обусловлено ничтожным нарушением электронейтральности этих плазменных структур: Солнца, всей гелиосферы (или других звезд, черных дыр в центрах галактик). Окружающие их положительно заряженные звездно-сферы усиливают действие положительно заряженных звезд на формирование квазипостоянных ионных ветров от звезд и галактик [7,9-11]. Для плазм, окружающих такие структуры, как гелиосфера, это связано с постоянной максвеллизацией функции распределения электронов по энергии, отсутствием дебаевского экранирования из-за наличия постоянного потока (тока) высокоэнергетичных электронов от плазменной положительно заряженной структуры (например, Солнца) и возникновением для протонов, альфа-частиц и других положительных ионов (с отношением $Z/M \geq 0,107$ для Солнца) кулоновских зеркал, отражающих и ускоряющих их кулоновскими силами от Солнца [8-10]. Происходит это аналогично тому, как формируется ток положительных ионов от анода в обычном газовом разряде. В этом, согласно [9-11], решение асимптотического парадокса – обратного движения определенных сортов положительных ионов с $Z/M \geq 0,107$ в СВ от Солнца, а не к Солнцу. В [3,20,21] экспериментально получен богатый спектр положительных ионов в СВ, см. рис. 2. Проанализируем эти спектры.

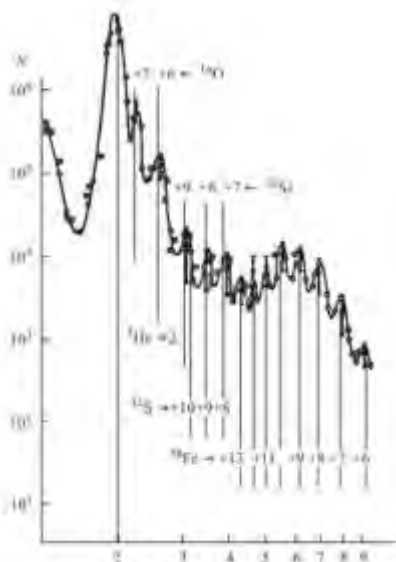


Рис. 2.

Рисунок 2. Типичный спектр ионов в солнечном ветре, измеренный на спутнике «Прогноз-7» в 1978-1979гг. По горизонтальной оси – отношение массы частиц m к ее заряду за 10 с. Цифры со знаком «+» обозначают зарядовое число иона. Протонный пик с $m/q = 1$ не показан, так как он более чем порядок превышает пик α -частиц [3].

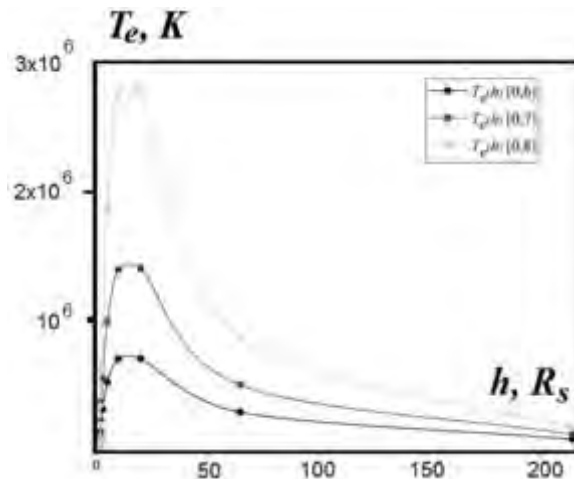


Рис. 3.

Рисунок 3. Зависимость температуры электронов от расстояния до Солнца при разных значениях параметра ζ при заряде Солнца 1441 Кл [9].

Оценка заряда Солнца по типу положительных ионов в солнечном ветре

Свободные электроны максвеллизируются и по этой причине малая часть их постоянно покидает Солнце и гелиосферу, тем у Солнца и гелиосферы формируется положительный заряд, α_i больше нуля (1) и плазма, на определенном расстоянии от Солнца, становится неравновесной [9-11]. Зная массу Солнца или число нуклонов в Солнце – $1,2 \cdot 10^{57}$, радиус Солнца – $R_S = 6,96 \cdot 10^8$ м и параметр нарушения электронейтральности для появления у любой звезды, в частности у Солнца, отражающего протоны кулоновского зеркала – $\alpha_{i1} \approx 0,81 \cdot 10^{-36}$ [9-11], найдём эффективный заряд Солнца $q_S = e \cdot \alpha_{i1} \cdot N_S = 154$ Кл и напряженность электрического поля на его поверхности $E_S = K e \cdot \alpha_{i1} \cdot N_S / R_S^2 = 2,86 \cdot 10^{-6}$ В/м [9-11]. Число $\alpha_i \approx 0,81 \cdot 10^{-36}$ ничтожно, ничтожно и электрическое поле на поверхности так заряженного Солнца, но нарушение электронейтральности на этом уровне и приводит к формированию СВ из протонов даже без генерации звуковых, ударных и Альвеновских волн в короне Солнца и других звезд солнечного типа [9]. Согласно [9] и оценке, выполненной Эддингтоном ($q_S = 300$ Кл [18]) кулоновское зеркало в области Солнца возникает не только для протонов, но и для альфа-частиц. Так из-за ничтожного нарушения электронейтральности Солнца и формирования у него некомпенсированного заряда в короне положительно заряженного Солнца происходит кулоновско-гравитационная сепарация заряженных ионов, обусловленная интерференцией кулоновских и гравитационных потенциалов.

На базе анализа состава положительных ионов в СВ, нами в [9-11] впервые предложен новый метод оценки заряда Солнца по ионному составу положительных ионов (рис.1). Как видно из рис. 1 в СВ в области Земли наблюдаются все ионы железа до Fe^{+6} [3,20,21], а вот ионы железа, ионизованные меньше чем 5 раз не наблюдаются. При этом 4 раза ионизованные ионы углерода в СВ наблюдаются [21]. Эти данные позволяют по равенству сил гравитации и сил кулоновского отталкивания, действующие на шесть раз ионизованные ионы железа, оценить заряд Солнца в 1 400 Кл [9-11]. При этом влияние слабого НН на радиус Дебая в самом Солнце ничтожно (на уровне 10^{-18} , согласно [9-11]).

Итак, по ионному составу СВ (по минимальному наблюдаемому в экспериментах значению Z/M положительных ионов) нами впервые рассчитаны эффективный заряд (1 400

Кл [9]) и другие параметры положительно заряженного Солнца, позволяющие оценить приведенную к плотности частиц (N) напряжённость электрического поля (E/N) в фотосфере, хромосфере, короне Солнца ($E/N \approx 27 \cdot 10^3$ Td), гелио-сфере, и исследовать условия необходимые для отражения от положительно заряженного Солнца различных положительно заряженных частиц – ионов. По соотношению Эйнштейна-Смолуховского (вернее Нернста-Таунсенда) $T_e = e \cdot D_e / \mu_e \propto (E/N)^{0,7}$ на базе экспериментальных значений N , взятых из справочников [5,14], аналитически в [9-11] нами впервые в мире рассчитан профиль температуры – $T_e(R)$ электронов во всей гелиосфере, в зависимости от расстояния до Солнца – R (рис. 3). Электроны в гелиосфере нагреваются электрическим полем такого ничтожного на поверхности Солнца и гелиосферы заряда (в 1 400 Кл). При этом разряд полагался в плазме молекулярного водорода [9-11].

В [9-11] расчёты параметров, фиксируемых ионов в СВ сравниваются с экспериментальными наблюдениями, обсуждаются причины генерации кольцевого тока электронов в неоднородной гелиосфере и неприменимость оценок характерных размеров компенсационных слоев КДС в плазме с током по теории Дебая. Оценки по теории Дебая не применимы при описании процессов в СВ – плазме с глобальным током [9-11]. В [9-11] открыты стоячие ударные волны приведенного к плотности частиц газа – N напряженности электрического поля – E в ионосфере, гелиосфере и окружающих другие звезды и галактики сферах. Их положительный заряд, полная ионизация молекул и атомов водорода в этих сферах и формирование кулоновских зеркал, отражающих протоны и альфа-частицы и приводят к заполнению протонами и альфа-частицами галактик и всей Вселенной их потоками. Формирующиеся в этих сферах стоячие ударные волны приведенной к плотности числа частиц напряженности электрического поля мы относим к стоячим стратам со слабым нарушением электронейтральности, наблюдаемым еще Фарадеем в газовых разрядах.

Для гелиосферы, где плотность частиц газа – N падает быстрее, чем напряженность электрического поля от расстояния до Солнца, такой заряд приводит к генерации пробойных значений E/N и формированию неравновесной плазмы с огромными температурами электронов до 1 – 2 миллионов градусов, на расстояниях в 10-30 радиусов Солнца, и соответственно формированию глобальных токов во всей гелиосфере [9-11].

Аналитические расчеты параметров переходного слоя в гелиосфере от равновесной плазмы к неравновесной

Зная заряд Солнца и профиль плотности числа тяжелых частиц – $N(R)$ мы можем по нашей модели рассчитать параметр E/N и по нему, согласно (2), определить температуру электронов – $T_e(R)$ в неравновесной плазме во всей гелиосфере [9-11].

Приведенная к концентрации частиц плазмы (атомов водорода или числу нуклонов) напряжённость электрического поля в Td (Таунсендах) E/N существенно зависит от плотности тяжёлых частиц плазмы и быстро растёт от фотосферы к хромосфере Солнца [9-11]. Профиль N от высоты возьмём из [5] и [14]. Полученные результаты сравним друг с другом. На базе данных [14] по $N(R)$, мы построили профиль E/N от высоты над Солнцем при заряде Солнца ($Q_s = 1\,432$ Кл – пятая колонка в Таблице 1 в [9], в данной работе она четвертая). Данные по плотности числа частиц – $N(R)$, приведенные в [14] существенно отличаются от данных, приведенных в [5] в переходной области от 1 000 до 70 000 км. Здесь различие в величинах $N(R)$ достигает до двух порядков. Далее с высотой над Солнцем плотность числа частиц по данным [14] от [5] отличается на величину в 20 – 50%. Поэтому в этой области параметры E/N и температура электронов, рассчитанная по нашей модели (2) отличаются слабо для данных из этих справочников. И далее на расстояниях в 100 и 200 радиусов Солнца опять наблюдается отличие в 100 раз, см. таблицу (второй и третий столбцы). Эти различия очень важны для определения квазистационарного фона температуры электронов в области гелиосферы, где вращается Земля вокруг Солнца.

Как отмечалось выше заряд Солнца по наличию в СВ только 6 раз ионизованных ионов железа (рис. 2) позволил оценить заряд Солнца на уровне 1 400 Кл [9-11]. Расчеты по нашей

методике дают величину напряженности электрического поля на поверхности Солнца и в переходной области (где высота R существенно меньше радиуса Солнца, см. таблицу) порядка $2.66 \cdot 10^{-7}$ В/см [9-11].

N_1 [14] and N_2 [5,6] values [cm^{-3}] and E/N_1 and E/N_2 [Td] (set by the solar charge) depending on the altitude above the Sun surface

$R, \text{ km}/R_s$	$N_1, \text{ cm}^{-3}$	$N_2, \text{ cm}^{-3}$	$E/N_1, \text{ Td}$	$E/N_2, \text{ Td}$	$T_e, \text{ }^\circ\zeta$
0		$1.5 \cdot 10^{17}$			6 430
91		10^{17}			5 410
200 [6]					4 170
320		$1.3 \cdot 10^{16}$			4 560
520		$2.4 \cdot 10^{15}$			4 190
560		$1.6 \cdot 10^{15}$			4 180
0/1	$3.9 \cdot 10^{15}$		$6.7 \cdot 10^{-6}$		
1,000	$3.1 \cdot 10^{13}$		$8.4 \cdot 10^{-5}$		
1,004		$2.5 \cdot 10^{13}$		$1.06 \cdot 10^{-3}$	5 750
1,580		$4 \cdot 10^{11}$		0.066^*	7 150
1,900		$1.3 \cdot 10^{11}$		0.2^*	375^*
2,0	$6.3 \cdot 10^{12}$		$4.2 \cdot 10^{-3}$		
2,0		10^{11}		0.26^*	460^*
		10^9		26.6^*	$11,553^*$
2,1/1.003					
3,000	$2.0 \cdot 10^{12}$		$1.3 \cdot 10^{-3}$		30/0.7
3,500/1.005		$6 \cdot 10^8$		44^*	$16,697^*$
4,000	$7.9 \cdot 10^{11}$		$3.3 \cdot 10^{-2}$		
6,000	$2.51 \cdot 10^9$		10.6		6,164/0.7
/1.01		$3.2 \cdot 10^8$		83^*	$26,035^*/0.7$
7,000 [6]	$5 \cdot 10^9$				25,000
8,000	10^9		26		11,553/0.7
10,000	$6.3 \cdot 10^8$		40.8		15,837/0.7
14,000 [6]	$5 \cdot 10^8$				300,000
15,000	$2.0 \cdot 10^8$		126		34,872/0.7
/1.03		$2 \cdot 10^8$		133^*	
/1.06		$1.6 \cdot 10^8$		166^*	
70,000	$7.9 \cdot 10^7$		279		60,833/0.7
/1.1		10^8		233^*	
/1.2		$6.7 \cdot 10^7$			
/1.2 [6]	$4 \cdot 10^7$				$1.5 \cdot 10^6$
280,000	$1.2 \cdot 10^7$		1,079		156,794/0.7
/1.3		$2 \cdot 10^7$			
420,000	$5.0 \cdot 10^6$		2,074		247,732/0.7
/1.4		$8 \cdot 10^6$			
700,000	$1.6 \cdot 10^6$		4,204		406,236/0.7
/2		$3.3 \cdot 10^6$			
/2.5		10^6			
1 400,000	$4.0 \cdot 10^5$		7,421		$0.9 \cdot 10^6/0.7$
/3		$2.8 \cdot 10^5$			
/4		$1.5 \cdot 10^5$			
2 800,000	$6.3 \cdot 10^4$		16,851		$10^6/0.7$
/5		$5.0 \cdot 10^4$			

6 200,000	10^4		26,45		$1.5 \cdot 10^6 / 0.7$
/10		10^4			
/10 [6]	10^4				
13 000,000	$2.5 \cdot 10^3$		26,450		$1.5 \cdot 10^6 / 0.7$
/20		$1.6 \cdot 10^3$		41,260*	
/50		$1.6 \cdot 10^2$		66,540*	$2.8 \cdot 10^6 / 0.7$
/50 [6]	10^2				
44 000,/65	10^3		6,290		$0.55 \cdot 10^6 / 0.7$
/100		$3.1 \cdot 10^1$		85,830*	
150 000,000	$6.3 \cdot 10^2$		909		$0.18 \cdot 10^6 / 0.7$
/215		5		114,500*	$4 \cdot 10^6 * / 0.7$
/215 [6]	2.5				
Calculation for $Q_s = 1432$ C fourth column.					

Из общих соображений для равновесной нейтральной плазмы без тока, чем дальше от Солнца, тем температура плазмы и электронов должна быть ниже. И этот падающий с расстоянием от Солнца профиль температуры наблюдается, согласно данным в справочнике [5, стр. 158] в области хромосферы на высотах до 560 км над поверхностью Солнца (Таблица, 6 столбец, числа курсивом). А, уже выше этой высоты наблюдается резкий рост температуры электронов. По нашей модели гелиосферы [9-11], согласно (2), это возможно при формировании уже в области 560-1 580 км неравновесной плазмы, где электроны все более нагреваются в электрическом поле с ростом параметра E/N с увеличением высоты. Заметный рост температуры начинается с высот в 1 580 км [5], см. 6 столбец таблицы. Слабое нарушение электронейтральности Солнца, согласно нашим исследованиям, и приводит к формированию квазипостоянного переходного слоя между поверхностью положительно заряженного Солнца, имеющего температуру в 5700 К и хромосферой, где, согласно справочнику [5, стр. 158] температура вначале падает до 4 180 К и на высоте 560 км над поверхностью Солнца начинает опять расти до 11 000 К на высоте 2100 км над поверхностью Солнца. Аналитические расчеты параметра E/N (Таблица, четвертый столбец по данным [14] и пятый столбец, по данным [5]) и температуры по нашей модели приведены курсивом по данным [5] со звездочкой в Таблице, 6 столбец и без курсива по данным [14].

Согласно нашей модели (2) и по данным $N(R)$ из [14], в гелиосфере наблюдается рост температуры до 1.5-2 миллионов градусов до высот в 10-30 радиусов Солнца, а затем температура электронов падает до величины в $(1 \div 2) \cdot 100\ 000^\circ$ на орбите Земли, что не плохо совпадает со значениями температуры электронов, приведенными в [3, часть 1, стр. 272]. Согласно рис. 2 и данным [14] в гелиосфере формируется стоячая квазистационарная ударная волна приведенного к плотности числа частиц электрического поля [10,22]. А, вот по данным из [5], согласно (2), во всей гелиосфере должен наблюдаться постоянный рост температуры электронов до 4 миллионов градусов до орбиты Земли (см. Таблицу, 5 столбец). Если рост температуры в области от 8 000 км до Земли нами описывается хорошо с помощью данных [5] и [14], то более хорошее согласие мы получаем в области переходного слоя только по данным [5]. Данные [5] и [14] по плотности числа частиц $N(R)$ в переходном слое отличаются на несколько порядков величины, см. таблицу. Таким образом применяя нашу модель мы можем верифицировать средние данные по профилю $N(R)$ в гелиосфере, сравнивая результаты различных экспериментов по определению средней температуры электронов в гелиосфере. В этом плане данные по профилю $N(R)$ из [5] в переходной области (в районе высоты над Солнцем 1560 км) мы считаем более достоверными. Тем не менее и по данным [5] мы аналитически недостаточно хорошо описываем переходную зону на высотах 560 - 2100 км. По нашей модели и данным по $N(R)$ из [5] неравновесная плазма должна наблюдаться на высоте 2100 км, а согласно справочнику [5], наблюдается существенный нагрев электронов уже на высотах 1 560 км.

Обсуждение результатов

аналитического моделирования температуры гелиосферы

В рассматриваемой нами модели гелиосферы (вплоть до Земли и дальше) нет зарядов противоположного знака, которые смогли бы осуществить дебаевское экранирование эффективного квазистационарного положительного заряда Солнца. Функция распределения свободных электронов максвеллизируется всюду в гелиосфере и по этой причине малая часть высокоэнергетичных электронов постоянно покидает Солнце и гелиосферу, тем у Солнца и гелиосферы формируется положительный заряд и плазма становится не равновесной в неоднородной гелиосфере [9-11]. Проникновение электрического поля положительно заряженного Солнца в гелиосферу формирует обратный ток электронов и отрицательно заряженных частиц к Солнцу. Так возникает торовращение отрицательного заряда в гелиосфере, поддерживающее положительный заряд Солнца и всей положительно заряженной гелиосферы. При этом эффективный заряд Солнца в нашей модели считается больше заряда всей гелиосферы. Это связано с существенным превосходством массы Солнца над массой плазмы во всей гелиосфере.

Неравновесность плазмы обусловлена неоднородностью плазмы ($N(R)$) с высотой над Солнцем. Для абсолютного экранирования заряда на расстоянии радиуса Дебая от Солнца должно выполняться условие абсолютной электронейтральности уже на этом размере, что подразумевает собой полную нейтральность плазмы, а это – миф, согласно предлагаемой в [9-11] модели КДС с током и со свободными (максвеллизирующимися) электронами. Модель, учитывающая слабое нарушение электронейтральности Солнца, включает соотношения (1) и (2).

Явления в гелиосфере и Космосе,

объясненные на базе учета нарушения электронейтральности

1. В данной работе впервые аналитически, по ранее предложенной нами модели положительно заряженной гелиосферы с глобальным током высокоэнергетичных электронов от Солнца в Галактику, исследована переходная область от равновесной плазмы у поверхности положительно заряженного Солнца в гелиосфере к области неравновесной плазмы с максимальной температурой электронов до 1-2 миллионов градусов на расстояниях от Солнца в 10-30 радиусов Солнца. Согласно экспериментальным наблюдениям, представленным в справочнике [5] граница перехода между равновесной плазмой Солнца и неравновесной плазмой полностью ионизированной гелиосферой находится на высотах порядка 560-1580 км от поверхности Солнца. До высоты в 560 км наблюдается равновесная плазма Солнца и здесь температура падает с удалением от Солнца, а выше начинается неравновесный нагрев неоднородной плазмы. Этот нагрев плазмы растущий с высотой от Солнца неудается внятно объяснить в рамках нейтральной плазмы: Солнца и гелиосферы.

Согласно нашей модели **нагрев плазмы во всей гелиосфере происходит электрическим полем положительно заряженного Солнца** из-за резкого роста параметра E/N и соответствующего роста температуры электронов и ионов в неравновесной плазме. В области выше 1000 км над Солнцем более достоверными нам представляются данные в [5], чем в [14]. Здесь наша модель с данными по $N(R)$ из [5] работает значительно лучше. По нашим расчетам переходная область существенно приближается к Солнцу от 8 000 км по данным [14] до 2 100 км по данным [5], см. таблицу. Различие в экспериментальных данных по $T_e(R)$, представленных в [5], и результатах наших расчетов по (2) (в предположении плазмы в молекулярном водороде) можно устранить учтя в аналитических расчетах тот факт, что в переходной области газ состоит не из молекул водорода с потенциалом ионизации 15.427 эВ и показателем $\zeta = 0.7$ в (2), а из атомов водорода с более низким потенциалом ионизации 13.6 эВ и другим показателем ζ в (2) для атомарного водорода или даже полностью ионизованного атомарного водорода – протонов.

Уже учет этого факта, который можно проверить с помощью численных расчетов функции распределения электронов по энергиям в плазме атомарного водорода, может привести к существенному понижению высоты переходной области в аналитических расчетах.

Действительно, согласно [24,25] параметр eD_e/μ_e (или температура) для электронов в атомарном газе, например, ксеноне (с потенциалом ионизации 12.1 ЭВ) достигает 0,6 эВ при значении параметра $E/N \sim 0,06$ Тд. Эти значения параметра E/N наблюдаются по данным [5] и нашей модели на высоте 1 580 км над положительно заряженным Солнцем, см. таблицу, 5 столбец. Если учесть полную ионизацию атомарного водорода, то электроны плазмы не испытывают неупругих столкновений и их функция распределения по энергии становятся максвелловской и, следовательно, соотношение (2) должно работать достаточно точно для этой области гелиосферы, как в любой плазме с максвелловской функцией распределения электронов по скоростям. В этом случае справедливо соотношение (2) с хорошей точностью. Уже этот анализ показывает, что наша модель хорошо описывает весь переходной слой от равновесной плазмы Солнца к гелиосфере с температурой в 1-2 миллиона градусов и даже далее до орбиты Земли.

Второй не менее важной причиной понижения переходной зоны к поверхности Солнца в аналитических расчетах может оказаться учет влияния квазипостоянных пучков электронов, кумулирующих к положительно заряженному Солнцу из гелиосферы. Бикумуляция [25] потоков электронов в Солнце и обратных потоков положительных ионов (протонов) в гелиосферу в виде нестационарных «перьев» представлены на рис. 1в,г. Все эти явления можно учесть в рамках предложенной нами модели и, повидимому, тем добиться удовлетворительных результатов сравнения экспериментальных результатов и результатов аналитического моделирования неравновесной плазмы в области переходного слоя от равновесной плазмы Солнца до неравновесной плазмы гелиосферы и далее до орбиты Земли, а возможно со временем и во всей гелиосфере.

Что касается данных по $N(R)$ в области 200 радиусов от Солнца, то они требуют дополнительной верификации, например, сравнением температур электронов в этой области, полученных по нашей модели и в экспериментах [5,14]. Здесь по данным [5] в результате расчетов по нашей модели мы получаем температуры в 4 миллиона градусов, т.е. стоячая ударная волна приведенного электрического поля к плотности частиц газа здесь имеет максимум E/N , т.е. на орбите Земли. Согласно экспериментальным наблюдениям [3, часть 1, Стр.272] на орбите Земли температура электронов порядка 10^5 градусов и эти значения совпадают с расчетами по нашей модели (2), при использовании данных по $N(R)$, из [14]. Это означает либо данные, приведенные в [5] некорректны, либо в этой области формируется слой отрицательного заряда, компенсирующий заряд Солнца и гелиосферы.

2. Согласно многочисленным экспериментам [3,21,22] в СВ наблюдаются ионы с отношением зарядового числа к массовому $Z/M \geq 0.107$. В СВ не наблюдаются ионы железа ионизованные меньше, чем 5 раз, хотя ионы ионизованные 5 и даже 4 раза ($C4+$, $O5+$) наблюдаются [22]. В рамках нейтральной модели эти экспериментальные наблюдения непонятны или загадочны. В рамках нашей модели типы положительных ионов определяются зарядом Солнца и при его заряде в 1400 Кл отношение для положительных ионов в СВ должно удовлетворять неравенству $Z/M \geq 0.107$. Это и наблюдается в экспериментах [3,21,22], тем подтверждая необходимость учета заряда Солнца по нашей модели плазмы гелиосферы.

3. Как указывалось ранее, СВ в рамках модели абсолютно нейтральной плазмы [3], без учета интерференции электрических и гравитационных полей, не имеет объяснения своих наблюдаемых в экспериментах квазистационарных во времени и тем более мощных импульсных параметров (рис.1в,г). Нет объяснения и резкому ускорению СВ, наблюдаемому в экспериментах в области расстояний 10-30 радиусов Солнца от Солнца, см. ссылки и анализ экспериментов в [26].

Согласно нашей модели, учитывающей: 1) слабое нарушение электронейтральности Солнца, всего на уровне 10^{-36} , и 2) отсутствие компенсационного отрицательно

заряженного соля с размерами радиуса Дебая из-за нагрева электронов в гелиосфере, как мы видим из рис. 3 [9], максимальная температура электронов достигается на расстояниях в 10-30 радиусов от Солнца. Это доказывает, что поршнем толкающим СВ является приведенное к плотности числа тяжелых частиц электрическое поле, приводящее к нагреву электронов в этой области гелиосферы до 1-2 миллионов градусов. Так формируется кулоновский распределенный в пространстве от 10 до 30 радиусов Солнца поршень, обусловленный сложной интерференцией кулоновских и гравитационных полей в плазме неоднородной неравновесной гелиосферы [9].

4. В наблюдениях за Солнцем на расстояниях от Солнца порядка 100 тыс. км зарегистрированы узкие филаменты длиной в 112, 6 тыс. км ширина каждой нити плюма составляет всего несколько тысяч миль в ширину: от 3 700 км до 7 200 км. Также ученые обнаружили, что филаменты – «перья» движутся индивидуально, каждое само по себе [8]. В рамках абсолютно нейтральных моделей – это явление абсолютно «загадочное».

В рамках нашей модели для заряженных структур в газоразрядной плазме, объемный заряд формирует профиль электрического поля, еще больше разогревающий электроны оболочки заряженной структуры по сравнению с ионами или нуклонами структуры. В итоге формируются самофокусирующиеся радиальными электрическими полями дуги, молнии и другие неравновесные кумулятивно-диссипативные структуры с поперечными размерами, существенно меньшими, чем размеры продольные (рис. 1б,в,з). В структуре, приведенной на рис. 1г,д, величина $\zeta \sim 10^{-2}$ (для видимых областей). Этот факт указывает на то, что по параметру кинжалности, возможно, мы имеем дело в гелиосфере с кулоновской положительно заряженной 3D КД-структурой – струей, аналогичной молнии или КД-структурам на рис. 1б. Самокумуляция положительно заряженной КД-структуры фокусирующимися электронами описана в [7]. Отличие заряженных КД-структур от гравитационных структур – в существенно более мощной самофокусировке цилиндрических заряженных потоков.

5. Энергия положительно заряженных частиц, наблюдаемая в СВ в экспериментах, хорошо согласуется с энергией, рассчитываемой в предположении, что заряд Солнца 1400 Кл [9]. Энергия заряженных частиц в СВ в рамках моделей абсолютно нейтральной плазмы таких убедительных расчетов провести невозможно.

6. В рамках нашей модели можно описать: точки, линии и плоскости кумуляции потоков электронов и точки и линии либрации [18], в том числе и плазменные филаменты (нити) в области 100 тыс. км над поверхностью Солнца. Сложность описания «перьев» (филаментов) состоит в том, что не известны компоненты плазмы в этой области.

7. Ранее нами в [7, 9-11], в рамках нашей модели объяснены потоки протонов и альфа частиц, пронизывающих космическое пространство, наличием для них кулоновских зеркал, отражающих их от всех светящихся структур Космоса, возникающих всюду из-за слабого нарушения электронейтральности всего на уровне $\alpha_i \sim 10^{-36}$.

8. В рамках нашей модели удастся описать и предсказать формирующиеся в звездно-сферах стоячие ударные волны приведенной к плотности числа частиц напряженности электрического поля. Эти стоячие волны мы относим к стоячим стратам со слабым нарушением электронейтральности, наблюдаемым еще Фарадеем в газовых разрядах [9, 13].

9. Учет интерференции электрических и гравитационных полей, т.е. заряда Солнца и проникновения его электрического поля и потенциала в гелиосфере, позволяет рассчитать энергию электронов, возвращающихся к Солнцу и тем фокусирующих (кумулирующих) гелиосреду к Солнцу. К кулоновской очистке гелиосферы от пыли приводит и поглощение электронов частицами пыли и зарядкой их отрицательным зарядом. Так формируется два потока заряженных частиц плазмы: потоков от Солнца в виде: высокоэнергетических электронов, положительно заряженных частиц различной природы и положительно заряженных ионов с отношением зарядового числа к массовому больше или порядка 0.107, формирующих СВ; и потоков к Солнцу: 1) возвращающихся электронов с энергией

недостаточной для их ухода из гелиосферы; 2) нейтральных и отрицательно заряженных пылинок. При этом проявляется дуализм и андрогинность кумулятивно-диссипативных плазменных структур с противоположными потоками заряженных частиц [7].

10. Наличие двух потоков заряженных частиц: к Солнцу и от Солнца и необходимость их динамического согласования через изменение квазипостоянного положительного заряда Солнца объясняет динамические пульсации в виде слоящих и бегущих страт, электрических дуг или филаментов [7,10]. Детализация этих процессов пока не проведена должным образом для явлений в гелиосфере.

11. Вынос положительного заряда и электрических полей с СВ в дальние области гелиосферы, согласно нашей модели, может приводить к существенному влиянию на отклонение плазменного положительно заряженного ветра из центра нашей Галактики, тем уменьшая влияние «дыхания» Галактики на жителей Земли. Эти эффекты обсуждаются в [4] без привлечения нарушения электронейтральности в гелиосфере.

12. Дуальные потоки заряженных частиц в гелиосферу и из гелиосферы формируют динамическую мембрану с динамическим поверхностным натяжением, кумулирующим гелиосферу. Мембрана противодействует как распылу, так и сжатию гелиосферы. Это находится в согласии с работой [16].

13. Нагрев гелиосферы осуществляется электрическим полем и электронами возвращающимися к Солнцу. Это означает, что нагрев не только снизу, но и сверху.

Выводы и явления, требующие дальнейших экспериментальных и теоретических исследований

Нами сформулирована аналитическая модель, позволившая отлично объяснить не только огромную температуру в гелиосфере в 1-2 миллиона градусов в короне Солнца, установить основные типы положительных ионов, ускоряемых от Солнца его электрическим полем, получить профиль температуры электронов во всей гелиосфере от расстояния до Солнца, объяснить все 12 «загадочных» для дебаевых явлений, перечисленных выше, но и пока удовлетворительно описать переходную область между равновесной плазмой Солнца и плазмой неравновесной в ближней для Солнца гелиосфере. Для уточнения модели в переходном слое необходимы численные расчеты температуры электронов от параметра E/N в атомарном водороде, а также самое главное – дальнейшие подробные экспериментальные исследования квазистационарной гелиосферы (в частности, уточнение профиля плотности тяжелых частиц – $N(R)$ в зависимости от расстояния до Солнца – R).

Существенным отличием разряда в гелиосфере от лабораторной плазмы является интерференция электрического потенциала с гравитационным и существенная неоднородность плотности числа частиц – $N(R)$ в гелиосфере. Для гелиосферы, где плотность частиц газа – N падает быстрее, чем напряженность электрического поля от расстояния до Солнца, заряд Солнца в 1400 Кл, что в 500 раз меньше заряда Земли [12], приводит к генерации пробойных значений E/N и формированию неравновесной плазмы с огромными температурами электронов до 1 – 2 миллионов градусов, на расстояниях в 10-30 радиусов Солнца, и соответственно формированию глобальных токов во всей гелиосфере [9-11]. В дальнейшем следует уделить особое внимание динамическому взаимодействию положительно заряженной гелиосферы с ионосферой отрицательно заряженной Земли и детализировать идеи о кулоновских пульсарах в квантовых звездах [7].

Литература

[1] https://www.peoples.ru/science/physics/william_gilbert/

[2] Архив тезисов докладов ежегодных конференций "Физика плазмы в солнечной системе" ИКИ РАН. <https://plasma2021.cosmos.ru/archive>

[3] Плазменная гелиогеофизика в 2т. / Под ред. Л.М. Зеленого, И.С. Веселовского. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 – 672 и 560 с.

[4] Измоденов В.В. Глобальная структура гелиосферы: трехмерная кинетико-магнитогидродинамическая модель и анализ данных космических аппаратов. //УФН. 2018 Т.188. № 8. С. 881-893.

[5] Аллен К.У. Астрофизические величины (Справочник). Издательство: Мир. 1977. 279 с. https://www.studmed.ru/allen-ku-astrofizicheskie-velichiny-spravochnik_5d9e8d105eb.html

[6] Монин А.С. Глобальная гидродинамика Солнца». // УФН 1980, т.132, № 1, стр.123-167.

[7] Vysikaylo, P.I. Surf. Engin. Appl.Electrochem. (2012) 48, №3, p. 212. <https://doi.org/10.3103/S106837551203012X>

[7] <https://hightech.fm/2021/01/20/explores-solar-wind>

[8] Vysikaylo P. I., Korotkova M. A. Determination of the Sun's charge by the parameters of heavy ions in the solar wind // 2018 J. Phys.: Conf. Ser. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1009/1/012020>

[9] Vysikaylo P.I. Weak violation of electroneutrality in the heliogeosheres: electroneutrality disorders. Herald of the Bauman Moscow State Technical University, Series Natural Sciences, 2020, № 3(90), pp. 88-106. DOI: 10.18698/1812-3368-2020-3-88-106. <http://vestniken.ru/articles/929/929.pdf>

[10] Vysikaylo P.I., Ryabukha N.S. Gravitational and Coulomb potentials interference in heliosphere. Herald of the Bauman Moscow State Technical University, Series Natural Sciences, 2020, no. 6 (93), pp. 93–121. DOI: <https://doi.org/10.18698/1812-3368-2020-6-93-121>

[11] Смирнов Б.М. Электрический цикл в земной атмосфере. // УФН 2014, т. 184, № 11, с. 1153-1176.

[12] Высикайло Ф.И., Некрасов Г.Ю., Пронин Н.А. Стоячая ударная волна электрического поля в нижней ионосфере. 15 конференция ФИЗИКА ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ. 10-14 февраля 2020, М. ИКИ РАН стр. 110. <https://plasma2020.cosmos.ru/docs/PLASMA-2020-IKI-AbstractBook.pdf>

[13] Мартынов Д.Я. Курс общей астрофизики. М.: Наука, 1971. -616 с.

[14] Высикайло Ф.И. «Квазикуперовские» бициклоны. Турбулентные структуры с вращением и кумулятивными струями. // Инженерная физика. 2013. № 7, с. 3-36. http://www.iki.rssi.ru/conf/2014mss/MSS-14_files/Sec3/MSS14-3-15.pdf

[15] Периферийные кулоновские силы, классические и квантовые мембраны, фокусирующие плазмиды (обзор) //Успехи прикладной физики. 2015. том 3, № 5. С.471-478. <http://advance.orion-ir.ru/UPF-15/5/UPF-3-5-471.pdf>

[16] Биркгоф Г. Гидродинамика. Постановки задач, результаты и подобие. Изд. Иностранной лит. Москва, 1954. -183 с.

[17] Vysikaylo P.I. Cumulative Point—L1 Between Two Positively Charged Plasma Structures (3-D Strata)// Plasma Science, IEEE Transactions on Volume: 42, Issue: 12, Publication Year: 10 Dec. 2015 , Page(s): 3931 - 3935. DOI: 10.1109/TPS.2014.2365438

[18] Rosseland S., “Electrical state of a Star,” Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 84, No. 308, 1924, pp. 720-728. <http://articles.adsabs.harvard.edu/pdf/1924MNRAS..84..720R>

[19] Eddington A.S. with a new foreword by Chandrasekhar S. The internal constitution of the stars. First published 1926. Reissued in the Cambridge Science Classics series 1988. pp. 407. <https://freedocs.xyz/pdf-364186111>

[20] Вайсберг О.Л., Ермолаев Ю.И., Застенкер Г.Н., Омельченко А.Н. Наблюдения тяжелых ионов в солнечном ветре по данным спутника «Прогноз-7» // Космические исследования. 1980. Т.18. № 5. с. 761-765.

[21] Database on the ion composition of the solar wind (2011) http://www.srl.caltech.edu/ACE/ASC/level2/lvl2DATA_SWICS-SWIMS.html

[22] Высикайло Ф.И. Некрасов Г.Ю. Пронин Н.А. Стоячая ударная волна электрического поля в нижней ионосфере. 15 конференция ФИЗИКА ПЛАЗМЫ В

СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ 10-14 февраля 2020, М. ИКИ РАН стр. 110.
<https://plasma2020.cosmos.ru/docs/PLASMA-2020-IKI-AbstractBook.pdf>

[23] Dutton J 1975 A survey of electron swarm data J. Phys. Chem. Ref. Data 4 577–856.

<https://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.555525>

[24] Demyanov A. V., Kochetov I. V., Mikheyev P. A., Azyazov V. N. and Heaven M. C. Kinetic analysis of rare gas metastable production and optically pumped Xe lasers // J. Phys. D: Appl. Phys. 51 (2018) 045201 (14pp). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6463/aa9e40/meta>

[25] Высикайло Ф.И. Кумуляция электрического поля в диссипативных структурах в газоразрядной плазме. // ЖЭТФ. 2004. Т. 125. № 5, с. 1071–1081. <http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/r/index?t=&au=%F7%D9%D3%C9%CB%C1%CA%CC%CF&yf=2003&yt=2021&sr=1&as>

[26] Ковалев В.А., Лаптухов А.И. Моделирование солнечного ветра с волновым источником энергии. // Геомагнетизм Физика плазмы. 1989. Т. 29. С. 1013-1015.