

---

---

**ДРЕЙФ ПРОЕКЦИИ ГЕОМАГНИТНОЙ ОСИ – ВДОЛЬ ЗЕМНОЙ  
ПОВЕРХНОСТИ, В МЕРИДИОНАЛЬНОЙ И ЭКВАТОРИАЛЬНОЙ  
ПЛОСКОСТЯХ ЗЕМЛИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 400 ЛЕТ**

**Чхетია А.М., Гогочури Д.Б.**

Институт геофизики им. Михаила Нодиа, 0193 Тбилиси, ул. М.Александрзе 1, Грузия  
E-Mail: [www.ggs.org.ge](http://www.ggs.org.ge)

В настоящее время хорошо известно, что наблюдаемое на поверхности Земли магнитное поле ( $\vec{T}$ ) является следствием наложения магнитных полей, создаваемых различными источниками и может быть представлено в виде следующей векторной суммы:

$$\vec{T} = \vec{T}_0 + \vec{T}_m + \vec{T}_a + \vec{T}_e + \vec{T}_v + \vec{T}_L \quad (1)$$

где  $T_0$  - поле однородного намагничивания земного шара (дипольное поле);  $T_m$  - поле, вызванное неоднородностью глубоких слоев земного шара (недипольное или материковое поле, его также называют полем мировых аномалий);  $T_a$  - поле, обусловленное намагниченностью верхних частей Земли (аномальное поле);  $T_e$  - поле, связанное с внешними причинами [в основном, это токовые системы, находящиеся на магнитопаузе (DCF), в радиационном поясе (DR) и в ионосфере (I), причины генерации которых связаны с деятельностью Солнца];  $T_v$  - поле вариации токовых систем-DCF, DR, I (связанных с солнечной активностью, нестационарными процессами на Солнце);  $T_L$ - локальные быстрые изменения поля, связанные с упругими напряжениями на небольшой глубине - в коре или в верхней мантии. Сумму полей дипольного ( $T_0$ ) и недипольного ( $T_m$ ) называют главным магнитным полем Земли. В поле, наблюдаемом на поверхности Земли, вклад главного поля составляет в среднем около 95%, притом примерно 90% приходится на дипольное поле, а 5% на - недипольное.

Цель работы - внести наш скромный вклад в дело уточнения вопроса перемещения источника (или источников) магнитного поля Земли внутри земного шара. В процессе исследования были использованы географические координаты магнитных полюсов Земли за последние 400 лет [1,2].

На рис.1 приводятся проекции на поверхности Земли - оси геомагнитного центрального магнитного диполя (построенного на основе данных Е.Вестина [3]) и реальной - физической земной магнитной оси ( по данным М.Лейбова [2]), за 1942 год.

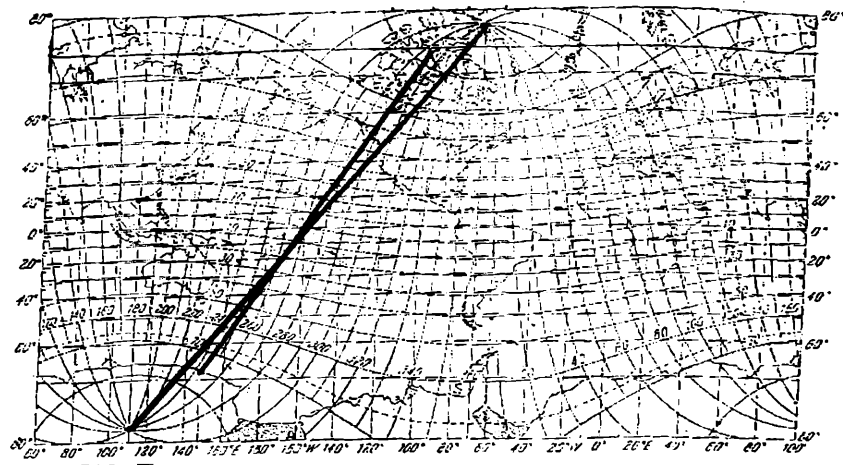


Рис.1.Проекция на поверхности Земли – оси геомагнитного центрального магнитного диполя [3] и реальной физической земной магнитной оси.

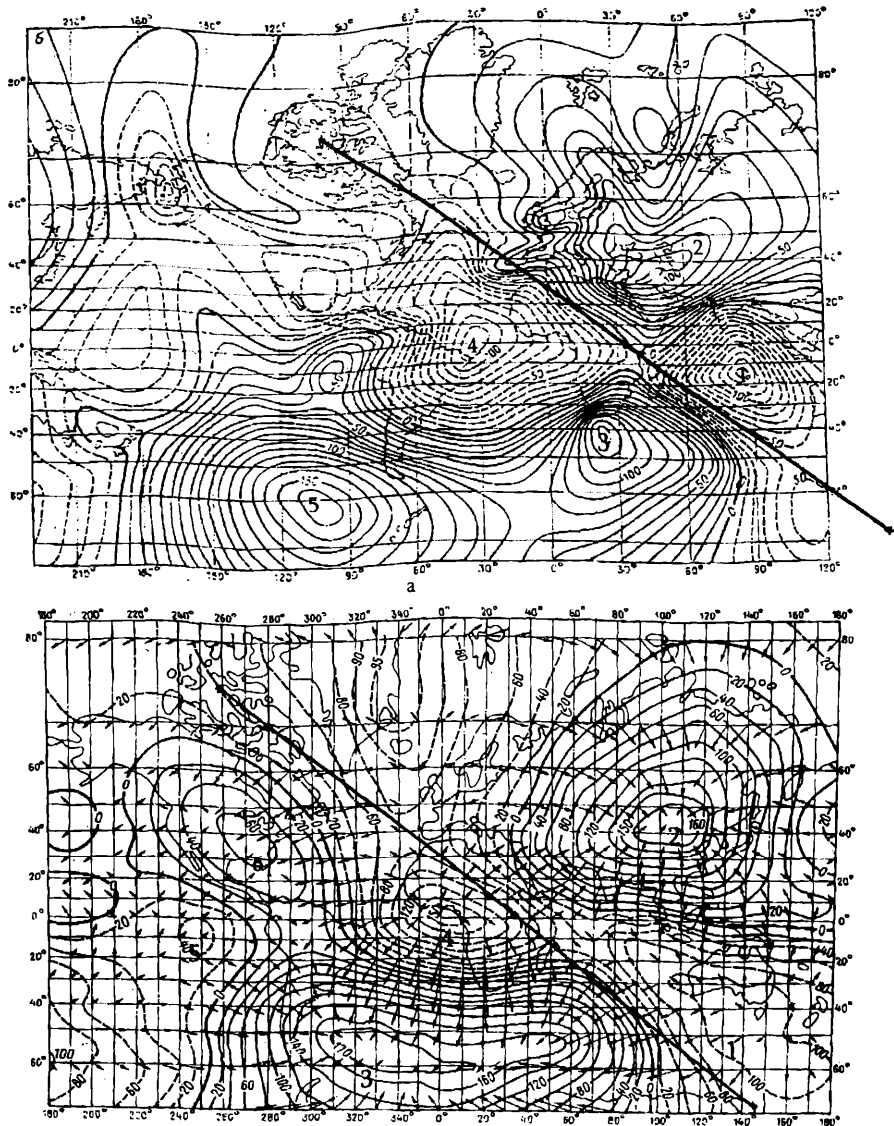
Из рис.1 видно, что:

1. физическая магнитная ось Земли уклоняется от оси геомагнитного диполя;
2. рассчитанный Вестиним северный геомагнитный полюс расположен на  $4^0$  севернее и на  $30^0$  восточнее магнитного полюса, а южный геомагнитный полюс - на  $10^0$  южнее и на  $15^0$  западнее.
3. геомагнитная ось пересекает магнитную ось в точке с координатами:  $\varphi=20^0$  южной широты и  $\lambda=170^0$  западной долготы.

Основная причина расхождения физического магнитного поля от поля диполя несомненно связана с мировыми магнитными аномалиями. Из вышеизложенного, естественно, следует, что физическое магнитное поле должно проявиться на картах геомагнитного поля - изодинами мировых аномалий геомагнитного поля и изопорами вековых геомагнитных вариаций.

На рис. 2 приводятся карты вертикальной составляющей геомагнитного поля - изопор вековых геомагнитных вариаций (рис.2а [4]) и изодин мировых аномалий (рис.2б [5]) для эпохи 1942 года. Значения изопор приведены в н.тес./год. Пунктирные изопоры - отрицательные значения, сплошные-положительные. На карте изодин мировых аномалий (рис.2б) стрелками показана горизонтальная составляющая. Векторы горизонтальной составляющей направлены к центру аномалий Z компоненты или от центра. Это указывает на то, что центральная часть области изолиний является источником силовых линий, которые либо входят туда, либо выходят оттуда. На карте изодин значения приведены в миллиэрстедах, отрицательным значениям соответствуют пунктирные изодины.

За тот же период (1942 г.) на картах Вестина и др. (рис.2) приводятся проекции физической земной магнитной оси на поверхности Земли.



6

Рис. 2(а,б). Карты вертикальной составляющей геомагнитного поля - изопрок вековых геомагнитных вариаций (а [4]) и изодин мировых аномалий (б [5]) для эпохи 1942 г. На картах также приводятся проекции физической земной магнитной оси на поверхности Земли.

Анализируя рис.2, приходим к следующим выводам:

1. логично согласиться с мнением Яновского [1], что карты вертикальной составляющей геомагнитного поля - изодин мировых аномалий геомагнитного поля и изопор вековых геомагнитных вариаций в общих чертах показывают определенную связь;

2. на картах - изопор вековых геомагнитных вариаций и изодин мировых аномалий, проекция магнитной оси Земли вдоль земной поверхности располагается в полосе интенсивных отрицательных фокусов - Индонезийского (1), Атлантического (4) и как бы разделяет интенсивные положительные фокусы - Иранский к югу от Каспийского моря (2) и от Южно-африканского (3).

Исследования карт изопор вековых геомагнитных вариаций по Вестину и др. [6], карт изодин мировых аномалий магнитного поля по Булларду и др. [7] и геомагнитного поля по археомагнитным данным по Юкитаки [8], Бурлацкой и др. [9] выявили, что главные структурные элементы геомагнитного поля дрейфуют на запад со скоростью 0,18 град/год и к северу (скорость смещения которого меньше и можно рассмотреть, как явление второго порядка на фоне западного дрейфа [1]).

Из всего вышесказанного логично возникает вопрос - какова динамика перемещения, т.е. каков дрейф проекции магнитной оси Земли вдоль земной поверхности за последние 400 лет.

На рис.3 приводятся проекции на поверхности Земли физической земной магнитной оси для разных эпох - 1 - 1600 г., 2-1700 г., 3-1800 г., 4-1900г., 5-1950 г., 6-2000 г. (звездочками - \* обозначены центры магнитных осей).

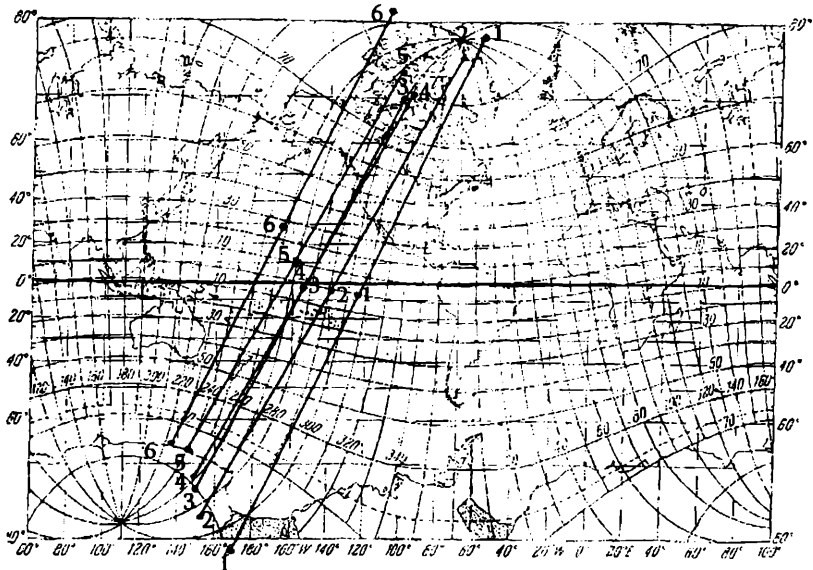


Рис. 3. Проекция на поверхности Земли физической земной магнитной оси для разных эпох -1- 1600 г., 2-1700г., 3-1800 г., 4-1900г., 5-1950г., 6-2000г. (звёздочками - \* обозначены центры магнитных осей).

Анализируя рис.3, приходим к следующим выводам:

1. явно наблюдается западный дрейф-продвижение проекции земной магнитной оси на поверхности Земли к западу с переменной скоростью;

2. в экваториальной области средняя скорость западного дрейфа проекции магнитной оси вдоль земной поверхности равна 0,15 град/год (если не учесть замедление с 1800 по 1900 гг., то  $\Delta\lambda/\Delta t=0,175$  град/год);

3. логично можно предположить, что западный дрейф-фокусов векового хода [6], недипольной части главного магнитного поля [7], геомагнитного поля (по археомагнитным данным) [8, 9] и проекции магнитной оси Земли вдоль земной поверхности является лишь разным проявлением одного и того же явления-перемещения источника (или источников) магнитного поля Земли внутрь земного шара, и эти исследования как бы дополняют друг друга;

4. наблюдается южно-северный дрейф продвижения центра проекции земной магнитной оси на поверхности Земли с южного полушария в северное с переменной скоростью;

5. средняя скорость дрейфа южно-северной компоненты центра проекции магнитной оси на поверхности Земли равна 0,10 град/год и на два порядка больше, чем признано в настоящее время.

На рис.4 приводятся проекции магнитной оси Земли - в меридиональной плоскости (проходящей через Гринвичский меридиан (рис.4а) и экваториальной плоскости Земли (рис.4б) для разных эпох (1-1600 г., 2-1700 г., 3-1800 г., 4-1900 г., 5-2000 г.).

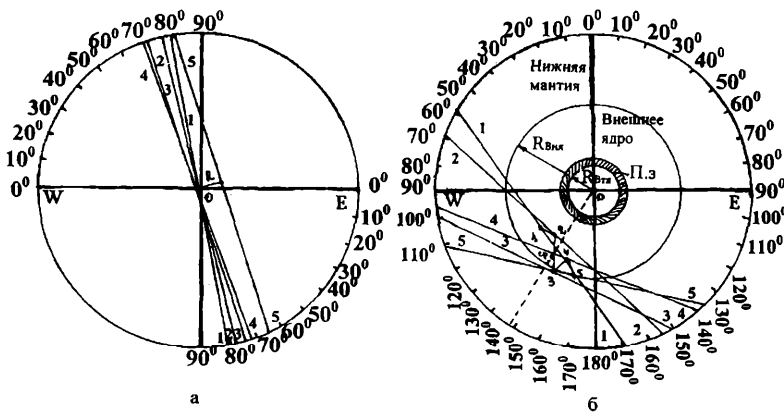


Рис. 4. Проекция магнитной оси Земли в меридиональной плоскости (проходящей через Гринвичский меридиан – (а) и экваториальной плоскости Земли (б), для разных эпох (1-1600г., 2-1700г., 3-1800г., 4-1900г., 5-2000г.). Обозначения:  $R_{вн}$  - граница внешнего ядра,  $R_{внт}$  - внутреннее ядро, П.з. - переходная зона.

Анализируя рис.4 приходим к выводам:

1. центры проекции магнитной оси в меридиональной плоскости Земли (рис.4а) за период 1600-1900 гг. находились западнее от центра Земли и были смещены на (100-200) км. С 1900 по 2000 годов, величина смещения изменила направление – с запада на восток и параллельно переместилась на 1000 км;

2. центры проекции магнитной оси в экваториальной плоскости Земли, в среднем, расположены в южно-западном направлении ( $\lambda \approx 150^\circ$  З. долг.), и со временем ( для разных

эпох) наблюдается погружение и всплывание проекции центра земной магнитной оси в зоне внешнего ядра и нижней мантии.

Полученный нами результат находится в согласии с результатом Е.Булларда, подробно анализировавшего особо интенсивные вековые вариации около южной Африки [10, 11].

На рис.5 приводится временное (для разных эпох) погружение и всплывание проекции центра земной магнитной оси в зоне внешнего ядра - в области от 2400 км. до 3600 км. от центра Земли.

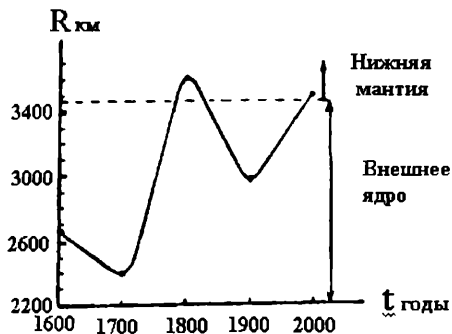


рис.5 Временное (для разных эпох) погружение и всплывание проекции центра земной магнитной оси в зоне внешнего ядра - в области от 2400 км до 3600 км от центра Земли.

#### Основные результаты исследования сводятся к следующему:

1. выявлена скорость западного и северного дрейфа проекции земной магнитной оси на поверхности Земли;

2. установлено, что проекция магнитной оси Земли на поверхности Земли непрерывно перемещается к западу со средней скоростью 0,15 град/год. Полученный нами результат западного дрейфа находится в согласии со средней скоростью 0,18 град/год, полученной для фокусов векового хода (Вестин и др. [6], недипольной части главного поля (Буллард и др. [7] и геомагнитного поля по археомагнитным данным (Юкитаки [8], Бурлацкая и др. [9]);

3. установлено, что центр проекции магнитной оси на поверхности Земли во времени испытывает медленный дрейф к северу (со средней скоростью 0,1 град/год). Полученный нами результат северного дрейфа на два порядка больше, чем признано в настоящее время;

4. выявлено, что источник магнитного поля Земли находится в южно-западном направлении ( $\lambda=150^{\circ}W$ ) на глубине раздела внешнего ядра - мантии (среднее расстояние ~ 3000 км. от центра Земли), и со временем (для разных эпох) испытывает всплывания (max 3600 км.) и погружения (min 2400 км.);

5. из всего вышеизложенного логично предположить, что западный дрейф: фокусов векового хода, недипольной части главного магнитного поля, геомагнитного поля (по археомагнитным данным) и дрейф проекции магнитной оси Земли вдоль земной поверхности, в меридиональной и экваториальной плоскостях являются лишь разным проявлением одного и того же явления - перемещения источника (или источников) магнитного поля Земли внутри земного шара, и эти исследования как бы дополняют друг друга.

## ლიტერატურა\*

1. Яновский Б.М. Земной магнетизм. Из-во: Ленинград, ЛГУ, стр.69, 1978.
2. Лейбов М. Планетарии. Журнал "Вокруг света". Март, стр. 85, 2003.
3. Справочник по геофизике. Перевод с английского. Из-во: "Наука". Главная редакция физико-математической литературы, Москва, стр.296, 1965.
4. Vestine E.H., Laporte L., Cooper C., Lange I., Hendrix W.C. Distription of the Earth's magnetic field and its secular change. Carnegie inst Washington publ., 1947, 578, pp.1-522.
5. Vestine E.H., Laporte L., Lange I., Scott W.E. The geomagnetic field: its description and analysis. Carnegie inst. Washington publ., 1947, 580, P.1-390.
6. Vestine E.H., Laporte L., Copper C. Geomagnetic secular change during past epochs - "Trans. Amer. Geophys. Union", 1946, vol. 27. N6, P.814.
7. Bullard E.C., Freedman C., Gellman H., Nixon J. The westward drift of the earth's magnetic field, Phil. trans. Roy. soc. (London), ser.A. 1950, vol.243, pp.67-92.
8. Yukutake T. Archeomagnetic study on volcanic rocks in Oshima Island, Japan. Bull. Eartha, uake res., inst. Tokyo univ., 1961, 39, pp.467-476.
9. Бурлацкая С.П., Нечаева Т.Б., Петрова Г.Н. Реальность западного дрейфа геомагнитного поля по археомагнитным данным. Докл.А.Н. 1968, Т.178, №6, С.1301-1303.
10. Bullard E.C. The secular change in the earth's magnetic field. Monthly notic. Roy. astron. soc. Geophys. suppl., 1948, 5, pp.248-257.
11. Bullard E.C. The magnetic field within the earth. Proc. Roy. soc. (London), ser.A. 1949, 197, pp.433-453.

\*Поскольку проблеме о дрейфе геомагнитного поля посвящено большое число работ, логично цитировать лишь тех авторов, которым принадлежит постановка вопроса.

## გეომაგნიტური დერძის პროექციის დრეიფი – დედამიწის ზედაპირზე, დედამიწის მერიდიანულ და ეკვატორულ სიბრტყეში უკანასკნელი 400 წლის განმავლობაში

ჩხეტია ა.მ., გოგოჭური დ.ბ.

რეზიუმე

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მეთოდი გეომაგნიტური დერძის პროექციის დრეიფი – დედამიწის ზედაპირზე, დედამიწის მერიდიანულ და ეკვატორულ სიბრტყეებში, დრეიფი – საუკუნითი ვარიაციის ფოკუსების, დედამიწის მთავარი მაგნიტური ველის არადიპოლური ნაწილის და გეომაგნიტური ველის (არქეომაგნიტური მონაცემებით) ასახვევ ერთი და იგივე მოვლენას – ჩვენი პლანეტის შიგნით გარე ბირთვსა და მანტიის საზღვარზე არსებული დედამიწის მაგნიტური ველის წყაროს (ან წყაროების) განუწყვეტლივ გადაადგილებას. რამდენიმე მეთოდით დედამიწის მაგნიტური ველის წყაროს დრეიფის კომპლექსური შესწავლა ერთმანეთს ავსებს და საშუალებას გვაძლევს სრულფასოვნად გავიზროთ მოვლენის ფიზიკური არსი.

**ДРЕЙФ ПРОЕКЦИИ ГЕОМАГНИТНОЙ ОСИ – ВДОЛЬ ЗЕМНОЙ  
ПОВЕРХНОСТИ, В МЕРИДИОНАЛЬНОЙ И ЭКВАТОРИАЛЬНОЙ  
ПЛОСКОСТЯХ ЗЕМЛИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 400 ЛЕТ**

**Чхетия А.М., Гогочури Д.Б.**

Реферат

Предложенный нами метод – дрейф проекции геомагнитной оси вдоль земной поверхности, в меридиональной и экваториальной плоскостях Земли и дрейф – фокусов векового хода, недипольной части главного магнитного поля, геомагнитного поля (по археомагнитным данным) является лишь разным проявлением одного и того же явления – перемещения источника (или источников) магнитного поля Земли внутри земного шара, и эти исследования как бы дополняют друг друга.

**THE DRIFT OF THE PROJECTION OF THE GEOMAGNETIC AXIS –  
ALONG THE EARTH SURFACE, ON THE MERIDIONEL AND EQUATORIAL  
PLANES OF THE EARTH FOR THE LAST 400 YEARS**

**Chkhetia A.M., Gogochuri D.B.**

Abstract

The method offered by us-drift of the projection of geomagnetic axis-along the earth surface, on the meridional and equatorial planes of the earth, drifts-focuses of the secular variations, the main earth's magnetic field of the undipole part and geomagnetic field (by the archeological data) represents one and the same phenomenon-location without a break of the spring (or springs) of the earth magnetic field inside our planet near the boundary division of the external nucleus and robe. The complex investigation of the drift of the spring of the Earth's magnetic field by the extent methods additions each other and lets us to mean fully the interpreted value of the physical nature of the phenomenon.