

УДК 537.8:550.37/.38
DOI: 10.36979/1694-500X-2022-22-8-8-19

МЕХАНИЗМ ГЕНЕРАЦИИ ЕДИНОГО ГЛОБАЛЬНОГО МАГНИТНОГО И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

К.Т. Тажобаев, Т.А. Омуркулов

Аннотация. Приводятся основные положения разработанного авторами механизма генерации единого глобально-магнитного и электрического поля Земли, опирающегося на законы и научные положения фундаментальной электродинамики. В отличие от существующих теорий и моделей, данный механизм согласовывается с установленными фактами изменений характеристик земного магнитного и электрического полей, полученных другими исследователями. В соответствии с предложенным механизмом инверсии, глобальные аномалии и наклон оси становятся неотъемлемыми ступенями инверсионно-циклического развития геомагнитного поля. Выявлено единство и глобальность основных магнитных и электрических процессов Земли. На основе логического объяснения и выяснения сущности известных фактов с точки зрения предложенного механизма констатируется его достоверность.

Ключевые слова: механизм генерации; магнитное и электрическое поле; электрический заряд; кольцевые токи; инверсионная циклическость; магнитные аномалии; геомагнетизм; электродинамика; вектор индукции.

ЖЕРДИН БИРДИКТҮҮ ГЛОБАЛДЫК МАГНИТ ЖАНА ЭЛЕКТР ТАЛААСЫН ПАЙДА КЫЛУУ МЕХАНИЗМИ

К.Т. Тажобаев, Т.А. Омуркулов

Аннотация. Макалада фундаменталдык электродинамиканын мыйзамдарына жана илимий жоболоруна негизделген Жердин бирдиктүү глобалдык магниттик жана электрдик талаасын түзүү үчүн авторлор тарабынан иштелип чыккан механизмдин негизги жоболору берилген. Колдонулуп жаткан теориялардан жана моделдерден айырмаланып, бул механизм башка изилдөөчүлөр тарабынан алынган жердин магнит жана электр талааларынын мүнөздөмөлөрүнүн өзгөрүшүнүн белгиленген фактыларга шайкеш келет. Сунушталган механизмге ылайык, инверсиялар, глобалдык аномалиялар жана октук эңкейиш геомагниттик талаанын инверсиялык-циклдик өнүгүүсүнүн ажырагыс тепкичтерине айланат. Жердин негизги магниттик жана электрдик процесстеринин бирдиктүүлүгү жана глобалдуулугу аныкталган. Логикалык түшүндүрүүнүн жана сунушталган механизмдин көз карашынан белгилүү фактылардын маңызын тактоонун негизинде анын тактыгы негизделет.

Түйүндүү сөздөр: жаратуу механизми; магнит жана электр талаасы; электр заряды; шакекче ток агымы; инверсия циклдүүлүгү; магниттик бөтөнчө өзгөчөлүктөр; геомагнетизм; электродинамика; индукция вектору.

THE MECHANISM OF GENERATION OF THE UNIFIED GLOBAL MAGNETIC AND ELECTRIC FIELD OF THE EARTH

K. T. Tazhibayev, T. A. Omurkulov

Abstract. The main essence of the mechanism developed by the authors for generating a unified global magnetic and electric field of the Earth, based on the laws and scientific provisions of fundamental electrodynamics, is given. Unlike existing theories and models, this mechanism is consistent with the established facts of changes in the characteristics of the terrestrial magnetic and electric fields obtained by other researchers. In accordance with the proposed mechanism, reversals, global anomalies, and axial tilt become integral steps in the inversion-cyclic development of the geomagnetic field. The unity and global nature of the main magnetic and electrical processes of the Earth are revealed. On the basis of a logical explanation and clarification of the essence of known facts from the point of view of the proposed mechanism, its reliability is stated.

Keywords: generation mechanism; magnetic and electric field; charge; ring currents; inversion cyclicity; magnetic anomalies; geomagnetism; electrodynamics; induction vector.

Введение. Выдвинутые до настоящего времени модели, механизмы и гипотезы о магнитном поле Земли (далее МПЗ) не смогли всеобъемлюще объяснить основные факты и особенности земного магнетизма. Это касается всех теорий, начиная от теории Гильберта (1600 г.) до последних современных теорий (гидромагнитное динамо) о магнитном поле Земли. В связи с таким положением, к месту будет привести следующую цитату из работы [1]: «*Краткая справка о теориях магнитного поля Земли: на сегодняшний день не существует окончательной и общепризнанной теоретической концепции геомагнетизма. Существовавшая до 2012 г. и считающаяся классической, теория, утверждающая, что источником существования геомагнитного поля Земли является ядро планеты, не была подтверждена никакими расчетами*».

В 2012 г. британскому профессору Дарио Альфе и его команде впервые удалось подсчитать теплопроводность Земли с использованием теории функционала плотности (ТФП). Их результаты показали, что тепловая конвекция, существующая в ядре Земли, не может служить источником магнитных полей нашей планеты, как предполагалось ранее [1].

Приведем еще одну цитату из работы В.В. Кузнецова [2, с. 4]: «*Сложившаяся в геомагнетизме ситуация настоятельно требует создания альтернативной модели...*».

Над разработкой и усовершенствованием выдвинутого механизма генерации единого глобального магнитного и электрического поля Земли (далее ЕГМиЭПЗ) авторы работают уже более 30 лет. Причиной этого послужило то, что у теории гидромагнитного динамо, сторонниками которой в то время было большинство ученых, имелся ряд нестыковок с электродинамикой, кроме этого, она не укладывалась в полученные факты земного магнетизма. В связи с этим, вполне логичен был поиск альтернативных механизмов МПЗ. В ходе разработки данного механизма ЕГМиЭПЗ авторами было обнаружено **новое физическое явление генерации и непрерывного инверсионно-циклического развития собственного магнитного и электрического полей электропроводящих тел, вращающихся вокруг оси симметрии** [3]. Мы полагаем, что обнаруженное явление лежит в основе генерации магнитных полей небесных тел. При разработке упомянутого механизма за основу был принят наиболее стабильный период МПЗ XVII–XIX вв., учитывая следующие принципы и ограничения:

- магнитное поле может создаваться только электрическим током или движением некомпенсированного заряда;
- силовая линия магнитного поля – это не реальный предмет, а понятие, введенное для облегчения восприятия и графического изображения силовых показателей поля;
- скорости движения веществ в недрах и в атмосфере Земли небольшие, включая ее вращение вокруг оси, что позволяет использовать теорию фундаментальной электродинамики для объяснения механизма генерации ее магнитного и электрического полей;
- механизм целиком и полностью должен основываться на законах, правилах и научных положениях фундаментальной электродинамики;
- электропроводящее парамагнитное вещество (земное ядро) хорошо экранирует электрическое поле, и не ослабляет магнитного поля;
- механизм не должен противоречить известным научным фактам земного электромагнетизма, а логически согласоваться с фактами;

Результаты исследований и обсуждение. В результате исследований получена достаточно стройная теоретическая концепция формирования и изменения во времени параметров электрического и магнитного поля Земли. Разработанный теоретический механизм генерации ЕГМиЭПЗ основывается на законах и научных положениях фундаментальной электродинамики. Работа механизма в Земле не требует особых геологических условий. Основные требуемые условия – это вращение планеты вокруг своей оси и наличие электропроводящих слоев (ядра, необязательно жидкого) в ее толще. Кроме этого, как и во всех предыдущих механизмах, необходимо наличие затравочного (внешнего или внутреннего) магнитного поля, только для начального старта данного механизма. Описание МПЗ ведется

через основную векторную величину, характеризующую магнитное поле в электродинамике – индукцию магнитного поля \mathbf{B} .

Сущность механизма генерации единого глобального магнитного и электрического поля Земли

Первичный старт механизма. Предлагаемый нами механизм основывается на процессе разделения свободных зарядов под действием силы Лоренца [4, с. 123–125] во вращающемся в затравочном магнитном поле электропроводящего ядра Земли (некое подобие эффекта Холла) [4, с. 233–235; 5, с. 211–215]. В работе Кузнецова В.В. [6] об истоках этой идеи сказано следующее: «По-видимому, одним из первых, кто высказал эту идею еще в начале прошлого века, был австралийский физик В. Сазерленд. Признания его идея не получила, так как им не было разработано сколько-нибудь убедительной гипотезы разделения зарядов. ... известным экспериментом Эйхенвальда (1927) был обнаружен эффект возникновения магнитного поля при вращении диэлектрического диска с индуцированными на нем электрическими зарядами. Величина индукции магнитного поля в этих экспериментах оказалась пропорциональной скорости вращения диска, его радиусу и концентрации индуцированных зарядов. Эксперимент Эйхенвальда служит прямым доказательством генерации магнитного поля при вращении электрических зарядов, которое, в свою очередь, эквивалентно прохождению электрического тока» [6, с. 2].

Широкомасштабные обширные электрические токи Земли при их изменениях обуславливают формирование магнитных полей и определяют их параметры. Вращение Земли, неоднородность ее структуры, фазового и геомеханического состояния приводят к разнообразным изменениям силовых показателей магнитного поля. В локальных зонах перед сильными катастрофическими землетрясениями происходят скачкообразные и знакопеременные изменения силовых параметров магнитного и электрического поля [7].

Рассмотрим вращение электропроводящего шара (земное ядро) вокруг собственной оси в затравочном магнитном поле, имеющем составляющую вектора индукции B_0 , направленную по оси вращения (например, с юга на север – см. рисунок 1, а). В этом случае на каждый заряд (электрон, ион), находящийся в ядре, и вращающийся в нем, с линейной скоростьюю

$$v = \omega \cdot r \quad (1)$$

действует сила Лоренца со стороны затравочного магнитного поля:

$$F = q \cdot v \cdot B_0 \cdot \sin \alpha, \quad (2)$$

где ω – угловая скорость вращения ядра; r – расстояние от оси вращения до заряда q . Угол между векторами v и B_0 составляет $\alpha \approx 90^\circ$, так как они практически перпендикулярны. Применением правила левой руки легко убедиться, что под действием этой силы часть свободных зарядов подвергнутся разделению. При этом отрицательные заряды сместятся в сторону оси вращения, а положительные – в сторону внешнего края земного ядра. В итоге, под длительным действием силы Лоренца на заряды, в земном ядре образуются две кольцевые поверхности в виде полых концентрических цилиндров. Эти поверхности будут иметь некомпенсированные противоположные количества зарядов: отрицательная Q_- (внутреннее кольцевая область) около оси вращения, и положительная Q_+ (внешнее кольцевая область) дальние от оси вращения края ядра Земли (см. рисунок 1, а), равные по модулю:

$$|Q_+| = |Q_-|. \quad (3)$$

Эти кольцевые области, вращающиеся вместе с вращением Земли вокруг собственной оси, равносильны концентрическим кольцевым токам противоположных направлений (I_+ – внешний кольцевой ток, текущий по направлению вращения и I_- – внутренний кольцевой ток, текущий против направления вращения планеты):

$$I_+ = Q_+ / T ; I_- = Q_- / T , \quad (4)$$

где T – период вращения Земли. Следовательно, эти кольцевые токи создадут собственные магнитные поля с векторами индукции B_+ и B_- соответственно.

На рисунке 1, а обозначением  показаны направления сил Лоренца, действующих на заряды

разных знаков. Обозначениями $\uparrow B_-$, $\downarrow B_+$ и $\uparrow B$ – направление и условное значение векторов индукции, созданных кольцевыми токами I_- , I_+ и их суперпозицией, соответственно. (Примечание: обозначения 1, 2 и 3 – по умолчанию относятся ко всем частям рисунка 1 и рисунка 2.)

Определив направления магнитных полей кольцевых токов I_+ и I_- по правилу буравчика, легко убедиться, что направления векторов B_+ , B_- и B_0 в промежутке между кольцевыми токами I_+ и I_- совпадают. Это приводит к тому, что здесь поля B_+ , B_- и B_0 в суперпозиции будут взаимно усиливать друг друга, и способствовать дополнительному разделению зарядов и увеличению магнитных сил отталкивания между этими кольцевыми токами противоположных направлений [5, с. 150–152].

Следует заметить, что наряду с магнитным полем, возникнет и электрическое поле, противодействующее разделению зарядов. Однако это электрическое поле, практически полностью будет экранировано разделяющим кольцевые области многокилометровым слоем электропроводящего вещества земного ядра [8, с. 106–108; 5, с. 98–100]. Следует подчеркнуть, что явление экранирования электрического поля электропроводящим веществом играет одну из ключевых ролей в работе рассматриваемого механизма генерации ЕГМиЭПЗ. Из изложенного выше вытекает, что взаимное усиление магнитного поля и экранирование электрического поля в слое между двумя кольцевыми областями Q_- и Q_+ способствует дальнейшему разделению зарядов и сохранению «жизнеспособности» механизма в отсутствие затравочного поля B_0 , то есть механизм генерации МПЗ получает начальный старт (см. рисунок 1, б). При этом в каждой точке пространства вне и внутри земного шара значение результирующего вектора индукции B собственного магнитного поля Земли определяется суперпозицией векторов B_+ и B_- . Главным необходимым условием существования и развития собственного МПЗ в дальнейшем становится лишь непрерывное вращение планеты вокруг собственной оси. Отмечая универсальность механизма, поясним, как может происходить разделение зарядов в электропроводящих слоях небесных тел с различными типами проводимости. В случае электронной проводимости область Q_- – составляют некомпенсированные электроны, а область Q_+ – неподвижные некомпенсированные положительные ионы, т. е. зона недостающих электронов. В случае ионно-электронной проводимости область Q_- – некомпенсированные отрицательные ионы и электроны, а область Q_+ – некомпенсированные положительные ионы. В случае ионной проводимости область Q_- – некомпенсированные отрицательные ионы, а область Q_+ – некомпенсированные положительные ионы.

Анализ дальнейшего развития механизма. Теперь рассмотрим направление и значение результирующего вектора B собственного магнитного поля Земли, соответствующее фазе развития, показанной на рисунке 1, б, в некоторых важных участках внутри земного шара и околоземного пространства. Самое высокое значение вектор индукции B МПЗ имеет в ядре в промежуточной области между кольцевыми токами I_+ и I_- , так как составляющие B_+ и B_- здесь направлены в одну и ту же сторону – к северу. Во внутренней части тока I_- , т. е. в центральной части ядра, результирующий вектор B индукции МПЗ направлен к югу и имеет не очень большое значение, т. к. составляющие B_+ и B_- здесь направлены противоположно. Во внешней части тока I_+ , то есть в мантии, коре и околоземном пространстве, результирующий вектор B индукции МПЗ направлен к югу и имеет минимальное значение, т. к. составляющие B_+ и B_- в этих зонах также направлены противоположно.

Для анализа дальнейшего развития механизма рассмотрим, какие силы будут действовать на каждый из кольцевых токов I_+ и I_- . На внутренний кольцевой ток I_- действуют две силы. Первая сила – электрическая, вызванная взаимным отталкиванием близлежащих избыточных одноименных

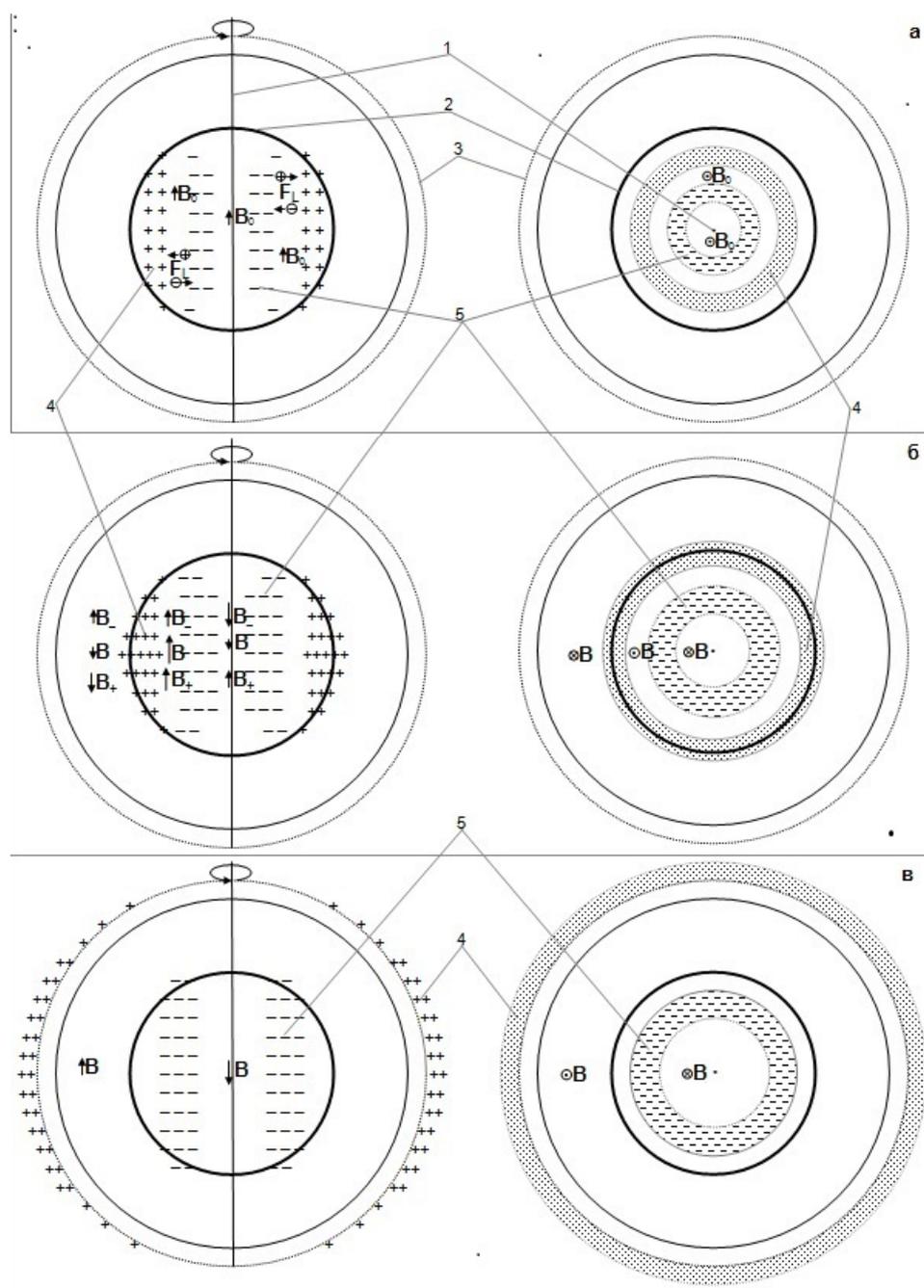


Рисунок 1 – Схема старта процесса генерации ЕГМиЭПЗ
 (слева – в меридиональном, справа – в экваториальном срезе).
 Цифрами обозначены: 1 – ось вращения, 2 – ядро, 3 – внешний край активно вращающейся атмосферы,
 4 и 5 – области с uncompensated зарядами (4- Q_+ ; 5- Q_-)

отрицательных зарядов (стремление некомпенсированного заряда к поверхности проводника), составляющих это кольцо (назовем ее внутренней электрической), которая действует на увеличение радиуса этой кольцевой Q_- области. Вторая (компенсирующая магнитная) – со стороны магнитного поля внешнего кольцевого тока I_+ , которая действует в противоположную сторону, то есть на сужение кольцевого тока I_- . На внешний кольцевой ток I_+ также действуют две силы. Первая сила – внутренняя электрическая, вызванная взаимным отталкиванием близлежащих одноименных положительных зарядов, составляющих это кольцо, которая действует на увеличение его радиуса. Вторая сила (магнитная) – со стороны магнитного поля внутреннего кольцевого тока I_- , которая также действует на увеличение радиуса кольцевого тока I_+ . Следовательно, на кольцевой ток I_+ обе силы действуют в одном и том же направлении – на увеличение его радиуса, т. е. на расширение. В результате этот внешний кольцевой ток I_+ , под постоянным действием этих расширяющих сил в течение тысячелетий, подвергнется постепенному увеличению в радиусе. Этот процесс, в конечном счете, приводит к тому, что эти силы, постепенно вытолкнув его через мантию и кору, за активно вращающуюся часть земной атмосферы. После этого область Q_+ примет сферическую форму, окутывающую земную атмосферу и прекращает активное вращение, что равносильно отключению внешнего кольцевого тока I_+ , а значит, и отключению магнитного поля B_+ , создаваемого этим током (рисунок 1, в). Она становится составной (положительной) частью ионосферы, становясь основным источником электрического поля Земли (в дальнейшем ЭПЗ), и подвержена влиянию солнечного ветра. С этого момента эта область Q_+ перестает быть полноценным током, и ее вклад в создание МПЗ становится ничтожно малым $B_+ \approx 0$.

После этих последних перемен основным источником МПЗ становится внутренний кольцевой ток I_- , находящийся в ядре Земли, и из действующих на него сил останется лишь одна внутренняя электрическая сила. Данный период (от рисунка 1, б до рисунка 1, в) характеризуется тем, что вслед за медленным расширением кольцевой области Q_+ , по пятам под ним происходит смена направления результирующего вектора B индукции МПЗ на противоположное, и резкое усиление его значения. Далее во время быстрого перехода Q_+ через атмосферу, наблюдается кратковременное усиление значения поля B_+ на поверхности и в атмосфере Земли. Затем, после выталкивания Q_+ за край вращающейся атмосферы, в толще Земли от кольцевой области Q_- до внешнего края атмосферы, наблюдается резкое понижение поля до номинальных значений. Но одновременно поле B резко усилится до своего максимального значения в центральной области ядра, то есть в полости кольцевого тока I_- . Смена направления на противоположное и резкое усиление поля до номинальных значений, наблюдается и в околоземном космосе, где до этой фазы тысячелетиями держалось минимальное значение магнитного поля. Причиной этих резких перемен является «выключение» кольцевого тока I_+ и исчезновение составляющей B_+ , МПЗ созданной этим током, в связи с выталкиванием области Q_+ за край активно вращающейся части земной атмосферы.

Следует отметить, что процесс разделения зарядов под действием МПЗ непрерывно будет идти во всех электропроводящих частях планеты (электропроводящие рудоносные породы, гидросфера, облака и т. п.) [6, с. 134–135; 8, с. 188–189]. Исключением служат полярные области, где происходит отток (потери) зарядов ввиду того, что здесь намного меньше линейная скорость вращения и иначе направлены силовые линии МПЗ. Эти потери непрерывно пополняются до номинальных значений через процесс разделения зарядов в экваториальных и неполярных областях.

Вычислим и сравним выталкивающую силу Лоренца, характерную для данной фазы МПЗ, и гравитационную силу притяжения (тяжести), действующих одновременно на однократно ионизованные молекулы (положительные ионы) в экваториальной части атмосферы Земли. Средняя масса молекул воздуха $m_0 = 29$ а.е.м., 1 а.е.м. = $1.66 \cdot 10^{-27}$ кг, $g = 9.8$ м/с², элементарный заряд (иона) $q = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл, значение индукции МПЗ в экваториальной зоне $B_+ \approx 0.3 \cdot 10^{-4}$ Тл, линейная скорость вращения частиц в экваториальной части атмосферы на высоте 100 км $v \approx 470,3$ м/с. Силы гравитации и Лоренца в активно вращающейся зоне земной атмосферы действуют в противоположные стороны – гравитационная сила вертикально вниз, а сила Лоренца – вверх.

$$F_g = m_0 \cdot g = 29 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27} \cdot 9.8 \approx 4.7 \cdot 10^{-25} \text{ Н} \text{ – гравитационная сила;} \quad (5)$$

$$F_m = q \cdot v \cdot B = 1.6 \cdot 10^{19} \cdot 0.3 \cdot 10^{-4} \cdot 470.3 \approx 2.26 \cdot 10^{-21} \text{ Н} \text{ – сила Лоренца.} \quad (6)$$

$$\frac{F_m}{F_g} = \frac{2.26 \cdot 10^{-21}}{4.7 \cdot 10^{-25}} \approx 0.48 \cdot 10^4 = 4.8 \cdot 10^3. \quad (7)$$

Это говорит о том, что в экваториальных зонах Земли сила магнитного выталкивания (Лоренца) положительных ионов более чем на три порядка (4800 раз) больше их силы тяжести. По этой причине, с учетом экранирования электрического поля многокилометровыми слоями земного шара, внешняя область с зарядом Q_+ выталкивается магнитным полем за край активно вращающейся атмосферы и удерживается, поэтому теряет свой «статус» целостного кольцевого тока, и ее вклад в создание МПЗ становится ничтожным ($B_+ \approx 0$). Именно этим объясняется сохранение некомпенсированного положительного заряда ионосферы, вопреки наличию ЭПЗ [8, с. 176–180]. Она окружает внешний край активно вращающейся атмосферы, и ее форма изнутри становится сферической (см. рисунок 1, в). Ее внешняя часть (экзосфера) под влиянием солнечного ветра подвержена деформациям и дрейфам. Совместно с солнечным ветром эти дрейфы и деформации вносят вклад в вариации МПЗ и ЭПЗ. Эта область, имеющая некомпенсированный положительный заряд Q_+ в форме подобия сферы, становится неотъемлемой частью ионосферы и является одним из основных источников ЭПЗ (E) Земли при данной фазе. Поэтому вектор напряженности E этого поля направлен вертикально вниз к поверхности Земли. Область Q_+ удерживается за гранью вращающейся части атмосферы под действием МПЗ. Кроме этого, выявляется единство и глобальность МПЗ и ЭПЗ, поэтому введено понятие единое глобальное магнитное и электрическое поле Земли (сокращенно ЕГМиЭПЗ).

Из всего изложенного выше следует, что после выталкивания внешней кольцевой области Q_+ за активно вращающуюся атмосферу Земли, основным источником МПЗ становится внутренний кольцевой ток I_- в форме короткого цилиндра (соленоида), находящийся в ядре Земли. Проанализируем значение и направление вектора B магнитного поля в характерных зонах пространства внутри и вне земного шара для данной фазы развития ЕГМиЭПЗ. При этой фазе основное МПЗ создается внутренним кольцевым током I_- , поэтому индукция поля B имеет наибольшее значение в центральной части ядра, т. е. во внутренней полости этого тока, и здесь вектор B направлен к югу. В наружных частях кольцевого тока I_- , в мантии, коре Земли и околоземном пространстве магнитное поле, по сравнению с предыдущей фазой (рисунок 1, б), усилится, и вектор B примет номинальное значение и будет направлен к северу (см. рисунок 1, в). Эта фаза охватывает тысячелетия и является одним из эпизодов многовекового непрерывного развития ЕГМиЭПЗ. По нашему мнению, она подобна периоду XVII–XIX вв. и отличается большей стабильностью, чем в настоящее время.

Рассмотрим ход дальнейшего развития этого процесса. Как отмечено в предыдущем абзаце, после выхода внешней кольцевой области с некомпенсированным положительным зарядом Q_+ , за активно вращающуюся атмосферу Земли, ее вклад в создание МПЗ становится весьма ничтожным ($B_+ \approx 0$), следовательно, ее магнитное взаимодействие с внутренним кольцевым током I_- также становится ничтожным. Это означает, что на внутреннюю кольцевую область Q_- далее действует только одна внутренняя электрическая сила на ее расширение. Поэтому за счет постоянного действия этой силы она медленно растет в диаметре, т. е. расширяется ее внутренняя полость. При достаточном расширении этой полости также под действием силы Лоренца (формула 2) магнитного поля тока I_- внутри полости этого кольцевого тока, где в данной фазе магнитное поле максимально сильное, начнет зарождаться новая (зародышевая) область в виде коаксиального полого цилиндра с положительным некомпенсированным зарядом q_+ около оси Земли. С учетом вращения Земли она равносильна новому кольцевому току, текущему по направлению вращения. Обозначим его через i_+ , а индукцию магнитного поля,

созданного этим током, через b_+ (рисунок 2, а). Отметим, что зарождение данного кольцевого тока i_+ начнет ускорять расширение кольцевого тока I_- , так как появятся дополнительные силы магнитного взаимодействия (отталкивания) между этими кольцевыми токами, поэтому зарождение тока i_+ можно рассматривать как начало инверсии МПЗ в будущем. На этом этапе магнитное и электрическое поля Земли подобны нынешней фазе развития, которая характеризуется постепенным снижением значения вектора индукции B магнитного поля на поверхности Земли и околоземном пространстве.

В дальнейшем, под постоянным действием силы Лоренца количество зарядов в зародышевом кольце q_+ постепенно растет, набирая силу и расширяясь в диаметре. Рост количества зарядов q_+ в этой области сопровождается одновременным убыванием их за счет потерь во внешней области Q_+ по причине стока зарядов в полярных областях. В этот период равновесие зарядов Земли в целом сохраняется и выражается следующим равенством:

$$|Q_-| = |Q_+| + |q_+|. \quad (8)$$

Таким образом, в земном ядре вновь будут образованы два концентрических кольцевых тока I_- и i_+ противоположного направления, которые создают магнитные поля с векторами индукции B_- и b_+ соответственно. Это означает, что по мере увеличения количества зарядов в области q_+ силовая характеристика МПЗ за пределами кольцевого тока I_- (в мантии, коре, на поверхности Земли, и околоземном пространстве) подвергнется постепенному ослаблению. Подобное ослабление наблюдается как в XX, так и в XXI в. Причина этого ослабления в том, что векторы B_- и b_+ в этой части магнитосферы направлены противоположно. Но в этой же фазе в ядре, в промежутке между кольцевыми токами I_- и i_+ , МПЗ постепенно набирает мощность, так как здесь векторы B_- и b_+ направлены в одну и ту же сторону (см. рисунок 2, а). Далее, когда количество заряда в кольце q_+ станет равным по модулю количеству заряда кольца Q_+ , т. е. достигнет своего номинального значения, в земном ядре будут образованы два концентрических кольцевых тока цилиндрической формы, равных по силе и противоположных по направлению ($I_- = i_+$). Это приведет к полной потере некомпенсированного заряда ионосферой и снижению силовой характеристики МПЗ за кольцевым током I_- в мантии, коре, на поверхности Земли, и околоземном пространстве (рисунок 2, б). Но это отнюдь не означает ослабления силовой характеристики МПЗ в целом, так как при этой фазе его основная энергия сосредоточена в ядре между кольцевыми токами I_- и i_+ , где значение вектора индукции B достигает своего очередного максимального значения.

Проанализируем значение и направление вектора индукции B МПЗ в характерных зонах Земли и околоземного пространства, соответствующих данной фазе развития. Во внешней стороне кольцевого тока I_- (в мантии, коре, атмосфере и околоземном пространстве) значение результирующего вектора индукции B МПЗ понизится, и этот вектор направлен к северу, т. к. в этой зоне векторы B_- и b_+ направлены противоположно. Во внутренней стороне кольцевого тока I_- , то есть в кольцеобразном промежутке токов I_- и i_+ , где сосредоточена основная энергия МПЗ в данной фазе, вследствие того, что векторы B_- и b_+ направлены в одну и ту же сторону, результирующий вектор B имеет максимальное значение и направлен к югу. В центральной части земного шара, во внутренней полости кольцевого тока i_+ значение вектора B тоже понизится, по причине противоположности направлений векторов B_- и b_+ , и вектор B направлен к северу (рисунок 2, б).

Дальнейшее развитие ЕГМиЭПЗ приведет к ускоренному расширению кольцевого тока I_- и к выходу этого кольцевого тока из пределов ядра и постепенному долгому переходу его через мантию и кору, и далее к внешнему краю земной атмосферы. Этот переход (от рисунка 2, б до рисунка 2, в) зеркально идентичен переходу, описанному выше (от рисунка 1, б до рисунка 1, в). В связи с этим, вновь появится некомпенсированный заряд ионосферы, но этот заряд отрицательный, следовательно, вектор ЭПЗ E в этой фазе будет направлен от поверхности Земли к ионосфере.

Фазы ЕГМиЭПЗ, показанные на рисунке 1, в и на рисунке 2, в, по знаку зарядов являются зеркально противоположными. Это означает, что пройден инверсионный период (от рисунка 1, в

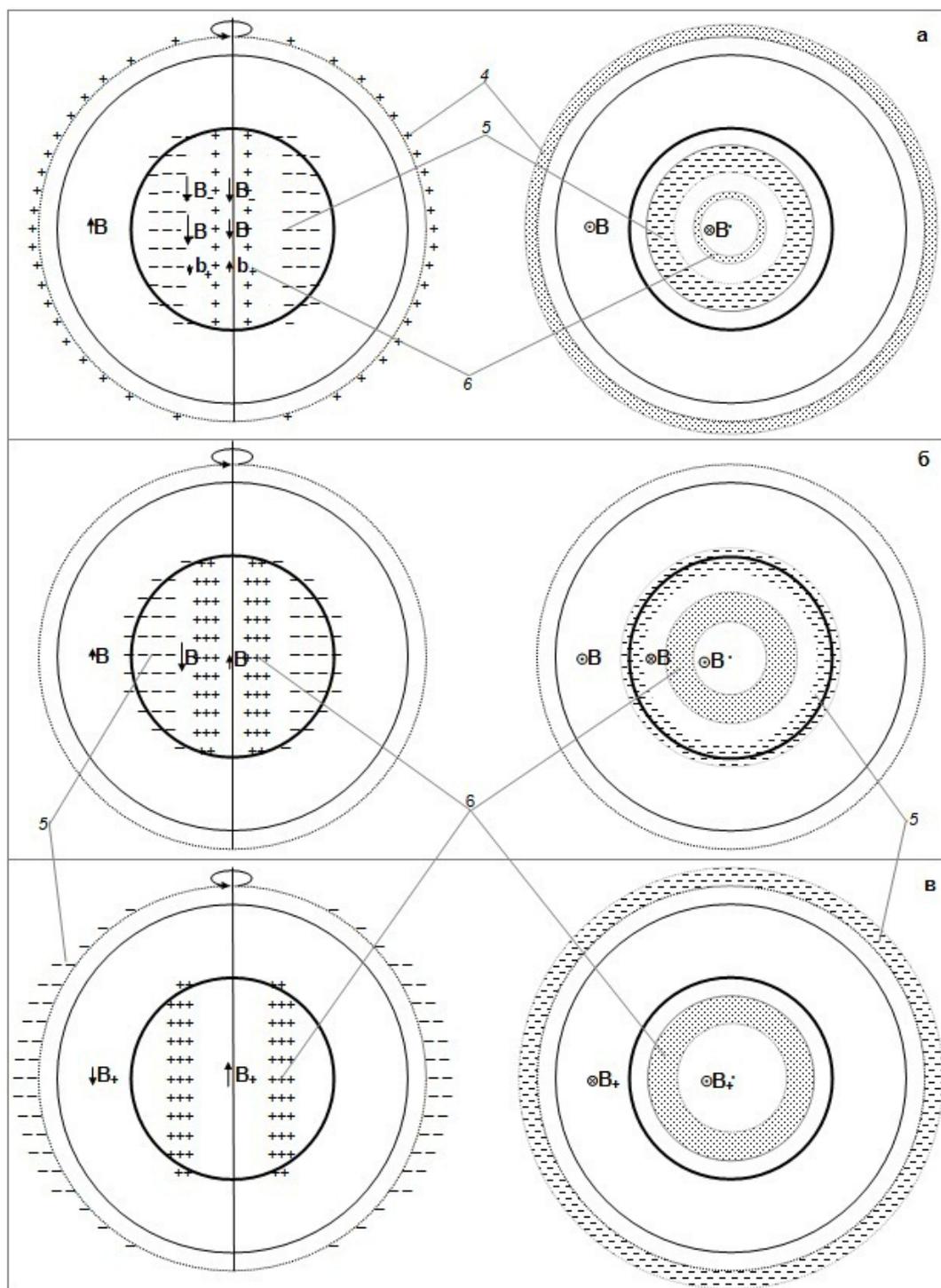


Рисунок 2 – Схема дальнейшего развития процесса генерации ЕГМиЭПЗ (слева – в меридиональном, справа – в экваториальном срезе). Цифрами обозначены: 4, 5, 6 – области с некомпенсированными зарядами, 4 – Q_+ ; 5 – Q_- ; 6 – q_+

до рисунка 2, в) не только МПЗ, но и ЕГМ и ЭПЗ в целом. Данный период составляет половину одного полного цикла изменений ЕГМ и ЭПЗ.

Должно быть, уже стал ясен сценарий дальнейшего развития ЕГМ и ЭПЗ. 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 фазы, показанной на рисунке 1, в, пройдя еще один очередной инверсионный период. Таким образом, один полный цикл ЕГМ и ЭПЗ состоит из двух смежных инверсионных периодов, подобно тому, как полный 22-летний цикл магнетизма Солнца состоит из двух смежных 11-летних инверсионных периодов [9].

Расчеты силы кольцевого тока и количества зарядов. Авторами произведен расчет номинального количества некомпенсированных зарядов в кольцевой области Q_- в форме короткой цилиндрической поверхности для фазы, соответствующей рисунку 1, в, вращение которой равносильно кольцевому току I_- , являющемуся основным источником геомагнитного поля. Данная фаза характеризуется достаточной изученностью и наибольшей стабильностью МПЗ за весь период наблюдений. Для этого воспользовались математическими выкладками из источника [5, с. 338–342] по расчету магнитного поля петли с током, на расстояниях, намного превышающих линейные размеры петли, т. е. вдали от нее. Для убедительности расчет формул ведется, так же как и в источнике в системе СГС, а полученные из расчета значения величин, будут переведены в систему СИ. Магнитный момент петли с током в системе СГС выражается формулой:

$$M = \frac{I \cdot S}{c}, \quad (9)$$

где S – площадь петли; c – скорость света.

Для расчета принимаем некоторые упрощения. Считаем кольцевой ток I_- расположенным симметрично относительно оси Земли, и его радиус R_I равным половине радиуса ядра R_c Земли, то есть $R_I = R_c / 2$. Значения величин магнитного момента M получаем из [10, с. 142] и радиуса Земли R_E и ее ядра $R_c = 0.55 \cdot R_E$ из [11]:

$$M = 7.98 \cdot 10^{25} \text{ Гс} \cdot \text{см}^3;$$

$$S = \pi \cdot R_I^2 = \pi \cdot [(0.55 \cdot R_E) / 2]^2 = 3.14 \cdot \left(\frac{0.55 \cdot 6370 \cdot 10^5}{2}\right)^2 \approx 9.6 \cdot 10^{16} \text{ см}^2.$$

Линейные размеры тока I_- малы по сравнению с размерами магнитосферы Земли, поэтому его уподобляем петле с током. Из формулы (9) выражаем силу тока I_- :

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

Используя из [5, с.413, 414] соотношения между единицами силы тока в системах СГСЭ и СИ, $1A = 2.998 \cdot 10^9 \text{ СГСЭ} /c$, найдем, что сила кольцевого тока $I_- \approx 8.34 \cdot 10^9 \text{ А}$. Следовательно, некомпенсированный отрицательный заряд кольцевой области при соответствующей фазе с учетом периода T вращения Земли вокруг собственной оси:

$$Q_- = I_- \cdot T = 8.34 \cdot 10^9 \text{ А} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} = -7.21 \cdot 10^{14} \text{ Кл}.$$

Вращение этой кольцевой области в форме короткой цилиндрической поверхности, с некомпенсированным отрицательным количеством заряда $Q_- = -7.21 \cdot 10^{14} \text{ Кл}$, равносильно кольцевому току $I_- = 8.34 \cdot 10^9 \text{ А}$, текущему в центральной части земного ядра против направления вращения Земли, которым и создается главное МПЗ при данной фазе развития.

Следствия, вытекающие из разработанного механизма. Анализируя изложенное выше непрерывное циклическое развитие ЕГМиЭПЗ, убеждаемся, что разработанный механизм включает в себя механизмы процессов инверсий и цикличности не только МПЗ, как ранее считалось, но и ЕГМ и ЭПЗ в целом. Механизм также раскрывает философическую сущность МПЗ и ЭПЗ, как единства и борьбы противоположностей. При этом МПЗ играет роль «созидателя» ЕГМиЭПЗ, а ЭПЗ – его «нейтрализующую противоположность». Кроме этого, из анализа развития механизма ЕГМ и ЭПЗ выявляется причина корреляции флуктуаций МПЗ с флуктуациями скорости вращения земного шара, а причина наклона оси МПЗ, как результат взаимодействия магнитных полей двух концентрических кольцевых токов противоположных направлений: I_- и i_+ (см. рисунок 2, а).

Выше описан идеализированный случай генерации и симметричного развития ЕГМ и ЭПЗ. В условиях реального земного шара геологические движения в ядре, а также неоднородности геологического строения Земли (особенно выше мантии) приводят к искажениям от симметрии и ряду побочных явлений. Неравномерность строения земной коры в областях глубоких океанов (тихоокеанский регион) и в областях обширной суши, нарушают однородность и симметричность кольцевой области с некомпенсированным Q_- зарядом. В частности, ввиду существенного отличия диэлектрической проницаемости воды ($\epsilon_v = 81$) от диэлектрической проницаемости большинства неметаллических горных пород ($\epsilon_r < 10$) земной коры, электрическое взаимодействие между областями Q_- и Q_+ (в периоды фаз на рисунках 1, 2, в) в регионах глубоких океанов оказывается слабее, чем в регионах обширной суши. Это обстоятельство в период существования этих фаз тысячелетиями позволяет магнитным силам накопить во внутренней кольцевой области Q_- под глубокими океанами (Тихий океан) несколько большее количество зарядов, чем под обширной сушей. Именно по этой причине ось МПЗ сдвигается в сторону Тихого океана. Кроме этого, кольцевая область Q_- может подвергаться деформациям геодинамическими процессами в земном ядре. В итоге вращение деформированной и несимметричной кольцевой области с некомпенсированным зарядом Q_- приводит к глобальным магнитным аномалиям в соответствующих регионах. Кроме этого, как по наследству передаются все изъяны и деформации основного источника МПЗ к вновь зарождающимся кольцевым областям. В данном случае от Q_- к q_+ , т. е. образование новой кольцевой области протекает внутри и под непосредственным действием магнитного поля своего предшественника.

Разработанный авторами механизм ЕГМ и ЭПЗ не исключает возможности вихревых потоков в жидком ядре Земли. Однако эти вихревые потоки не создают глобального магнитного поля, как считают сторонники гипотезы «гидромагнитного динамо» [10, с. 145–147], а могут деформировать кольцевую область и создавать лишь магнитные аномалии, перемешивая и вовлекая в вихрь некомпенсированные заряды в кольцевой области Q_- , подобно образованию солнечных пятен [9].

В настоящее время завершаются исследования по детальному анализу таких локальных атмосферных явлений, как зарядка облаков, грозы и разряды в верхней атмосфере в рамках разработанного механизма ЕГМ и ЭПЗ. По результатам предварительных исследований, указанные явления также логично согласовываются с механизмом формирования ЕГМ и ЭПЗ, как результат действия механизма разделения зарядов в локальных неоднородностях атмосферы, т. е. в облаках.

Выводы. На основе результатов многолетних исследований авторов можно отметить следующее:

В соответствии с научными положениями фундаментальной электродинамики разработан механизм генерации и изменения единого глобального магнитного и электрического поля Земли, тем самым выявлено единство и глобальность земных электромагнитных процессов.

Предложенный механизм достаточно хорошо согласуется с основными фактическими материалами, полученными в результате многолетних теоретических и инструментальных исследований электрических и магнитных полей Земли исследователями-геофизиками всего мира.

Теоретически обоснованный и разработанный механизм формирования и изменения характеристик ЕГМ и ЭПЗ выявляет диалектическое единство глобального магнитного и электрического поля Земли. Дает возможность научно объяснить инверсионную цикличность и ряд других, не имеющих

ранее научного объяснения, фактов и явлений земного электромагнетизма, таких, как наклон и сдвиг оси МПЗ, глобальные магнитные аномалии, атмосферное электричество, обосновать единую основу земных электромагнитных процессов.

Поступила: 16.04.22; рецензирована: 25.04.22; принята: 28.04.22.

Литература

1. Ученые НИТУ «МИСиС» доказали несостоятельность классической теории строения Земли. URL: <https://misis.ru/university/news/science/2016-05/4070> (дата обращения: 15.04.2022).
2. Кузнецов В.В. Физика Земли / В.В. Кузнецов // Электронный учебник-монография: в 21 гл. Глава 14. Модели генерации магнитного поля Земли. Новосибирск, 2011. 51 с.
3. Омуркулов Т.А. Явление генерации и непрерывного инверсионно-циклического развития собственного магнитного и электрического полей проводящих тел / Т.А. Омуркулов // Изв. НАН КР. 2015. № 2. С. 35–39.
4. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 2 / И.В. Савельев // Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. М.: Наука, 1982. 496 с.
5. Парселл Э. Электричество и магнетизм / Э. Парселл; пер. с англ. М.: Наука, 1983. 416 с.
6. Кузнецов О.Л. Введение в геофизику / О.Л. Кузнецов, С.В. Каляшин. М.: РАЕН, 2011. 274 с.
7. Омуркулов Т.А. Глобальные токи Земли / Т.А. Омуркулов, К.Т. Тажигаев // Естественнонаучный журнал «Точная наука». Кемерово, 2018. № 24. С. 13–19.
8. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике. Ч. 5. / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс; пер. с англ. // Электричество и магнетизм. М.: Мир, 1977. 300 с.
9. Омуркулов Т.А. Сущность магнитных полей Солнца / Т.А. Омуркулов // Вестник Иссык-Кульского ун-та. Каракол, 2010. № 26. С. 73–82.
10. Хаббард У. Внутреннее строение планет / У. Хаббард; пер. с англ. М.: Мир, 1987. 328 с.
11. Ядро Земли. URL: <https://indicator.ru/label/yadro-zemli> (дата обращения: 15.04.2022).