

# ГЕОМАГНИТНЫЙ ДИПОЛЬ, ЗАРЯД ЗЕМЛИ И АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО. ФИЗИКА БЛИЗКОДЕЙСТВИЯ

Похмельных Л.А. Email: Pokhmelnikh690@scientifictext.ru

*Похмельных Лев Александрович - кандидат физико-математических наук, исследователь,  
Центр гидрофизических исследований,  
физический факультет,  
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва*

**Аннотация:** физика близкого действия и закон всемирного равновесия зарядов и масс используются для расчета заряда Земли, геомагнитного диполя и тока через атмосферу. В новой физике Земля заряжена в объеме зарядом  $Q = -1,4 \cdot 10^{14}$  Кл. Существование, величина и скорость векового ослабления геомагнитного диполя предстают следствиями объемной заряженности земных недр и тока утечки заряда через атмосферу в космос. По скорости ослабления геомагнитного диполя рассчитан суммарный ток через атмосферу - 3100 А и характерное время перезарядки Земли - 1340 лет.

**Ключевые слова:** физика близкого действия, закон равновесия, Земля, атмосферное электричество, геомагнитный диполь, момент, заряд Земли, ток атмосферы, замкнутая цепь.

## GEOMAGNETIC DIPOLE, EARTH CHARGE AND ATMOSPHERIC ELECTRICITY. SHORT-RANGE PHYSICS

Pokhmelnikh L.A.

*Pokhmelnikh Lev Alexandrovich – Candidat of Physical-Mathematical Sciences, Researcher,  
HYDROPHYSICAL RESEARCH CENTER,  
PHYSICAL DEPARTMENT,  
LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY, MOSCOW*

**Abstract:** the short-range physics and the law of universal equilibrium of charges and masses are used to calculate Earth charge, geomagnetic dipole, and electric current through the atmosphere. In new physics, the Earth is charged in volume with a charge  $Q = -1.4 \cdot 10^{14} \text{C}$ . The existence, magnitude and secular weakening of the geomagnetic dipole are the consequences of the Earth volume charge, Earth daily rotation and the charge dissipation through the atmosphere into space. The calculated atmospheric current 3100 A corresponds to the observed secular weakening rate of the geomagnetic dipole. The Earth characteristic discharge time is 1340 years.

**Keywords:** short-range, law, earth, atmospheric electricity, geomagnetic dipole, moment, earth charge, atmospheric current, closed circuit.

УДК 55

### Введение.

В настоящее время науки о геомагнетизме и атмосферном электричестве выглядят независимыми [1], [2]. Разделенность тем обусловлена неудачами физиков в попытках объединить два феномена на основе классической электродинамики на протяжении последнего столетия. По настоящее время земной шар считается электрически нейтральным, несущим только поверхностный отрицательный заряд величиной  $5,9 \cdot 10^5$  Кл, который безнадежно мал для причины геомагнитного диполя или источника тока через атмосферу. Если же предположить, что заряд Земли на порядок больший, чем принятый, то возникает многопорядковое расхождение расчетной напряженности приземного электрического поля заряда с фактической.

В современных моделях Земля с атмосферой, космическая среда и вселенная в целом принимаются электрически нейтральными. Нейтральность материи вытекает из закона Кулона и теоремы Гаусса, которые формируют базу современной электродинамики. Несмотря на безусловно понимающуюся в течение XX века важность этих двух базовых соотношений для всей физики обе их записи до сих пор содержат серьезные дефекты:

### Дефекты закона Кулона.

Закон был написан Кулоном в 1786 г., когда понятия поля не существовало, поэтому в записи закона параметр поля отсутствует. Закон был записан так, как будто заряды воздействуют друг на друга на расстоянии через пустоту (принцип дальнего действия). Запись не претендовала на описание механизма взаимодействия зарядов, т.е. была эмпирической. После введения Фарадеем в 1846 г. понятия центрального поля принцип дальнего действия был признан устаревшим и формально заменен на принцип близкого действия, т.е. на взаимодействие частиц и тел через поля, однако запись закона Кулона, нуждавшаяся при этом в модернизации, осталась без изменений: параметр поля в запись не был введен,

материальная среда осталась абсолютно прозрачной для статического поля и пределы применимости закона не были откорректированы.

#### **Дефект теоремы Гаусса.**

Теорема появилась в 1839 г., т.е. практически одновременно с заключением Фарадея о существовании вокруг зарядов центральных полей (1846 г.). До настоящего времени теорему Гаусса рассматривают как математическую формулировку опытных данных Кулона и теоретическую базу электростатики. На протяжении века остался незамеченным серьезный дефект теоремы: теорема была выведена для центрального поля с силовыми линиями бесконечной длины. Бесконечная силовая линия неявно подразумевает абсолютную прозрачность материи для поля, что несовместимо с фактом силового взаимодействия элементов материи – протонов и электронов. Бесконечная силовая линия, воздействующая с силой на заряд, нарушает закон сохранения энергии. Физиками конца XIX и всего XX веков не было замечено, что математическая теорема Гаусса верна только в абстрактном пустом пространстве. В реальном пространстве, заполненном материей, теорема не действительна. Аналитические выражения, отображающие закон центрального взаимодействия в интегральной или дифференциальной форме, имеют другой вид [5, с. 43].

После признания физиками центрального поля как посредника при силовом взаимодействии частиц и тел записи Кулона, Ньютона и Гаусса нуждались в модернизации, в приведении их в соответствие с принципом близкодействия, однако в течение XX века это не было сделано.

Прямая проверка закона Кулона на расстояниях, превышающих размеры лаборатории, невозможна из-за трудностей учета всех внешних полей. Выполнимость закона может быть определена только путем сравнения его теоретических следствий с фактами внелабораторных масштабов. Первым внелабораторным проверочным масштабом записей закона Кулона и теоремы Гаусса является земная атмосфера, вторым – земной шар, третьим – Солнце, четвертым межзвездная среда. Дефектность обеих записей проявилась уже в первом и втором масштабах: в течение века не удалось установить количественной связи геомагнетизма с электричеством земных недр и атмосферным электричеством на основе классической электродинамики.

В условиях необъединяемости геомагнетизма и атмосферного электричества в каждой науке возникли свои теории. Так, для объяснения существования геомагнитного диполя была разработана гипотеза т.н. гидромагнитного динамо – механизм самогенерации магнитного поля при вращении тела. Для описания его работы был написан обширный набор магнитогидродинамических уравнений [1, с. 137], который, однако, не прояснил ни механизм генерации геомагнитного диполя, ни его поведение во времени.

Для решения проблем атмосферного электричества на протяжении века использовалась модель замкнутой электрической цепи с генераторами тока в облаках (грозовая гипотеза). Однако, эта простая модель до настоящего времени так и осталась гипотезой, поскольку неэлектрических процессов, приводящих к разделению зарядов в облаках (главное требование, предъявляемое к генератору электричества), обнаружено не было [2, с. 330].

Осознавая трудности, с которыми сталкивается атмосферное электричество, Дж. Чалмерс в своей монографии [2, с. 374] отметил опасность необоснованной экстраполяции закона Кулона на расстояния, на которых он не проверен, имея в виду масштабы, превышающие размеры лаборатории.

Представление об электрической нейтральности вселенной и космических тел, порожденное дефектами закона Кулона и теоремы Гаусса, по сей день затрудняют понимание явлений атмосферы, земных недр, Солнца и всей вселенной.

#### **I. Основы физики близкодействия.**

Решение проблем электричества внелабораторных масштабов открывается в физике, построенной на записи закона центрального взаимодействия в представлениях о взаимодействии частиц и тел через центральные поля, для которых материя непрозрачна, т.е. в соответствии с принципом близкодействия [3], [4], [5, с. 259]. Запись имеет вид

$$F_{1,2} = f_1 s_2 \frac{1}{r^2} \exp(-\rho r \frac{1}{\alpha_{p,e}}). \quad (1)$$

Запись (1) представляет собой модернизацию, замену и объединение записей законов Ньютона и Кулона с учетом представления Фарадея о существовании у зарядов центральных полей с реальными радиальными силовыми линиями. Совокупность следствий новой записи формирует физику близкодействия.

В записи:

1)  $f_1$  – параметр, описывающий интенсивность центрального поля частицы или тела 1 с размерностью силы,  $s_2$  – эффективная площадь поверхности, которой частица или тело 2 взаимодействует с внешним полем;  $\rho$  – плотность массы среды, в которой происходит взаимодействие; экспоненциальный множитель описывает ослабление полей протонов и электронов материей с константами  $\alpha_p$  и  $\alpha_e$ ,  $r$  – расстояние между взаимодействующими точечными объектами.

2) Знак (направление) силы взаимодействия между двумя частицами или телами зависит от знака произведения  $f_1 s_2$ . Каждый объект взаимодействия характеризуется тремя параметрами:  $f, s$  и инертной массой  $m$ . У элементарных частиц параметры  $f, s$  имеют один знак: у протона  $f, s > 0$ , у электрона  $f, s < 0$ . У атома, молекулы или электрически нейтрального макротела знаки  $f$  и  $s$  разные, причем  $f > 0, s < 0$ . Ввиду этого два протона или два электрона отталкиваются ( $F > 0$ ), а два атома, две молекулы или два одинаковых электрически нейтральных макротела притягиваются ( $F < 0$ ).

3) При использовании физики близкого действия переход на новые параметры не обязателен. Достаточно учитывать, что в записи (1) всегда выполняется равенство

$$f_1 s_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} Q_{e1} Q_{e2} - G M_{g1} M_{g2}, \quad (2)$$

где  $Q_{e1} Q_{e2}$  - электрические заряды,  $M_{g1} M_{g2}$  - гравитационные (не инерционные) массы взаимодействующих тел.

4) В логике физики близкого действия первый член справа в (2) описывает взаимодействие тел через электрическое поле, т.е. через поля электронов, а второй - отражает взаимодействие тел через гравитационное поле, т.е. через поля протонов, ослабленные электронами. С учетом этого для унификации записи и использования в дальнейшем параметров только электродинамики гравитационные массы тел  $M_{g1} M_{g2}$  должны быть заменены на гравитационные заряды протонов  $Q_{g1}, Q_{g2}$

$$f_1 s_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} (Q_{e1} Q_{e2} - Q_{g1} Q_{g2}), \quad (3)$$

где гравитационные заряды равны

$$Q_g = (4\pi\epsilon_0 G)^{1/2} M_g. \quad (4)$$

5) Константы ослабления полей протона и электрона различаются [5, с.49][5, с.56]. Они равны:

$$\alpha_p = 1,3 \cdot 10^{12} \text{ кг/м}^2, \quad \alpha_e = 7,5 \cdot 10^2 \text{ кг/м}^2. \quad (5)$$

Значения констант соответствуют:

- $\alpha_p$  - полной непрозрачности Солнца для поля протона,
- $\alpha_e$  - полной непрозрачности протона для поля электрона.

Эти значения констант подтверждаются следствиями в областях гео- и астрофизики [5, с. 52].

6) Согласно (1) и (5) дистанции, на которых частицы и тела способны взаимодействовать через поля протонов или электронов, ограничиваются радиусами ослабления двух полей материей

$$r_g = \frac{\alpha_p}{\rho}, \quad r_e = \frac{\alpha_e}{\rho}. \quad (6)$$

7) При ослаблении полей материей все тела в состоянии электрического равновесия с окружающей средой заряжены в объеме. Напряженность поля от объемного электрического или гравитационного заряда на поверхности бесконечного полупространства с плотностями зарядов  $q_e, q_p$  и массы  $\rho$  определяется интегрированием выражения по всему объему  $V$  полупространства

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_V q \frac{1}{r^2} \exp\left(-\rho r \frac{1}{\alpha_{p,e}}\right) dV. \quad (7)$$

Напряженности полей протонов и электронов на поверхности равны:

$$E_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \pi \alpha_p \frac{q_p}{\rho}, \quad E_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \pi \alpha_e \frac{q_e}{\rho}. \quad (8)$$

8) С учетом (8) напряженности полей протонов и электронов на границе двух бесконечных полупространств с различными значениями плотностей зарядов и масс равны

$$E_{p1,2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \pi \alpha_p \left( \frac{q_{p1}}{\rho_1} - \frac{q_{p2}}{\rho_2} \right), \quad (9)$$

$$E_{e1,2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \pi \alpha_e \left( \frac{q_{e1}}{\rho_1} - \frac{q_{e2}}{\rho_2} \right). \quad (10)$$

9) Из (9)(10) условия гравитационного и электрического равновесия пространств или тел с окружающей средой определяются равенствами

$$\frac{q_{pb}}{\rho_b} = \frac{q_{po}}{\rho_o}, \frac{q_{eb}}{\rho_b} = \frac{q_{eo}}{\rho_o}, \quad (11)$$

где  $q_{eb}$ ,  $q_{pb}$ ,  $q_{eo}$ ,  $q_{po}$  - плотности электрического и гравитационного зарядов в теле и среде (здесь и ниже все заряды, плотности зарядов и ток будут подразумеваться по параметру  $f$ ),  $\rho_b$ ,  $\rho_o$  - плотности массы в теле и окружающей среде в пределах радиусов ослабления полей (6).

10) Из условия гравитационной нейтральности тела относительно космической среды (11) с учетом (4) отношения плотностей гравитационного заряда и массы в нейтральном теле  $q_{pb}$ ,  $\rho_b$  и в космической среде  $q_{ps}$ ,  $\rho_s$  равны

$$\frac{q_{pb}}{\rho_b} = \frac{q_{ps}}{\rho_s} = (4\pi\epsilon_o G)^{1/2}. \quad (12)$$

Измерения в космосе показывают, что объемные заряды протонов нейтрализуются зарядами электронов [6], поэтому условие (12) распространяется и на плотности зарядов электронов  $q_{ebo}$ ,  $q_{eso}$ , нейтрализующих заряды протонов:

$$\frac{q_{pb}}{\rho_b} = \frac{q_{ps}}{\rho_s} = -\frac{q_{ebo}}{\rho_b} = -\frac{q_{eso}}{\rho_s} = (4\pi\epsilon_o G)^{1/2}. \quad (13)$$

Соотношение (13) выражает закон всемирного равновесия зарядов и масс.

## II. Связь геомагнитного диполя с напряженностью электрического поля атмосферы.

Второе соотношение из (8) позволяет определить объемный заряд Земли, если известна напряженность электрического поля, создаваемая зарядами земных недр. У земной поверхности средняя напряженность поля составляет  $E = 100$  В/м. В логике физики близкодействия эта напряженность складывается из двух противоположенных компонент: одна  $-E_e$  – от отрицательных объемных зарядов земных недр, вторая  $-E_a$  – от тоже отрицательных зарядов атмосферы

$$E = E_e - E_a. \quad (14)$$

(Согласно условиям (11) тропосфера содержит отрицательный заряд, который с высотой переходит в заряд космоса. Вертикальный градиент отношения плотностей заряда и массы в атмосфере обеспечивает непрерывность вертикального тока проводимости от земной поверхности до космической среды. Слой атмосферы, который участвует в формировании напряженности поля у земной поверхности, ограничивается радиусом ослабления (5) (6) и равен  $6 \cdot 10^2$  м [5, с. 50]).

Для выделения поля зарядов только земных недр или хотя бы частичного исключения полей зарядов атмосферы следует выбрать максимальные измеряемые приземные величины напряженности поля атмосферы безоблачной погоды. Такие значения наблюдаются в горах, где напряженность поля достигает  $E_{\max} = 500$  В/м [2, с. 136].

После замены во втором выражении (8) отношения плотностей заряда и массы в земле  $q_e/\rho_e$  на отношение заряда и массы Земли  $Q_e/M_e$  выражение для вычисления объемного заряда Земли приобретает вид

$$Q_e \geq 4\epsilon_o \frac{1}{\alpha_e} M_e E_{\max}, \quad (15)$$

Подстановка величин приводит к минимально возможному значению избыточного заряда Земли.

$$Q_e = -1,4 \cdot 10^{14} \text{ Кл}. \quad (16)$$

Заряд (16) позволяет рассчитать магнитный диполь Земли  $\mu_e$  с помощью выражения для магнитного момента произвольного объемно заряженного вращающегося шара. В случае земного шара геомагнитный момент равен

$$\mu_e = \frac{2}{5} Q_e S_e \frac{1}{T_e}, \quad (17)$$

где  $S_e$ , - площадь большого круга Земли,  $T_e$  – период суточного вращения.

Результат расчета

$$\mu_3 = 8,3 \cdot 10^{22} \text{ А м}^2 \quad (18)$$

совпадает с общепринятыми оценками современного геомагнитного диполя.

Следует отметить, что геомагнитный диполь пропорционален избыточному (16), а не абсолютному отрицательному заряду Земли. Это следует из расчета отрицательного заряда  $Q_{eo}$ , компенсирующего гравитационный заряд Земли  $Q_g$ , который согласно закону всемирного равновесия зарядов и масс (13) равен

$$Q_{eo} = - Q_g = - M_e (4\pi\epsilon_0 G)^{1/2} = - 5,0 \cdot 10^{14} \text{ Кл.} \quad (19)$$

С учетом (19) суммарный абсолютный отрицательный заряд Земли равен

$$Q_{e \text{ abs}} = Q_{eo} + Q_{ef} = - 6,4 \cdot 10^{14} \text{ Кл,} \quad (20)$$

который не удовлетворяет равенству (17).

Таким образом, соотношения (15) и (17) устанавливают количественную связь между избыточным зарядом Земли, геомагнитным диполем и напряженностью электрического приземного поля атмосферы.

### III. Связь скорости ослабления геомагнитного диполя с электрическим током через атмосферу.

Из условия электрического равновесия тел со средой (11) следует, что циклические изменения плотностей заряда и массы в космосе должны приводить:

1. к потере космическими телами условия электрического равновесия со средой,
2. к возникновению разности потенциалов между телом и средой и
3. к электрическому току перезарядки тела, восстанавливающему условие равновесия тела со средой при новом значении отношения плотностей заряда и массы в космической среде.

В частности, следует заключить, что современный избыточный отрицательный заряд Земли, ненулевой потенциал относительно космоса и наблюдаемый ток через атмосферу являются результатом современного отсутствия электродинамического равновесия Земли с космической средой вследствие другого значения отношения плотностей заряда и массы в космосе в прошедший период времени. В этих представлениях связь тока через атмосферу  $I_a$  с известной скоростью ослабления геомагнитного момента определяется из (17) зависимостью

$$\frac{d\mu_e}{dt} = \frac{2}{5} I_a S_e \frac{1}{T_3}. \quad (21)$$

Наблюдаемая современная скорость ослабления геомагнитного момента [1, с. 119] равна

$$\frac{1}{\mu_e} \frac{d\mu_e}{dt} = 7 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}. \quad (22)$$

Она соответствует току через атмосферу

$$I_a = 3 \cdot 10^3 \text{ А.} \quad (23)$$

Это значение по порядку величины согласуется с оценками суммарного тока через атмосферу на основе точечных измерений плотностей тока на поверхности земли  $I_a \sim 1,5 \cdot 10^3 \text{ А}$ . Несовпадение числовых множителей может быть следствием методологических сложностей точечных измерений слабого атмосферного тока на местности.

### IV. Другие характеристики заряженности Земли.

Величина современного объемного заряда Земли (16) и ток разрядки через атмосферу (23) соответствуют характерному времени перезарядки Земли

$$\tau_e = \frac{Q_e}{I_a} = 1430 \text{ лет.} \quad (24)$$

Это время означает, что современный заряд был приобретён Землей в первые века нашей эры при другом значении отношения заряда к массе в космосе. В VI веке заряд Земли должен был быть примерно в 3 раза больше современного. До этого Земля могла заряжаться током из космоса обратного направления при разности потенциалов между Землей и космосом обратного знака. Этот вывод находит подтверждение в некоторых палеомагнитных измерениях, из которых следует, что в первые два века нашей эры магнитное поле Земли усиливалось со скоростью на порядок большей, чем современное

ослабление [7]. Факт современного ослабления геомагнитного диполя и наблюдение электрического тока через атмосферу приводит к выводу о циклическом изменении в космосе отношения плотностей заряда и массы.

Представление об объемном зарядении земных масс по закону (13) удовлетворительно описывает не только величину геомагнитного момента, но и его детали. В частности, известное несовпадение оси геомагнитного диполя с осью вращения Земли и его прецессия могут объясняться:

1. наличием твердого относительно холодного ядра с температурой ниже точки Кюри и содержанием ферромагнитных элементов. В дальнейшем будет показано, что разогрев земных недр осуществляется теллурическими токами, текущими близко к земной коре, при этом ядро Земли может быть холодным (еще не нагретым), с температурой предшествующего ледникового периода;

2. асимметрией формы и несовпадением центра масс твердого ядра с центром земного шара;

3. взаимодействием намагниченного и заряженного ядра с геомагнитным диполем;

4. возможностью перемещения ядра в горячей расплавленной мантии относительно земной коры.

#### **Заключение.**

Из построений на основе физики близкого действия следует, что феномены электричества атмосферы, электричества земных недр и геомагнетизма находятся в простых качественных и количественных связях. При этом

1. связь между параметрами электричества и магнетизма Земли подтверждает правильность записи закона центрального взаимодействия частиц и тел в виде (1);

2. подтверждается непрозрачность материи для статических полей и реализация условий электрического и гравитационного равновесий тел и сред (11) (13);

3. обнаруживается, что отношение плотностей заряда и массы в космической среде циклически изменяется во времени и существуют циклы различной длительности;

4. подтверждается выведенный Закон всемирного равновесия зарядов и масс (13);

5. проясняются механизм и причина изменений величины и инверсий геомагнитного диполя в истории Земли;

6. возникают основания для развития модели Земли с холодным ядром.

К следствиям модели Земли физики близкого действия следует прибавить решаемость проблемы нагрева Земли и атмосферы. Эта тема будет рассмотрена отдельно.

#### *Список литературы / References*

1. Паркинсон У. Введение в геомагнетизм. М: «Мир», 1986. 528 с.
2. Чалмерс Дж. Атмосферное электричество. Ленинград. Гидрометиздат, 1974. 424 с.
3. Pokhmelnikh L.A. Geo - cosmic electric relations in electrostatic with E-field screening by matter. / Proceed. of I-st Int. Cong. on Geo-Cosmic Relations. Amsterdam. 1989. / Geo-cosmic relations; the earth and its macro-environment. Pudoc. Wageningen, 1990. P. 327-335.
4. Похмельных Л.А. Электростатика и гравитация как различные проявления общего центрального взаимодействия стабильных элементарных частиц. Ж. Прикл. физ., 2002 № 1. С. 24-31.
5. Похмельных Л.А. Электрическая вселенная. Под ред. акад. РАН Д.С. Стребкова. М.: САМ Полиграфист. 2019. 270 с. ISBN 978-5-00077-903-3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.physlev.pro/> (дата обращения: 09.06.2020).
6. Похмельных Л.А. Закон всемирного равновесия зарядов и масс. Физика близкого действия. Вестник науки и образования. 2020. №10 (88). Часть 1. С. 6-13.
7. Shaw J. Rapid changes in the magnitude of the archaeomagnetic field. Geophys. J. Roy. Astro. Soc., 1979. 58, 107-116.