

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ НАГРЕВ ЗЕМЛИ И ПЛАНЕТ. ФИЗИКА БЛИЗКОДЕЙСТВИЯ Похмельных Л.А.

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

Аннотация: на основе физики близкого действия показывается, что Земля разогревается электрическим током перераспределения ее объемного заряда ($-1,4 \cdot 10^{14} \text{ Кл}$) в разности потенциалов, возникающей на поверхностях дневной и ночной полусфер из-за ионизации Солнцем дневной атмосферы. Источники джоулева тепла локализуются преимущественно в земной коре и мантии. Расчетная мощность электронагрева - $7,2 \cdot 10^{16} \text{ Вт}$. Ввиду локализации источников тепла у земной поверхности внутреннее ядро Земли твердое и холодное, а мантия - горячая и жидкая. Описанный механизм нагрева приложим ко всем планетам и спутникам.

Ключевые слова: физика близкого действия, заряд Земли, электрический ток, джоулев нагрев, геомагнитный диполь.

ELECTRIC HEATING OF THE EARTH AND PLANETS. SHORT-RANGE PHYSICS Pokhmelnikh L.A.

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

Abstract: using short-range physics, it is shown the Earth is heated by the electric current redistribution of its volume charge ($-1.4 \times 10^{14} \text{ C}$) in the potential difference between the day and night hemispheres due to the sun's ionization of the daytime atmosphere. The sources of the Joule heating are localized in the crust and mantle. The heating power is $7.2 \times 10^{16} \text{ W}$. Due to the localization of heat sources closer to the surface, the core of the Earth is cold and solid while the upper mantle is hot and liquid. Described heating mechanism is applicable to all planets and satellites.

Keywords: short-range physics, Earth charge, electric current, Joule heating, geomagnetic field.

УДК 530+52 +55

Введение.

Современные модели внутренней структуры и фазового состояния Земли покоятся на представлении о росте температуры к центру земного шара. Это представление приводит к модели Земли с ядром при температуре в несколько тысяч градусов, т.е. заведомо выше точки Кюри. Несовпадение оси геомагнитного диполя с осью вращения Земли, его прецессия, западный дрейф мантии сильно осложняют такую модель, заставляя разрабатывать сложные гипотезы самогенерации геомагнитного поля (гидромагнитное динамо) и приписывать материи особые свойства при высоких температурах и давлениях [1].

Интерпретация феноменов Земли заметно упрощается в представлениях физики близкого действия [2] и ее следствия - закона всемирного равновесия зарядов и масс (ниже – закон равновесия) [3].

(Физика близкого действия – это совокупность аналитических соотношений, следующих из записей Кулона и Ньютона закона центрального взаимодействия частиц и тел, приведенных в соответствие с современным принципом близкого действия, т.е. с представлением о взаимодействии частиц и тел через центральные поля.)

В физике близкого действия запись закона центрального взаимодействия двух макрообъектов имеет вид [2, с. 259]:

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

В записи:

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; ρ - плотность массы среды между объектами взаимодействия; экспоненциальный множитель

описывает ослабление полей протонов и электронов материей с константами α_p и α_e , r – расстояние между точечными объектами.

Излагаемая работа является продолжением темы Земли как планеты, начатой в [4]. В работе описывается механизм внутреннего нагрева Земли возникающий в логике физики близкого действия. Этот механизм - электрический, а именно: выделение джоулева тепла при суточном перераспределении избыточного объемного заряда Земли с дневной полусферы на ночную и обратно из-за ионизации Солнцем дневной полусферы. Электрический нагрев земной массы позволяет изменить существующие представления о тепловом состоянии планеты и построить модель Земли с холодным ядром и горячей жидкой мантией. Модель Земли с холодным ядром объясняет причину несовпадения оси геомагнитного диполя с осью вращения Земли, его прецессию и западный дрейф магнитных аномалий.

Описанный ниже механизм нагрева Земли реализуется только у планет. Он является специальным случаем более общего электрического механизма нагрева космического тела, прежде всего звезды. Общий механизм будет представлен отдельно.

I. Некоторые соотношения физики близкого действия.

1. Закон всемирного равновесия зарядов и масс

$$\frac{q_{gb}}{\rho_b} = \frac{q_{ps}}{\rho_s} = - \frac{q_{eb}}{\rho_b} = - \frac{q_{es}}{\rho_s} = (4\pi\epsilon_0 G)^{1/2}, \quad (2)$$

где q_{gb} , q_{ps} - плотности гравитационного (протонного) заряда в теле (индекс b) и в космической среде (индекс s); q_{eb} , q_{es} – плотности зарядов электронов в теле (индекс b) и в космической среде (индекс s); ρ_b , ρ_s - плотности массы в теле и в среде; $4\pi\epsilon_0$, G – константы электростатики и гравитации.

Плотность гравитационного заряда q_g тела или среды выражается через плотность гравитационной массы ρ_g тела или среды равенством

$$q_g = (4\pi\epsilon_0 G)^{1/2} \rho_g. \quad (3)$$

Закон равновесия (2) описывает электродинамическое равновесие космического тела с окружающей космической средой, при котором суммарные потоки зарядов и масс между телом и средой равны нулю.

2. Напряженность электрического поля на поверхности бесконечного полупространства с плотностями электрического заряда q и массы ρ равна

$$E_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \pi\alpha_e \frac{q}{\rho}, \quad (4)$$

$$\text{где } \alpha_e = 7,5 \cdot 10^2 \text{ кг/м}^2 \quad (5)$$

- константа ослабления электростатического поля материей.

3. Напряженность электрического поля ΔE и разность электрических потенциалов $\Delta\phi$ между двумя параллельными бесконечными плоскостями, удаленными на расстояние d , с отношениями плотностей заряда и массы q_1 , ρ_1 и q_2 , ρ_2 равны

$$\Delta E_{1,2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \pi\alpha_e \left(\frac{q_1}{\rho_1} - \frac{q_2}{\rho_2} \right), \quad (6)$$

$$\Delta\phi_{1,2} = \Delta E_{1,2} d = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \pi\alpha_e d \left(\frac{q_1}{\rho_1} - \frac{q_2}{\rho_2} \right). \quad (7)$$

Эти же соотношения в среде с однородной плотностью массы

$$\Delta E_{1,2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \pi\alpha_e \frac{1}{\rho} \Delta q_{1,2}, \quad (8)$$

$$\Delta\phi_{1,2} = \Delta E_{1,2} d = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \pi \alpha_e d \frac{1}{\rho} \Delta q_{1,2}. \quad (9)$$

4. Электрический потенциал сферического космического тела относительно космической среды

$$\phi_{b,s} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \pi\alpha_e \Gamma_b \left(\frac{q_b}{\rho_b} - \frac{q_s}{\rho_s} \right). \quad (10)$$

5. В логике физики близкого действия центральное поле протона по параметру f интенсивнее поля электрона в отношении масс этих частиц m_p/m_{ek} ,

$$e_{pf} = - \frac{m_p}{m_{ek}} e_{ef}; f_p = - \frac{m_p}{m_{ek}} f_e, \quad (11)$$

а заряд и масса электрона в $k = 1,24$ раза больше принимаемых в классической электродинамике e_e , m_e . Это отражается символом k :

$$m_{ek} = k m_e; e_{ek} = k e_e. \quad (12)$$

По параметру s величины параметров протона и электрона близки:

$$s_e = -1,24 s_p. \quad (13)$$

Поправки к заряду и массе электрона следуют из построений аналитического выражения для расчета ионизационных потенциалов элементов периодической системы [2, с. 199].

6. Соотношение электрических токов по параметрам f и s

$$I_s = \frac{m_p}{m_{ek}} I_f. \quad (14)$$

(Джоулево тепло выделяется при воздействии поля на параметр s частиц тока.)

II. Тепловой баланс Земли.

Солнце нагревает земную поверхность в дневное время суток. Земля круглосуточно излучает энергию в космос. Мало меняющаяся средняя температура земной поверхности в течение тысячелетий отражает баланс мощностей притока энергии на Землю от внутреннего и внешнего источников и мощности оттока энергии от Земли в космос в виде волнового излучения.

Мощность солнечного излучения, поглощаемая Землей, равна

$$P_s = (1-A) p_s S_e = 1,25 \cdot 10^{17} \text{ Вт}, \quad (15)$$

где $p_s = 1376 \text{ Вт/м}^2$ - плотность мощности потока волнового излучения Солнца у Земли или солнечная постоянная [5]; $A = 0,29$ - сферическое альbedo Земли; S_e - площадь большого круга земного шара.

В земле температура с глубиной растёт, свидетельствуя о действии внутреннего источника тепла, сравнимого по мощности с солнечным.

Суммарная мощность потока энергии, излучаемого Землей с атмосферой, определяется средней эффективной температурой ее поверхности. Мощность равна

$$P_r = 4 S_e \sigma_{sb} \bar{T}_e^4 = 1,97 \cdot 10^{17} \text{ Вт}, \quad (16)$$

где $\sigma_{sb} = 5,67032 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{K}^4$ - постоянная Стефана Больцмана;

$\bar{T}_e = 287,2 \text{ } ^\circ\text{K}$ - средняя эффективная температура земной поверхности;

S_e - площадь большого круга земного шара.

Мощность излучения тепловой волновой энергии Землей превышает мощность волновой энергии Солнца, поглощаемой Землей, на величину

$$\Delta P = P_r - P_s = 7,2 \cdot 10^{16} \text{ Вт}. \quad (17)$$

Эта разность равна мощности внутреннего источника нагрева Земли.

Поток тепла из земных недр наблюдается экспериментально по прямым измерениям радиального градиента температуры. При измерениях на дне океана [6] он оценен мощностью

$$P = 4,4 \cdot 10^{13} \text{ Вт}. \quad (18)$$

Низкое значение потока тепла из земных недр по сравнению с (17) означает, что земная приповерхностная масса и атмосфера находятся в состоянии, близком к термодинамическому равновесию, что источники тепла распределены в твердой, жидкой и газовой средах по мощностям так, что обеспечивают равенство температур в средах с плотностями земли ρ_e и атмосферы ρ_a , т.е.

$$\frac{P_e}{P_a} \sim \frac{\rho_e}{\rho_a}. \quad (19)$$

В логике современной физики единственным источником тепла, распределенным по земной массе и атмосфере пропорционально плотностям сред, теоретически мог бы быть радиоактивный распад элементов. Однако поиски радиоактивности в атмосфере и земной коре с требуемой мощностью выделения тепла не приводят к положительному результату.

III. Электрическое состояние Земли.

В логике физики близкого действия современная Земля заряжена относительно космической среды избыточным отрицательным зарядом величиной [4]

$$Q_e = 1,4 \cdot 10^{14} \text{ Кл.} \quad (20)$$

Этот заряд определяется величиной геомагнитного диполя и напряженностью приповерхностного электрического поля от зарядов земной массы. Из-за ослабления электрического поля материей с константой (5) заряд Земли создает у земной поверхности напряженность поля, близкую к

$$E_e = 500 \text{ В/м.} \quad [7] \quad (21)$$

(Измеряемая у земной поверхности напряженность 100 В/м является разностью напряженностей, создаваемых одноименными зарядами земли и тропосферы.)

Электрический потенциал Земли относительно космоса (10) равен

$$\varphi_{e,s} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \pi\alpha_e \Gamma_b \left(\frac{q_e}{\rho_e} - \frac{q_s}{\rho_s} \right) = 3,2 \cdot 10^9 \text{ В.} \quad (22)$$

Заряд Земли стекает в космос через земную атмосферу. Величина тока через атмосферу I_{af} по параметру f , определяемая по скорости ослабления геомагнитного диполя [4], равна

$$I_{af} = 3100 \text{ А.} \quad (23)$$

Характерное время ослабления заряда Земли в ϵ раз составляет

$$\tau = \frac{Q_e}{I_{af}} = 1340 \text{ лет.} \quad (24)$$

IV. Электрический нагрев Земли.

Нагрев Земли электрическим током происходит в результате следующих закономерностей физики близкого действия и закона равновесия:

- все космические тела растут от микротела до массы звезды;
- электрическая заряженность растущего тела определяется законом равновесия (2): отношение плотностей заряда и массы в теле остается приблизительно равным отношению этих параметров в окружающей космической среде, и это отношение является мало меняющейся константой;
- при нарушении закона равновесия на границе тела со средой в теле течет ток перезарядки, восстанавливающий электрическое равновесие;
- ток перезарядки выделяет джоулево тепло и греет тело;
- ток перезарядки пропорционален объемному заряду тела и, следовательно, согласно закону (2) - массе тела;
- ввиду этого температура космического тела растет с увеличением его массы до температуры звезды;
- планета – это космическое тело промежуточных размеров с растущей массой и температурой;
- звезда – это космическое тело с предельной массой и температурой.

С точки зрения физики близкого действия и закона равновесия специфика планеты как типа космического тела состоит в том, что при обращении вокруг Солнца (в общем случае вокруг звезды) она освещается с одной стороны. При наличии у планеты временного избыточного заряда относительно равновесного (2), как у Земли, между освещенной и ночной сторонами возникает разность потенциалов из-за повышенной ионизации атмосферы днем и увеличения тока разрядки. Увеличение тока через атмосферу на дневной полусфере приближает потенциал Земли на освещенной земной поверхности (10) к более положительному космическому значению. Между дневной и ночной полусферами происходит перераспределение внутриземного объемного заряда. Из-за вращения земного шара перераспределение заряда с выделением джоулева тепла происходит постоянно. Вращающаяся Земля и любая другая планета представляет собой тепловой генератор, работа которого поясняется на рис. 1.

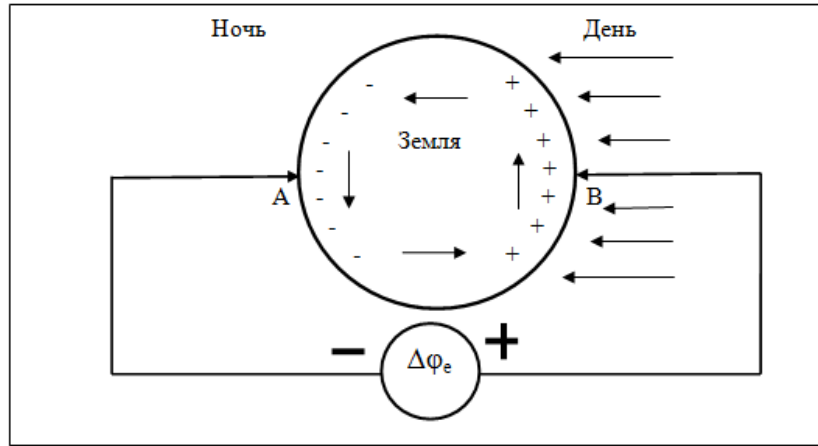


Рис. 1. Схема электрического нагрева Земли. Под действием разности потенциалов между дневной и ночной полусферами и суточного вращения Земли избыточный объемный заряд перераспределяется. Ток перераспределения выделяет джоулево тепло, греющее земной шар

Ионизация атмосферы и ток через атмосферу максимальны вблизи полудня. Разность потенциалов между земной и ночной полусферами также проходит через максимум вблизи полудня, спадая к границам дневной и ночной полусфер.

V. Мощность генерации тепла.

Перераспределение заряда Земли происходит под воздействием напряженности электрического поля (6) на параметр s электронов тока. По этому параметру перераспределяемая часть заряда Земли ΔQ_{es} относительно среднего значения за половину суток связана с перераспределяемым зарядом по параметру f равенством

$$\Delta Q_{es} = \Delta Q_{ef} \frac{m_p}{m_{ek}}, \quad (25)$$

а средний ток по параметру s

$$I_{es} = 4 \Delta Q_{ef} \frac{m_p}{m_{ek}} \frac{1}{T_e} \quad (26)$$

где T_e – период суточного вращения Земли.

При неравенстве значений параметра q/ρ на дневной и ночной сторонах разность потенциалов $\Delta \phi_e$ между подсолнечной и полуночной точками между центрами объемных зарядов Земли равна (9)

$$\Delta \phi_e = 2 k r_e, \Delta E_e \quad (27)$$

где r_e – радиус Земли; ΔE_e – действующая средняя напряженность электрического поля между дневной и ночной полусферами Земли как разность напряженностей от объемных зарядов одного знака на противоположных полусферах Земли; k – коэффициент учитывающий, что объемный заряд расположен не на поверхности, а в объеме с центром внутри полусферы; действующая напряженность поля

$$\Delta E_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \pi \alpha_e \frac{\Delta Q_e}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \pi \alpha_e \frac{\Delta Q_e}{M_e}, \quad (28)$$

$$\Delta Q_e = Q_e \frac{\Delta E_e}{E_e}. \quad (29)$$

С учетом (9) и (14) мощность энерговыделения в массе Земли равна

$$P_e = I_{es} \Delta \phi_e = 8 \Delta Q_e k r_e \frac{m_p}{m_{ek}} \frac{1}{T_e} \Delta E_e, \quad (30)$$

Для двух полусфер коэффициент k равен некоторой дроби. Ниже он взят равным $k = 2/3$.

Учитывая пропорциональность напряженностей электрического и геомагнитного полей у земной

поверхности [4] величине суточной вариации плотности заряда в недрах мощность тепловыделения в земле (30) может быть записана в следующих вариантах:

$$P_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} 8\pi\alpha_c k r_c \frac{m_p}{m_{ek}} \frac{Q_e^2}{M_e T_e} \left(\frac{\Delta Q_e}{Q_e}\right)^2,$$

$$P_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} 8\pi\alpha_c k r_c \frac{m_p}{m_{ek}} \frac{Q_e^2}{M_e T_e} \left(\frac{\Delta E_e}{E_e}\right)^2, \quad (31)$$

$$P_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} 8\pi\alpha_c k r_c \frac{m_p}{m_{ek}} \frac{Q_e^2}{M_e T_e} \left(\frac{\Delta H_e}{H_e}\right)^2,$$

где Q_e – заряд Земли (20); $E_e = 500$ В/м (21) [7]; M_e – масса Земли; H_e – средняя приземная напряжённость геомагнитного поля; ΔQ_e , ΔE_e , ΔH_e – суточные вариации этих параметров.

Для выполнения равенства левых и правых частей в (31) при значении фактической мощности излучения Земли (17) необходимо, чтобы относительные вариации зарядов и полей были равны

$$\frac{\Delta Q_e}{Q_e} = \frac{\Delta E_e}{E_e} = \frac{\Delta H_e}{H_e} = 1,33 \cdot 10^{-3}. \quad (32)$$

Непосредственно наблюдать величину суточных вариаций заряда в земной массе в настоящее время не представляется возможным. Вариацию напряжённости электрического поля атмосферы от земных зарядов измерить можно, но трудно из-за малости вариации и трудностей выделения земной компоненты поля. Единственным параметром, который доступен для измерения с хорошей точностью, является суточная вариация напряжённости или индукции геомагнитного поля. Для выполнения равенства (31) и (17) средняя вариация индукции магнитного поля у земной поверхности должна быть

$$\Delta B_e = 1,33 \cdot 10^{-3} B_e = 79 \text{ нТ}. \quad (33)$$

Вариации индукции геомагнитного поля близких величин наблюдаются ежедневно. На рис.2 представлен образец записей суточных вариаций со спутника GOES. Наблюдающаяся вариация позволяет заключить, что выполненные выше построения и расчеты отвечают реальности, т.е. что природа внутреннего нагрева Земли полностью электрическая.

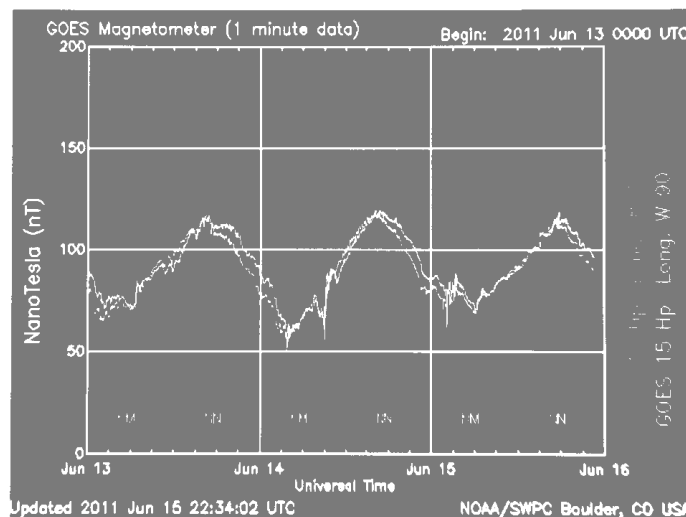


Рис. 2. Суточные вариации индукции геомагнитного поля, измеренные со спутника GOES

Требование на мощность генерации (17) соответствует амплитуде суточного изменения напряжённости приземного электрического поля в атмосфере от земных зарядов

$$\Delta E_e = 1,33 \cdot 10^{-3} E_a = 0,7 \text{ В/м}. \quad (34)$$

При такой вариации напряженности электрический потенциал земной поверхности относительно

бесконечности (20) должен изменяться за половину суток на

$$\Delta\varphi_e = 2 k \Delta E_{e,r_e} = 5,7 \cdot 10^6 \text{ В}, \quad (35)$$

а средний ток по параметру s через земную массу (26) должен быть равным

$$I_{es} = 1,27 \cdot 10^{10} \text{ А}. \quad (36)$$

Этим значениям разности потенциалов и тока соответствует эффективное омическое сопротивление земного шара между диаметрально противоположными точками на дневной и ночной полусферах

$$\text{по параметру } s \quad R_{es} = \frac{\Delta\varphi_e}{I_{es}} = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}, \quad (37)$$

$$\text{а по параметру } f \quad R_{ef} = \frac{\Delta\varphi_e}{I_{ef}} = 0,67 \text{ Ом}. \quad (38)$$

Эти средние величины сопротивления Земли, тока перераспределения зарядов и разности потенциалов между дневной и ночной полусферами дают возможность рассчитывать мощность теплового источника земных недр непрерывно на основе уравнений электрической цепи:

$$P_e = I_{es}^2 R_{es}; \quad P_e = I_{es} \Delta\varphi_e; \quad P_e = (\Delta\varphi_e)^2 \frac{1}{R_{es}};$$

$$P_e = I_{ef}^2 R_{ef} \frac{m_p}{m_e}; \quad P_e = I_{ef} \Delta\varphi_e \frac{m_p}{m_e}; \quad P_e = (\Delta\varphi_e)^2 \frac{1}{R_{ef}} \frac{m_p}{m_e}; \quad (39)$$

$$R_{ef} = R_s \frac{m_p}{m_e}.$$

Плотность тока и напряжённость поля в земле. В предположении однородной электрической проводимости недр средняя плотность тока перераспределения электронов в земле по параметру s

$$j_{ee} \sim \frac{I_{es}}{S_e} = 6,2 \cdot 10^{-5} \text{ А/м}^2, \quad (40)$$

где S_e – площадь большого круга Земли.

Эта величина не противоречит теллурическим токам, измеряемым у земной поверхности по параметру f – $2 \cdot 10^{-6} \text{ А/м}^2$ [8].

VI. Следствия электрического нагрева Земли.

Мощность внутриземного электрического нагрева зависит от действующей величины объёмного заряда. В истории Земли геомагнитный диполь много раз изменялся по направлению. Это означает, что столько же раз изменялся по величине и знаку заряд Земли. Изменялась мощность внутриземного источника тепла. Например, имеется сообщение о на порядок более быстром усилении геомагнитного поля по сравнению современным ослаблением в первые два века нашей эры [9]. Это указывает о столь же быстром увеличении отрицательного заряда Земли за два века и, следовательно, о скачкообразном увеличении мощности внутриземного источника тепла. Последние 160 лет геомагнитный диполь и, следовательно, заряд Земли уменьшается с постоянной времени 1340 лет (24). Следовательно, уменьшается и мощность внутриземного источника тепла до прихода нового космического фронта плотности заряда после какого-то галактического или внегалактического события. Выражение мощности тепловыделения в земной массе (31) и соотношение связи электрического заряда Земли с геомагнитным полем [4] открывают новый метод уточнения климата на Земле на всем протяжении ее существования через палеомагнитные измерения. Отслеживание электрических параметров Земли, атмосферы и космоса обретает повышенную важность при прогнозировании погоды и климата на Земле. Выражение (31) может быть использовано для оценки генерации тепла в Луне и в других планетах и спутниках.

VII. Распределение источников тепла.

При оценке распределения источников джоулевого тепла по земному шару и прежде всего по его радиусу необходимо учитывать, что в условиях непрозрачности материи для электростатического поля реальное движение зарядов должно происходить сильнее на дневной полусфере в зоне наибольшего тока через атмосферу вблизи полуденной точки на земной поверхности. Максимальные суточные вариации параметра q/r должен испытывать приповерхностный слой Земли, глубину которого мы пока точно не знаем. Можно лишь быть уверенными, что максимум выделения джоулевого тепла находится вне ядра Земли, где плотность заряда в суточном периоде практически не меняется. Максимальные мощности источников должны располагаться в мантии преимущественно на низких широтах, где в суточном

вращении Земли Солнце проходит через зенит. Эта особенность электрического механизма нагрева планет имеет фундаментальные последствия для моделирования теплового состояния Земли. В частности, если учесть выводы физики близкого действия:

- о росте температуры космического тела с ростом массы;
 - об отсутствии иных источников нагрева у космических тел кроме электрического;
 - о многочисленных изменениях в истории Земли заряженности и мощности ее внутреннего источника тепла,
 - о холодном прошлом Земли (учитывая следы последнего ледникового периода),
- то возникают основания для развития модели Земли с холодным твердым ядром, температура которого отражает низкую температуру всего земного шара в прошлом.

Масштаб времени для изменения температуры земного шара при действии внутреннего теплового источника Земли мощностью (17) в предположении удельной теплоемкости Земли порядка $C_T = 10^3$ Дж/кг град. составляет

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{C_T M_e} P_e = 3,4 \text{ град} / 10\,000 \text{ лет.} \quad (41)$$

Это позволяет считать, что в течение последних десятков тысяч лет действующей мощностью джоулева нагрева Земли могло быть недостаточно для прогрева ранее более холодного земного шара.

В модели изначально холодной и разогревающейся Земли можно считать, что в процессе разогрева в течение последних десятков тысяч лет верхняя мантия уже стала горячей и жидкой, а нижняя мантия и ядро остаются еще твердыми и холодными. В жидком слое мантии холодное твердое электрически заряженное и намагниченное ядро (или несколько ядер) вместе с нижней плохо прогретой частью мантии вращаются со скоростью, отличающейся от скорости вращения земной коры. Земная кора пребывает в твердой фазе благодаря излучению энергии в космос. Эти представления подтверждаются наблюдаемым западным дрейфом геомагнитных аномалий. Учет объемной электрической заряженности всей массы Земли позволяет качественно объяснить прецессию холодного заряженного намагниченного (возможно металлического) ядра в геомагнитном поле. Количественную модель Земли с холодным ядром и жидкой мантией предстоит построить.

Заключение.

Как видно, физика близкого действия требует объединить геомагнетизм, внутриземное электричество, электричество атмосферы, электричество космоса, проблему нагрева Земли, динамику и строение земных недр в единую науку. Задача современных исследователей – осознать это требование времени и начать постепенный перевод исследований на новую фундаментальную основу – на физику близкого действия.

Список литературы / References

1. *Фортвов В.Е.* Экстремальные состояния вещества. М: ООО Изд. фирма «Физ-мат. литература», 2009. 304 с.
2. *Похмельных Л.А.* Электрическая вселенная. Под ред. акад. РАН Д.С. Стребкова. М.: САМ Полиграфист, 2019. 270 с. ISBN 978-5-00077-903-3. <http://www.physlev.pro>.
3. *Похмельных Л.А.* Закон всемирного равновесия зарядов и масс. Физика близкого действия. Вестник науки и образования, 2020. № 10 (88). Часть 1. С. 6-13.
4. *Похмельных Л.А.* Геомагнитный диполь, заряд Земли и атмосферное электричество. Вестник науки и образования, 2020. № 12 (90) Ч. 1. 5-12.
5. *Эдди Дж.* Интегральный поток солнечной энергии. / В кн.: Поток энергии Солнца и его изменения. Под ред. О. Уайта. М.: «Мир», 1980. С. 32-36.
6. *Pollak H.N., Hurter S.J, Jonson J.R.* Heat flow from the Earth's interior. Reviews of Geophysics, 1993, 31(3), 267 – 280.
7. *Чалмерс Дж.* Атмосферное электричество. Ленинград. Гидрометеиздат, 1974. С. 136.
8. Таблицы физических величин. Под ред. И.К. Кикоина. М.: Атомиздат, 1976. С. 996.
9. *Shaw J.* Rapid changes in the magnitude of the archaeomagnetic field. Geophys. J. Roy. Astro. Soc., 1979. 58, 107–116.