

УДК: 53.01: 523.3.

Омуркулов Турсунбек Ахметович.

Учитель физики СШ им. Токоева
Ак- Суйского района.

Сущность магнитного поля Земли.

Основным содержанием статьи является, предлагаемая автором, альтернативная модель (основанная на теоретически обнаруженном автором явлении) генерации и инверсионно - циклического развития магнитного поля Земли, пригодная для описания магнитных полей планет и Солнца. В отличие от существующих моделей, она логически вписывается в имеющиеся экспериментальные данные и факты. Инверсии, являющиеся камнем преткновения для существующих учений, в свете данной модели становятся неотъемлемыми ступенями многовекового непрерывного инверсионно - циклического развития магнитного поля Земли. Содержит рисунки, таблицу и диаграмму, поясняющие сущность и подтверждающие реальность предлагаемой модели.

Сущность магнитного поля Земли (в дальнейшем МПЗ) является одной из основных проблем современной геофизики. Общий вид, основные черты, данные практических измерений и факты о МПЗ, полученные до настоящего времени описаны авторами [1– 4].

Первое последовательное и наиболее полное научное описание МПЗ сделано английским исследователем В. Гильбертом [5]. За последующий период было высказано и предложено целый ряд гипотез и механизмов, большинство из которых опровергались вновь появившимися научными фактами. Несмотря на наличие целого ряда гипотез МПЗ, претендующих на теорию, основной вопрос о сущности магнитного поля Земли остается открытым по настоящее время [1– 4]. Известно, что наряду с МПЗ между земной поверхностью и верхними слоями атмосферы имеется электрическое поле Земли (ЭПЗ) со средней напряженностью $E=100\text{В/м}$, направленное к поверхности Земли [6].

В данной работе автор предлагает (вкратце) альтернативную теоретическую модель, призванную описать генерацию и инверсионно - циклическое развитие МПЗ [7]. Эта модель логически вписывается в имеющиеся данные и факты и не требует особых геологических условий для ее реализации. Необходимыми условиями являются наличие вращения планеты вокруг своей оси, существование проводящих слоев (ядра) в ее толще и затравочного (внешнего или собственного) магнитного поля.

Если проводящий шар [8] (земное ядро) вращается вокруг собственной оси в магнитном поле (затравочное поле), имеющем составляющую вектора индукции \mathbf{B}_0 , направленную вдоль оси вращения с юга на север (рис.1, а), то на каждый заряд (электроны, ионы), находящийся в ядре и вращающийся вместе с ним, с линейной скоростью

$$v = \omega \cdot r$$

действует сила Лоренца со стороны магнитного поля

$$\mathbf{F} = q \cdot v \cdot \mathbf{B}_0 \cdot \sin \alpha$$

где ω – угловая скорость вращения, r – расстояние от оси вращения до заряда q . Угол $\alpha = 90^\circ$ т.к. векторы v и \mathbf{B}_0 перпендикулярны. Применив правило левой руки легко убедиться, что эта сила разделяет свободные заряды – отрицательные к оси вращения, а положительные к внешнему краю земного ядра. В результате длительного действия этих сил на свободные заряды в ядре образуются две кольцевые области в виде полых концентрических цилиндров, имеющие некомпенсированные противоположные заряды, отрицательная Q_- (внутреннее кольцо) вблизи оси вращения, и положительная

Q_+ (внешнее кольцо) дальние от оси вращения края земного ядра (рис.1, а). Эти области имеют суммарные заряды противоположного знака, равные по модулю

$$|Q_+| = |Q_-|.$$

При вращении Земли вокруг собственной оси эти области, вращаясь вместе с ней, создают концентрические кольцевые токи противоположного направления (I_+ – с запада на восток и I_- – с востока на запад).

$$I_+ = Q_+ / T; \quad I_- = Q_- / T,$$

где T – период вращения Земли. Эти кольцевые токи создадут собственные магнитные поля с векторами индукции \mathbf{B}_+ и \mathbf{B}_- соответственно. Определив направления кольцевых токов и их полей (правило буравчика), легко убедиться, что направления векторов \mathbf{B}_+ , \mathbf{B}_- и \mathbf{B}_0 в промежутке между кольцевыми токами I_+ и I_- совпадают и взаимно усиливают друг друга, следовательно, способствуют дальнейшему разделению зарядов и увеличению магнитных сил отталкивания (закон Ампера) между этими кольцевыми токами противоположного направления. Заметим, что наряду с магнитным полем возникнет и электрическое поле, противодействующее разделению зарядов. Однако это электрическое поле, большей частью, будет экранировано [6], разделяющим кольцевые области, проводящим веществом земного ядра. Таким образом, этот механизм сохраняет «жизнеспособность» и в отсутствие затравочного поля \mathbf{B}_0 . При этом значение вектора индукции \mathbf{B} собственного магнитного поля Земли в каждой точке пространства вне и внутри земного шара определяется суперпозицией векторов \mathbf{B}_+ и \mathbf{B}_- . В дальнейшем главным необходимым условием существования и развития собственного МПЗ становится лишь наличие вращения планеты вокруг собственной оси.

Проанализируем существование и дальнейшее развитие этой модели генерации магнитного поля в условиях Земли. Итак, мы имеем два кольцевых тока I_+ и I_- в проводящем ядре Земли. По мере накопления зарядов (Рис.1, б) растут силы магнитного отталкивания между кольцевыми токами (закон Ампера), а также силы электрического отталкивания между близлежащими одноименными зарядами внутри каждого кольца (стремление некомпенсированного заряда к поверхности проводника [6]). Результирующее действие этих сил в течение длительного времени (столетия и тысячелетия) приведет к росту диаметров обоих кольцевых областей и постепенному выходу внешней кольцевой области Q_+ сначала из пределов ядра, затем (через мантию и кору) к внешнему краю вращающейся части земной атмосферы (рис.1, в). Следует отметить, что процесс разделения зарядов непрерывно будет идти во всех, проводящих частях планеты (мантия, гидросфера, атмосфера) за исключением полярных областей, где происходит отток (потери) зарядов, в виду того, что здесь меньше линейная скорость вращения и иначе направлены силовые линии МПЗ.

Оценим гравитационную силу притяжения (тяжести) и выталкивающую силу Лоренца, действующие одновременно на однократно ионизованные молекулы (положительные ионы), в активно вращающейся зоне земной атмосферы.

$$\mathbf{F}_Г = \mathbf{m}_0 \cdot \mathbf{g} \approx 4.7 \cdot 10^{-25} \text{ Н} \text{ – гравитационная сила;}$$

$$\mathbf{F}_М = \mathbf{q} \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{v} \approx 2.2 \cdot 10^{-21} \text{ Н} \text{ – сила Лоренца.}$$

Убеждаемся, что сила магнитного выталкивания положительных ионов (Лоренца) более чем на три порядка больше их силы тяжести. Именно по этой причине внешняя область с зарядом Q_+ выталкивается за край активно вращающейся атмосферы и теряет свой «статус» целостного кольцевого тока, и поэтому ее вклад в создание МПЗ становится весьма малым ($\mathbf{B}_+ \approx 0$). Она окружает внешний край активно вращающейся атмосферы, и ее форма изнутри становится сферической (рис.1, в). Ее внешняя часть (экзосфера) подвержена деформациям и дрейфам под влиянием солнечного ветра. Эти дрейфы и деформации совместно с солнечным ветром вносят вклад в суточные

вариации МПЗ. Эта область в форме подобия сферы, имеющая некомпенсированный положительный заряд Q_+ , является неотъемлемой частью ионосферы и является одним из основных источников электрического поля E Земли (ЭПЗ).

Из вышеизложенного следует, что после выхода внешнего кольца Q_+ , за активно вращающийся край атмосферы Земли, основным источником МПЗ становится внутренний кольцевой ток I_- , в форме короткого цилиндра, находящийся в ядре Земли. На этом этапе магнитное и электрическое поля Земли подобны нынешней фазе развития, которая является одним из эпизодов в многовековом циклическом развитии МПЗ. Проследим ход этого развития на примере рассмотрения одного полного цикла. За счет постоянного действия электрических сил отталкивания одноименных зарядов, составляющих внутренний кольцевой ток I_- , он постепенно растет в диаметре, тем самым, расширяется ее внутренняя полость. Под действием той же силы Лоренца внутри полости этого кольца начнет зарождаться новая (зародышевая) область с положительным некомпенсированным зарядом q_+ вблизи оси Земли, т.е. зарождается новый кольцевой ток J_+ (Рис.1, г). Отметим, что зарождение этого кольцевого тока есть начало инверсии МПЗ в будущем. Количество зарядов в этом зародышевом кольце q_+ постепенно растет, набирая силу и расширяясь в диаметре. Рост количества зарядов в этой области q_+ сопровождается одновременным убыванием их во внешней области Q_+ за счет потерь по причине их оттока в полярных областях. В этот период равновесие зарядов Земли в целом сохраняется и выражается как

$$|Q_-| = |Q_+| + |q_+|.$$

Таким образом, в земном ядре появятся два концентрических кольцевых тока I_- и J_+ противоположного направления, которые создают магнитные поля с векторами индукции B_- и b_+ соответственно. Это означает, что по мере увеличения количества зарядов в области q_+ МПЗ за пределами кольцевого тока I_- (в том числе и на поверхности Земли и далее) будет испытывать постепенное ослабление, т. к. векторы B_- и b_+ в этой части магнитосферы анти параллельны. Но в это же время в промежутке между кольцевыми токами I_- и J_+ МПЗ постепенно набирает мощь т. к. здесь векторы B_- и b_+ параллельны. Итак, когда количество заряда в кольце q_+ становится равным по модулю заряду кольца Q_- , в земном ядре будут образованы два концентрических кольцевых тока, равных по силе и противоположных по направлению ($I_- = J_+$). Это приведет к полной потере заряда внешней кольцевой областью ($Q_+ = 0$, т.е. исчезает некомпенсированный заряд ионосферы) и снижению МПЗ, за кольцевым током I_- (уже внешним), т. е. на поверхности Земли и околоземном пространстве, до близ нулевых значений (Рис.1, д). Но это отнюдь не означает ослабления МПЗ в целом, т. к. в этот период его основная энергия заключается в ядре между кольцевыми токами I_- и J_+ , где вектор индукции B достигает своего очередного максимального значения. При дальнейшем развитии МПЗ расширение колец I_- и J_+ приведет к выходу внешнего кольца (уже Q_-) из пределов ядра и постепенному его переходу (через мантию и кору) к внешнему краю земной атмосферы. Этим вновь появится заряд ионосферы, но теперь отрицательный. Этот период является зеркальным отражением нынешней фазы МПЗ, т. к. пройден очередной инверсионный период не только МПЗ, а электромагнетизма Земли в целом, составляющий половину одного полного цикла (Рис.1, е). Должно быть, читателю уже стал ясен сценарий дальнейшего развития МПЗ. Оно сопровождается расширением внутреннего кольца q_+ и образованием нового зародышевого кольца вблизи оси Земли с отрицательным зарядом q_- , и, в конце концов, достижением того положения, когда МПЗ становится полным подобием современного периода, пройдя еще один очередной инверсионный период. Таким образом, один полный цикл МПЗ состоит из двух инверсионных периодов, подобно тому, как полный 22 летний цикл магнетизма Солнца состоит из двух 11 летних инверсионных периодов [1].

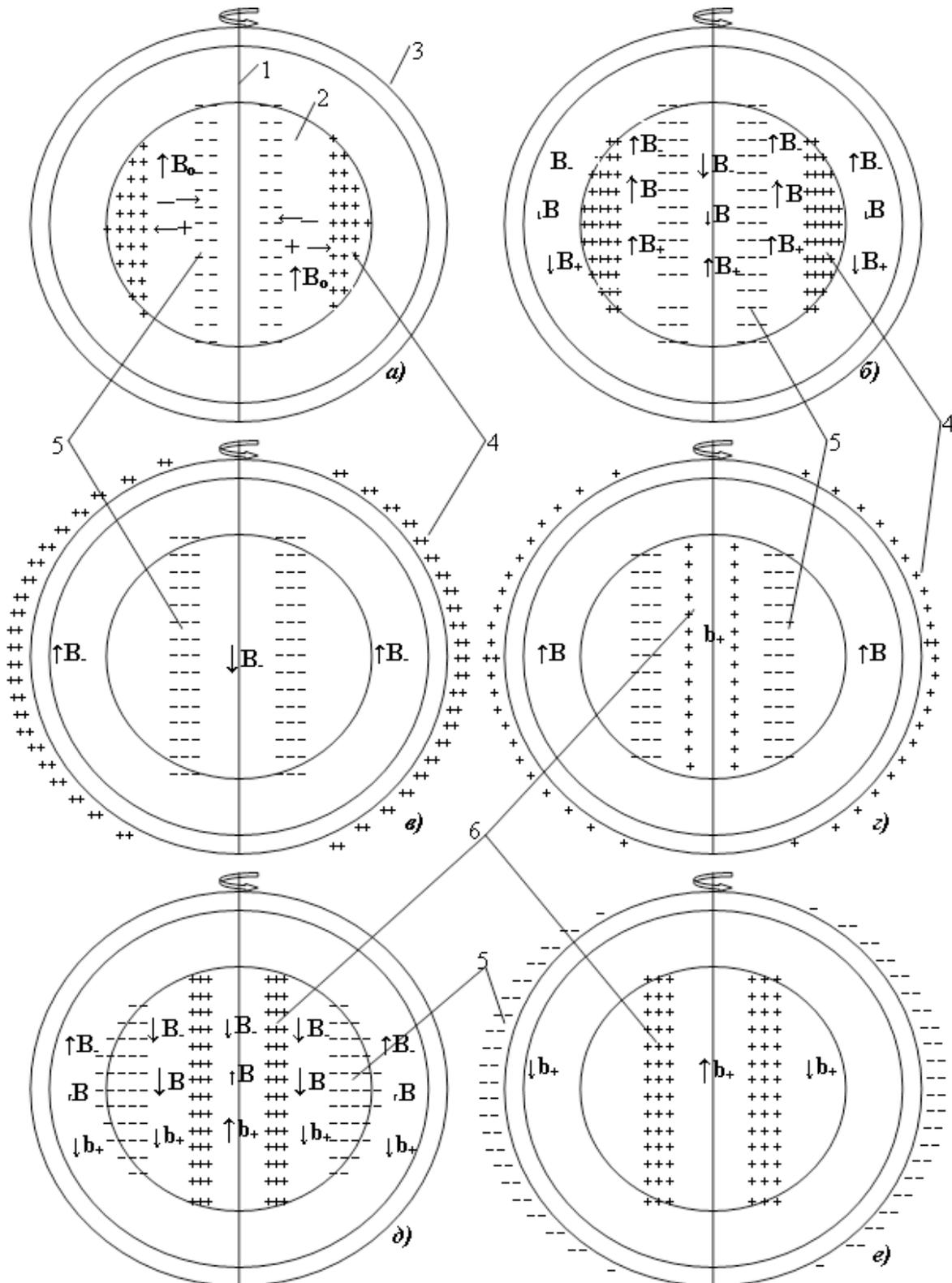


Рис. 1. Схема механизма разделения зарядов, генерации и непрерывного циклического развития МПЗ (в меридиональном срезе). Цифрами обозначено: 1—ось вращения, 2—проводящее ядро, 3—край активно вращающейся атмосферы, 4—6—кольцевые области с некомпенсированными зарядами; 4— Q_+ , 5— Q_- , 6— q_+ соответственно. В части а) значками $\rightarrow +$ и $\leftarrow -$ показаны направления сил Лоренца, действующих на заряды разных знаков.

Теперь, когда изложена основная физическая суть механизма генерации и непрерывного инверсионно - циклического развития МПЗ, соответствующего основным законам электродинамики можно применить к ней необходимый математический аппарат. Для этого используем математические выкладки из [9] для описания магнитного поля петли с током (диполя) на расстояниях, превышающих любые размеры петли, т. е. вдали от нее. Для убедительности описание ведется, также как в источнике, в системе СГСЭ, и для наиболее изученного современного периода развития МПЗ. Этот период характеризуется тем, что основным источником МПЗ является внутренний кольцевой ток I_- , расположенный в ядре, размеры которого малы по сравнению с линейными размерами магнитосферы Земли. Это положение дает возможность уподобить данный кольцевой ток I_- , в виде короткого цилиндра, петле с током I . Магнитный момент такой петли выражается

$$M = \frac{I \cdot S}{c} \quad (1)$$

где S – площадь петли, c – скорость света. Из формулы (1) выразим силу кольцевого тока I_- , приняв его радиус равным половине радиуса земного ядра, т.е. $r_n = r_{\text{я}}/2 = 0.55 \cdot R_{\text{з}}/2$. Тогда $S = \pi \cdot (0.55 \cdot 6370 \cdot 10^5 / 2)^2 = 9.6 \cdot 10^{16} \text{ см}^2$. Согласно [1] магнитный момент МПЗ равен $M = 7.98 \cdot 10^{25} \text{ Гс} \cdot \text{см}^3$. Тогда значение тока

$$I_- = \frac{M \cdot c}{S} = \frac{7.98 \cdot 10^{25} \cdot 3 \cdot 10^{10}}{9.6 \cdot 10^{16}} \text{ СГСЭ}_q / c \approx 2.5 \cdot 10^{19} \text{ СГСЭ}_q / c$$

Используя соотношения между единицами силы тока в системах СГСЭ и СИ из [9] ($1 \text{ А} = 2.998 \cdot 10^9 \text{ СГСЭ}_q / c$) найдем, что сила кольцевого тока $I_- = 8.3 \cdot 10^9 \text{ А}$.

Следовательно, заряд этого кольца равен $Q_- = I_- \cdot T = 8.3 \cdot 10^9 \text{ А} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} = 7.2 \cdot 10^{14} \text{ Кл}$.

При вращении этого кольцевого заряда вместе с Землей создается кольцевой ток I_- , преимущественно им и создается наблюдаемое магнитное поле Земли. Автор уверен, что это именно тот ток, предсказанный великим Ампером, который течет в недрах Земли с востока на запад [3]. Теперь используя вышеупомянутый математический аппарат [8] оценим значения индукции МПЗ на экваториальных и полярных областях. Векторный потенциал A поля диполя с магнитным моментом M на расстоянии r от петли представляется в виде

$$A = \frac{M \times r_0}{r^2} \quad (2)$$

где r_0 – единичный вектор, направленный от петли к точке, в которой определяется векторный потенциал A . Вычислим главную характеристику магнитного поля для точек на плоскости xOz , определяя компоненты $\text{rot } A$

$$\begin{aligned} B_x &= (\nabla \times A)_x = \frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \cdot \frac{M \cdot x}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}} = \frac{3M \cdot x \cdot z}{r^5} \\ B_y &= (\nabla \times A)_y = \frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial z} \cdot \frac{-M \cdot y}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}} = \frac{3M \cdot y \cdot z}{r^5} \quad (3) \\ B_z &= (\nabla \times A)_z = \frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y} = M \cdot \left[\frac{-2x^2 + y^2 + z^2}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}} + \frac{x^2 - 2y^2 + z^2}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}} \right] = \frac{M \cdot (3z^2 - r^2)}{r^5} \end{aligned}$$

На плоскости xOz $y = 0$, $\sin\theta = x/r$ и $\cos\theta = z/r$. Следовательно, из формул (3) компоненты поля \mathbf{B} в любой точке этой плоскости равны

$$B_x = \frac{3 \cdot M \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta}{r^3}, \quad B_y = 0, \quad B_z = \frac{M \cdot (3 \cdot \cos \theta - 1)}{r^3} \quad (4)$$

Формулы (4) дают возможность описать МПЗ во всех широтах по известному магнитному моменту \mathbf{M} . Вычислим по формулам (4) значение вектора индукции \mathbf{B} на экваторе и на полюсах. На экваторе $z = 0$, $r = R_3$ угол $\theta = 90^\circ$ (θ -угол между осью z и направлением к точке, где определяется поле) и, следовательно, $B_x = 0$, т.к. $\cos 90^\circ = 0$.

$$|B_z| = \left| \frac{M \cdot (-1)}{r^3} \right| = \left| \frac{-M}{r^3} \right| = \left| - \frac{7.98 \cdot 10^{25} \text{ Гс} \cdot \text{см}^3}{(6.37 \cdot 10^8 \text{ см})^3} \right| = 0.31 \text{ Гс}$$

Так
им
обр
азо

м, Подставив соответствующие значения, получим для экватора

Знак минус означает, что тут на экваторе векторы \mathbf{M} и \mathbf{B} антипараллельны.

На полюсах $x = 0$, $r = R_3$, $\theta = 0$, следовательно, $\cos\theta = 1$, $B_x = 0$ т.к. $\sin\theta = 0$

Здесь направления векторов \mathbf{M} и \mathbf{B} совпадают. Подставив соответствующие значения, получим для полюсов

$$|B_z| = \frac{2 \cdot M}{r^3} = 2 \cdot 0.31 \text{ Гс} = 0.62 \text{ Гс}$$

Итак, мы получили значения, близкие к истинным значениям. Истинные значения на экваторе $B_z = 0.3$ Гс, а на полюсах $B_z = 0.7$ Гс [3]. По расчетам получено для экватора несколько завышенное, а для полюсов несколько заниженное значения индукции МПЗ. Причина этого заключается в допущении, что кольцевой ток \mathbf{I} подобен петле с током, но на самом деле этот ток является результатом вращения области с некомпенсированным зарядом \mathbf{Q}_- , напоминающей по форме не очень длинное цилиндрическое кольцо радиуса r_n . Следовательно, имеет место распределение тока \mathbf{I} по этой поверхности, приводящее к увеличению поля на полюсах и уменьшению его на экваторе, что и наблюдается при практических измерениях. Следует отметить, что в расчетах единственной известной величиной МПЗ служит значение магнитного момента \mathbf{M} .

Проанализировав вышеизложенное, приходим к заключению, что магнитный момент \mathbf{M} небесного тела должен быть прямо пропорционально зависимым, частоте (быстроте) вращения ω , радиусу проводящей части (ядра) r , удельной проводимости δ ядра, и величине $k=r/R$, характеризующей линейную долю проводящей части (ядра) небесного тела. Ее мы назовем относительным радиусом ядра. На основе анализа этой зависимости разработана приближенная формула, выражающая магнитный момент небесного тела:

$$\mathbf{M} = \tau \cdot (\omega \cdot r \cdot \delta)^k \quad (*)$$

где τ – коэффициент, зависящий от электрических, магнитных свойств недр и выбора системы единиц. Наличие сильных магнитных полей у Юпитера и Сатурна, наоборот слабость поля у Венеры подтверждают соответствие истине предложенного механизма.

Для проверки соотношения (*) значения величин \mathbf{M} , ω , r , R и вычисленные значения k , $\lg M$, $k \cdot \lg(\omega \cdot r)$ тел солнечной системы, для которых имеются соответствующие данные, внесены в табл.1. Для Солнца принято $k = 1$, т. к. вся его шарообразная часть, включая фотосферу, является высоко проводимой плазмой [1]. Ввиду отсутствия данных для значений величины δ она исключена из рассмотрения.

График полученной зависимости

$$\lg M \sim k \cdot \lg(\omega \cdot r)$$

Табл. 1. Магнитный момент M , средний радиус R , радиус проводящей части (ядра) r , циклическая частота вращения ω небесных тел солнечной системы и вычисленные значения $k = r/R$, $\lg M$, $k \cdot \lg(\omega \cdot r)$. (В квадратных скобках указан источник данных.)

№	Небесные тела	M (Гс · см ³)	R (см)	r (см)	ω (с ⁻¹)	$k = r/R$	$\lg M$	$k \cdot \lg(\omega \cdot r)$
1	Меркурий ^[4]	$2,4 \cdot 10^{22}$	$2,4 \cdot 10^8$	$1,8 \cdot 10^8$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	0,75	22,4	1,75
2	Венера ^[4]	$4,0 \cdot 10^{21}$	$6,1 \cdot 10^8$	$3,6 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^{-7}$	0,60	21,6	1,11
3	Земля ^[1, 4]	$7,98 \cdot 10^{25}$	$6,4 \cdot 10^8$	$3,5 \cdot 10^8$	$7,3 \cdot 10^{-5}$	0,55	25,9	2,42
4	Марс ^[4]	$2,5 \cdot 10^{22}$	$3,4 \cdot 10^8$	$8,1 \cdot 10^7$	$7,1 \cdot 10^{-5}$	0,24	22,4	0,90
5	Юпитер ^[4]	$1,5 \cdot 10^{30}$	$7,1 \cdot 10^9$	$5,0 \cdot 10^9$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	0,70	30,2	4,17
6	Сатурн ^[4]	$4,6 \cdot 10^{28}$	$6,0 \cdot 10^9$	$4,2 \cdot 10^9$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	0,70	28,7	4,08
7	Солнце ^[4]	$1,7 \cdot 10^{32}$	$7,0 \cdot 10^{10}$	$7,0 \cdot 10^{10}$	$2,9 \cdot 10^{-6}$	1,00	32,2	5,31

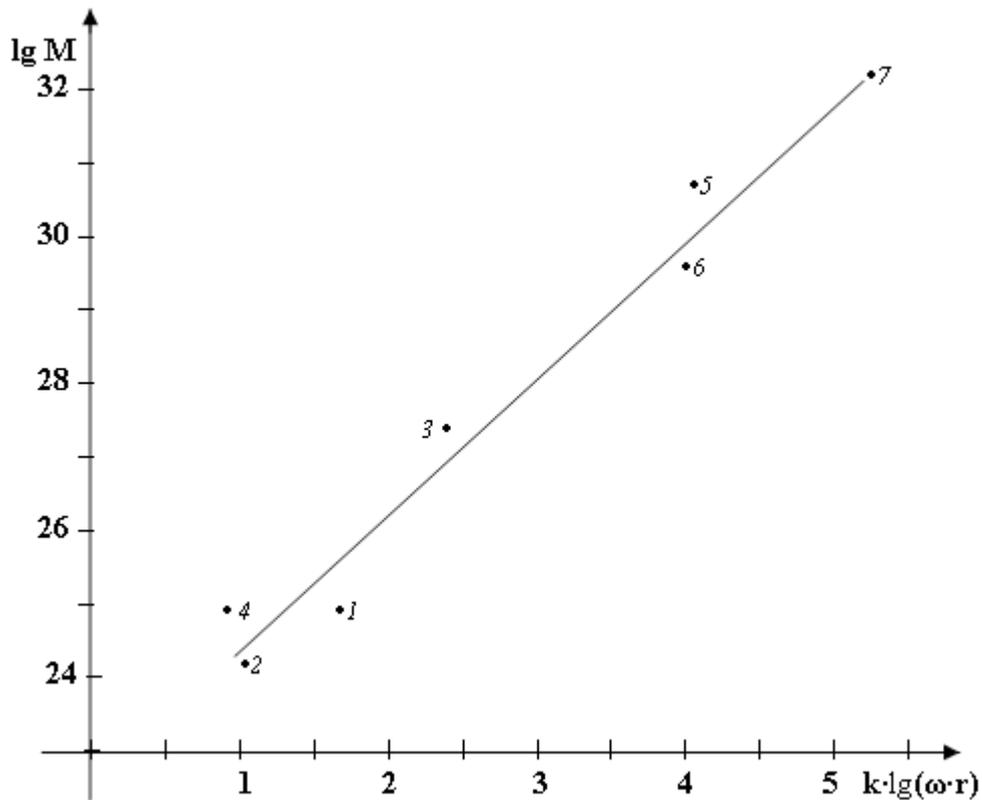


Рис. 2. График зависимости магнитного момента M небесных тел солнечной системы от их циклической частоты вращения ω , истинного r и относительного k размеров проводящей части (ядра). Номера у точек соответствуют порядковым номерам тел в таблице 1.

магнитных моментов IgM тел солнечной системы от $k \cdot I g(\omega \cdot r)$ изображены на рис. 2. Этот график (даже при неточностях, данных для величины r и отсутствии данных для величины δ) убедительно констатирует о действительном наличии реальной зависимости.

Основной целью данной работы является информирование ведущих специалистов в области геомагнетизма и других читателей, о выдвинутом автором механизме генерации и непрерывного инверсионно-циклического развития магнитного поля Земли, претендующем на научное открытие. Эта точка зрения опирается на фундаментальных законах электродинамики и, по мнению автора, основывается на новом явлении (эффекте) – генерации собственного магнитного поля проводящих тел, вращающихся вокруг собственной оси во внешнем или собственном (затравочном) магнитном поле, вследствие разделения зарядов под действием сил Лоренца [8]. Это явление проливает свет на многие проблемы электромагнетизма небесных тел. В частности подводит под общее начало большинство электрических и магнитных явлений Земли, тем самым, снимает противоречие экспериментальных научных фактов и данных земного электромагнетизма с теорией электродинамики и увязывает между собой эти раздробленные, порой противоречащие, данные и факты. Это такие явления, как МПЗ, ЭПЗ, отрицательность общего заряда Земли, грозы и др. Инверсии магнитного поля, являющиеся камнем преткновения для большинства существующих учений о МПЗ [1–4,10], в свете предложенного механизма становятся неотъемлемыми ступенями непрерывного инверсионно-циклического развития МПЗ. Эта точка зрения является универсальной для описания магнетизма планет, а также Солнца и звезд. Некоторые важные аспекты, коротко упомянутые в этой работе, как ЭПЗ, магнитное поле Солнца, грозы, и т. п. будут освещены автором на отдельных работах.

Литература.

1. Белов К. П., Бочкарев Н. Г. Магнетизм на Земле и в космосе: – М.: Наука, 1983.
2. Касьяненко Л. Г., Пушков А. Н. Магнитное поле океан и мы: – Л.: Гидрометеиздат, 1987.
3. Филиппов Е. М. Популярно о геофизике: – Киев: Наук. думка, 1989.
4. Хаббард У. Внутреннее строение планет: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987.
5. Гильберт В. О магните магнитных телах и о большом магните – Земле, новая физиология, доказанная множеством аргументов и опытов: Пер. с англ. – М.: Изд. АН СССР, 1956.
6. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике: Пер. с англ. – М.: Мир, 1977.
7. Омуркулов Т.А. Сущность магнитного и электрического полей Земли: Свидетельство Кыргызпатента на предмет интеллектуальной собственности № 874 от 15.12.2006г..
8. Омуркулов Т.А. Обнаружено физическое явление...: Свидетельство Кыргызпатента на предмет интеллектуальной собственности № 954 от 09.09.2007г..
9. Парселл Э. Электричество и магнетизм: Пер. с англ. – М.: Наука, 1983.
10. Трухин В.И. Геомагнитное поле и глобальные геофизические процессы: – Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. 2005 г. №1.