
КИНЕМАТИКА МИГРАЦИИ ГЕОМАГНИТНЫХ ПОЛЮСОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ, ЗА ПОСЛЕДНИЕ 400 ЛЕТ

¹Чхетია А.М., ²Сологашвили Дж.З., ¹Гогочури Д.Б.

¹Институт геофизики им. Михаила Нодиа, 0193 Тбилиси, ул. М.Алексидзе 1, Грузия
E-Mail: www.ggs.org.ge

²Университет им. Давида Агмашенебели Грузии, 0179 Тбилиси,
проспект И.Чавчавадзе 25, Грузия.

Известно, что ряд геофизических явлений, как например полярные сияния, геомагные бури, Форбуш-эффекты космических лучей, ионосферные возмущения и т.п. зависят от геомагнитных координат данной точки Земли. Геомагнитные координаты данной точки Земли зависят от географических координат геомагнитного полюса и вычисляются по формулам сферической тригонометрии. По наблюдениям установлено, что местонахождения полюсов магнитного поля Земли меняются во времени. Изменения координат полюсов геомагнитного поля связаны с источниками магнитного поля, расположенными внутри Земли на границе ядро-мантия, т.е. с механизмом действия «гидродинамического динамо». Следовательно, исследование кинематики миграции магнитных полюсов Земли имеет как научное, так и практическое значение. В работе использованы данные географических координат северного и южного магнитных полюсов Земли по таблице Б.М.Яновского за период 1600-1900 годы [1], а за период 1900-2000 годы были отсчитаны по графику перемещения полюсов по М.Лейбову [2]. Перемещение магнитных полюсов на поверхности Земли было определено: а) по карте, б) по формуле сферической тригонометрии –

$$\cos \Delta S^0 = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos (\lambda_2 - \lambda_1)$$

где φ_1 , λ_1 и φ_2 , λ_2 широта и долгота соответственно двух разных точек поверхности Земли. Расстояние между точками переведено из угловых градусов в километры с учетом местонахождения (широты и долготы) точек наблюдений.

Условно назовем северным полюсом (N) полюс, находящийся в Арктике (хотя, в действительности, он является южным полюсом), а южным полюсом - полюс (S), находящийся в Антарктиде.

На рис.1 представлена миграция магнитных полюсов Земли - северного в Арктике и южного в Антарктиде за 1600-2000 годы.

АРКТИКА

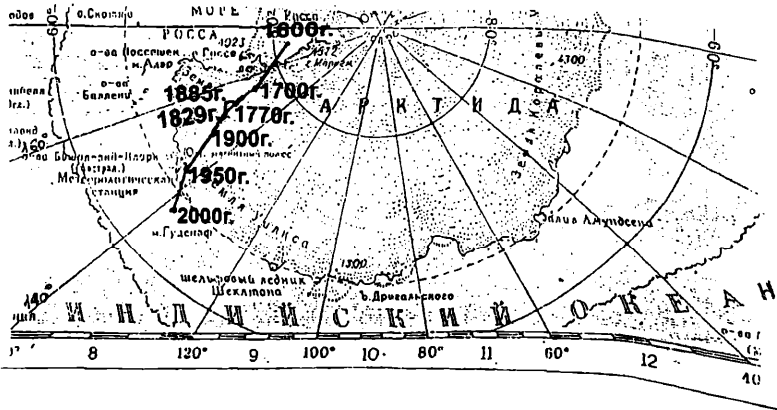
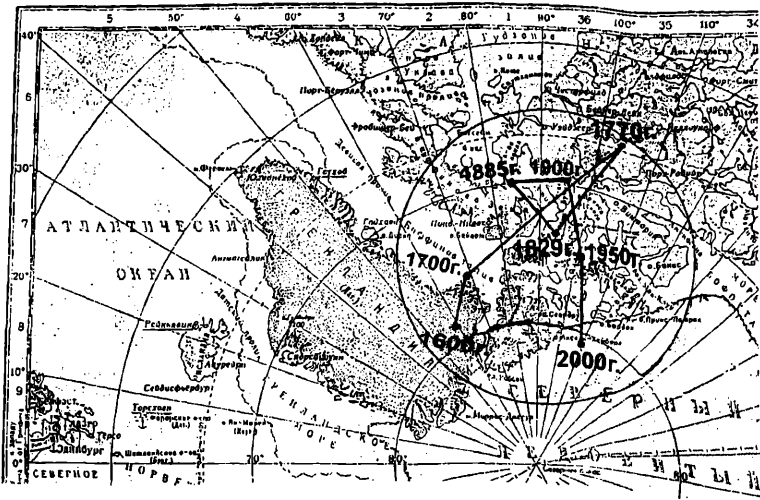


рис.1. Миграция магнитных полюсов Земли – северного в Арктике и южного в Антарктиде за 1600-2000 годы.

Анализируя рис. 1, можно сделать следующие выводы :

1. миграция северного магнитного полюса в Арктике имеет более сложный характер, чем миграция южного в Антарктиде;

2. северный магнитный полюс "вышел" из Гренландии ($\varphi_1 = 78^\circ 42' N$, $\lambda_1 = 59^\circ 00' W$) и опустился на низкие широты ($\varphi \approx 66^\circ N$), описал сложную траекторию, а потом опять вернулся на высокие широты ($\varphi_2 = 80^\circ 48' N$, $\lambda_2 = 109^\circ 48' W$) и утонул в Северном ледовитом океане. В то же время южный магнитный полюс с высшей широты ($\varphi_1 = 81^\circ 16' S$, $\lambda_1 = 169^\circ 30' S$) постепенно спустился на низкие широты ($\varphi_2 = 64^\circ 42' N$, $\lambda_2 = 138^\circ 23' E$), переместился на запад на 1150 км и утонул в Индийском океане;

3. длина траекторий и скорость перемещения северного магнитного полюса за 400 лет почти два раза превосходит величину пути и скорости южного магнитного полюса

$$S_N/S_S=5100 \text{ км}/2350 \text{ км} \approx 2.2 \text{ и } V_N/V_S=12.8 \text{ км/г}/5.9 \text{ км/г} \approx 2.2$$

4. По траектории миграции магнитных полюсов Земли выделяются замкнутые участки, т.е. через определенное время намечается периодичность в движении (рис.2.).

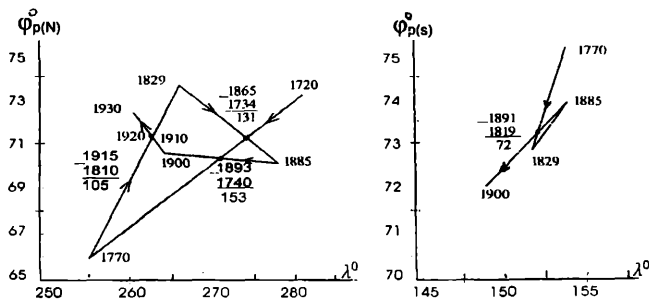


рис.2. Периодичность движения северного и южного магнитных полюсов Земли за 1600-2000 годы.

Рис.2 показывает, что во время движений магнитных полюсов наблюдается периодичность, т.е. через определенное время полюс возвращается в раннее проходимую точку. В северном полушарии выделяются три замкнутые петли (т.е. периодичность) $T_1=131$ лет (1734-1865 гг), $T_2=153$ лет (1740-1893 гг), $T_3 =105$ лет (1810-1915 гг) а в южном полушарии один $T_1 =72$ лет (1819-1891 гг).

На рис.3 представлено изменение скорости перемещения северного и южного магнитных полюсов Земли за 1600-2000 годы.

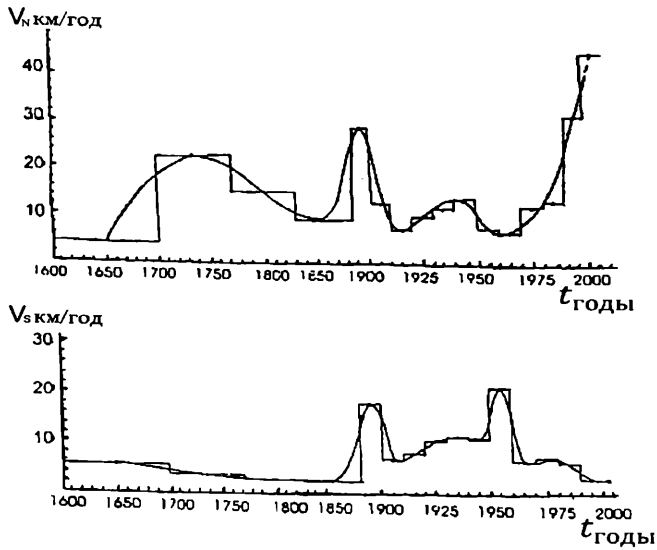


Рис.3 . Изменение скорости перемещения северного и южного магнитных полюсов Земли за 1600-2000 годы.

Анализируя рис.3 можно сделать следующие выводы:

1. изменение скорости перемещения северного магнитного полюса более сложного характера, чем скорость перемещения южного;
2. в течение 1600-2000 лет движение северного магнитного полюса неравномерно-ускоренное , а перемещение южного магнитного полюса за 1600-1850 годы почти равномерное, а за 1900-2000 годы - неравномерно ускоренное;
3. скорость перемещения северного магнитного полюса Земли значительно возрастает за период 1965-2000 годы. Для этого периода скорость неравномерно ускоренного движения математически можно аппроксимировать квадратной функцией:

$$v = 7.1 + 0.04309 (t - t_0) + 0.02397 (t - t_0)^2 , \quad (1)$$

где \$t\$ – время в годах, которое отсчитывается от \$t_0=1965г\$.

4. установлением зависимости скорости от времени, по формуле (1) можно определить и ускорение:

$$a = dv / dt = 0.04309 + 0.04794 (t - t_0) , \quad (2)$$

На рис. 4 представлены кривые скорости и ускорения перемещения северного магнитного полюса Земли за 1965-2000 годы.

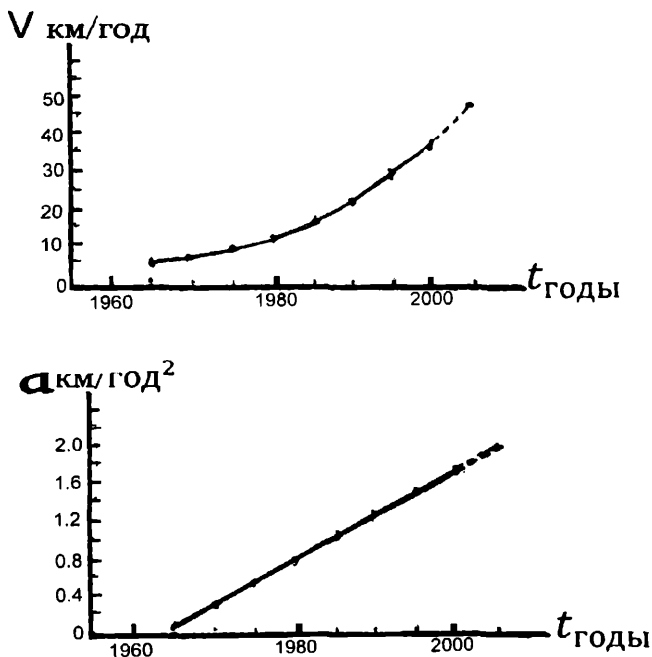


Рис. 4. Скорость (v) и ускорение (a) перемещения северного магнитного полюса Земли за 1965-2000 годы.

Из рис.4 видно, что с1965 г. по 2000 г. скорость перемещения северного магнитного полюса выросла от 7,1 км/г до 38 км/г, а ускорение от 0,01 км/г² до 1,72 км/г² (на рисунке пунктирной линией представлены прогнозные значения скорости и ускорения до 2005 года - $v \approx 47.2$ км/г, $a \approx 2.0$ км/г²).

Полученные нами значения скорости за период 1970-2000 гг. хорошо согласуются с данными Л.Р.Невита и др [3].

На рис.5 представлены временные распределения географических координат (φ_0 - широты и λ_0 - долготы) северного - N и южного - S магнитных полюсов Земли за период 1600-2000 годы.

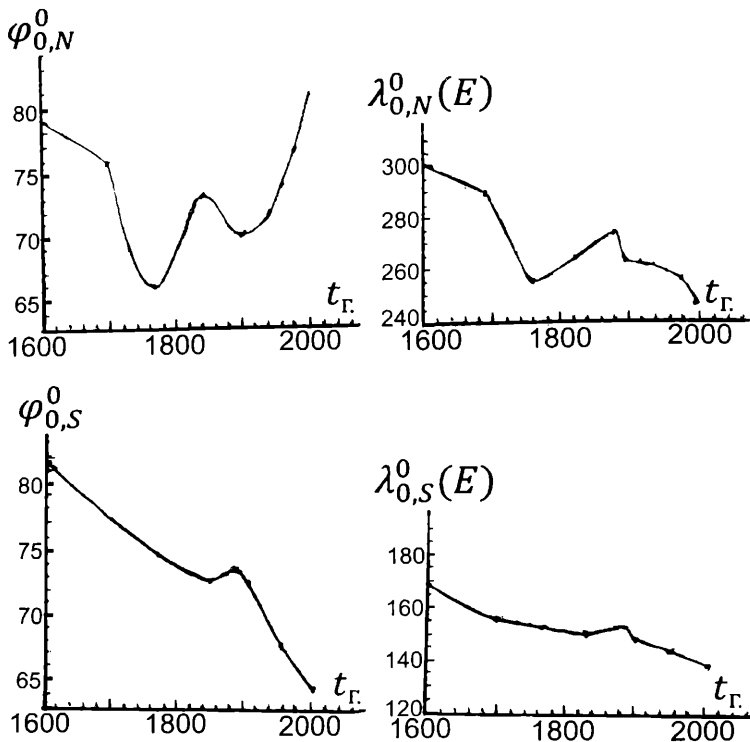


Рис 5. Временное распределение географических координат (φ_0 – широты и λ_0 - долготы) северного - N и южного – S магнитных полюсов Земли за 1600-2000 годы.

Анализируя рис.5 можно сделать следующие выводы:

1. распределения во времени географических координат (φ_0 , λ_0) северного и южного магнитных полюсов значительно отличаются друг от друга; 2. во время анализа ряда географических явлений, в данной точке Земли (φ , λ) важно определить геомагнитные координаты (Φ , Λ). Эту задачу можно решить с помощью следующих формул сферической тригонометрии [1]-

$$\sin \Phi = \sin \varphi_0 \sin \varphi + \cos \varphi_0 \cos \varphi \cos (\lambda - \lambda_0)$$

$$\cos \Lambda = \cos \varphi \sin (\lambda - \lambda_0) / \cos \Phi \quad (4)$$

С этой целью кривые временного распределения географических координат магнитных полюсов Земли (φ_0 , λ_0) за период (1600-2000) годы могут быть очень полезны.

Результаты проведенных исследований – кинематики миграции геомагнитных полюсов на поверхности Земли за последние 400 лет сводятся к следующему:

1. траектория миграции северного полюса в Арктике имеет гораздо более сложную форму, чем южного магнитного полюса в Антарктиде;

2. длина пути перемещения северного магнитного полюса и соответственно скорость движения почти в два раза превышает те же величины южного магнитного полюса;

3. во время движений магнитных полюсов наблюдается периодичность, т.е. через определенное время полюс возвращается в раннее проходимую точку. В северном полушарии выделяются три замкнутые петли (т.е. периодичность) $T_1=131$ лет (1734-1865гг.), $T_2=153$ лет (1740 – 1893 гг.), $T_3 =105$ лет (1810 - 1915 гг.) а в южном полушарии -одна $T_1 =72$ лет (1819-1891гг.);

4. изменения скорости перемещения северного магнитного полюса - более сложного характера, чем южного. Так, например, перемещение северного магнитного полюса за период 1600-2000 годы неравномерно ускоренное, а перемещение южного полюса за период 1600-1850 годы почти равномерное, а за период 1900-2000 годы – неравномерно ускоренное;

5. скорость перемещения северного магнитного полюса Земли за период 1965-2000 годы значительно возрастает. Для этого периода скорость и ускорение перемещения северного полюса Земли математически можно аппроксимировать следующими формулами:

$$v = 7.1 + 0.04309 (t - t_0) + 0.02397 (t - t_0)^2 \text{ км/г,}$$

$$a = 0.04309 + 0.04794 (t - t_0) \text{ км/г}^2,$$

где t - время в годах, которое отсчитывается от $t_0=1965$ г.

6. временные распределения географических координат северного и южного магнитных полюсов Земли (φ_0, λ_0) за период (1600-2000 гг.) могут быть использованы для вычисления геомагнитных координат (Φ, Λ) данной точки поверхности Земли.

Литература

1. Яновский Б.М, Земной магнетизм. Изд-во:ЛГУ. Ленинград, 1978, с.69.
2. Лейбов М.Планетарии. Журнал «Вокруг света». март,2003,с.85.
3. Newitt L.R., Mondea M., McKee L.A. and Orgeval J.J. Recent Acceleration of the North Magnetic Pole Linked to Magnetic Jerks. EOS, Transactions, American Geophysical Union. Volume 83, Number 35 27 August, 2002, p.385-389.

დედამიწის ზედაპირზე გეომაგნიტური პოლუსების მიგრაციის კინემატიკა უკანასკნელი 400 წლის განმავლობაში

ჩხეტია ა.მ., სოლოლაშვილი ჯ.ზ., გოგოჭური დბ.

რეზიუმე

1600-2000 წლებში დედამიწის ზედაპირზე გეომაგნიტური პოლუსების მიგრაციის კინემატიკის ანალიზის შედეგად მივიღეთ დასკვნამდე, რომ დედამიწის მაგნიტური ვეილს წყარო (ჩვენი პლანეტის შიგნით გარე ბირთვსა და მანტიის საზღვარზე არსებული “ჰიდრომაგნიტური დინამო სისტემა”) აშკარად არასტაციონალურ რეჟიმში მუშაობს.

КИНЕМАТИКА МИГРАЦИИ ГЕОМАГНИТНЫХ ПОЛЮСОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 400 ЛЕТ

Чхетия А.М., Сологашвили Дж.З., Гогочури Д.Б.

Реферат

На основе анализа кинематики миграции геомагнитных полюсов на поверхности Земли за 1600-2000 годы приходим к выводу, что основной источник магнитного поля Земли (“Гидромагнитное динамо” внутри Земли на границе внешнего ядра -мантия) работает явно в нестационарном режиме.

THE KINEMATICS MIGRATION OF THE GEOMAGNETIC POLES ALONG THE EARTH SURFACE FOR THE LAST 400 YEARS

Chkhetia A.M., Sologashvili J.Z., Gogochuri D.B.

Abstract

Analyses of the kinematics migration of the geomagnetic poles along the Earth surface, for the 1600-2000 years, we came to the conclusion that the spring of the Earth magnetic field (locations our planet inside near the boundary of the external nucleus and robe “hydrogenic dynamo system”) obvious works in the unstationary regime.