

## СТРУКТУРА ТА ДИНАМІКА КВАЗІПОСТІЙНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ НА ЇЇ ПОВЕРХНІ ТА У БЛИЖНЬОМУ КОСМОСІ

Визначення просторово-часової структури магнітного поля Землі (МПЗ) на її поверхні та в ближньому космосі є вкрай необхідним та актуальним, в зв'язку з її впливом на характер проходження процесів в магнітосфері та іоносфері, а також на механізми та величину магнітних збурень, які розглядаються в якості суттєвого екологічного фактора.

**Ключові слова:** магнітосфера; квазіпостійне магнітне поле; магнітний полюс; ближній космос; іоносфера.

Багато процесів у ближньому космосі та внутрішніх сферах Землі визначаються її магнітним полем [Яновский, 1975]. Просторово-часова структура індукції магнітного поля Землі ( $B$ ) визначається сумою полів від різних джерел:

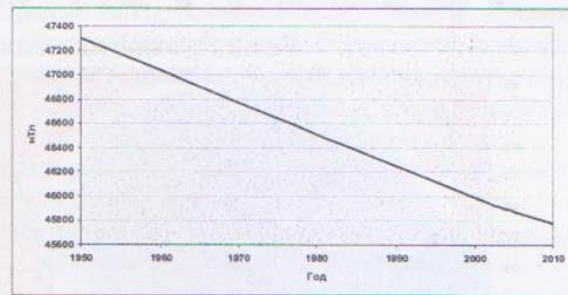
$$B = B_{IGRF} + (\Delta B)a + \delta B$$

де  $B_{IGRF}$  — нормальне (головне) поле Землі, що генерується процесами в рідкому ядрі і яке визначає глобальну просторову і часову структуру поля планети;  $(\Delta B)a$  — аномальне магнітне поле (поле літосфери), обумовлене, в основному, намагніченістю порід,  $\delta B$  — зовнішнє поле, що виникає за рахунок впливу сонячного і космічного випромінювання, магнітних полів Сонця і навколосонячного простору [Орлюк, 2007]. Авторами проаналізовано структуру та динаміку головного магнітного поля Землі на її поверхні і в космосі з метою визначення просторових областей протікання різноманітних процесів в магнітосфері – іоносфері. Зокрема, висота формування внутрішньої і зовнішньої границь радіаційного поясу, іоносферних струмів, обумовлюючих добові варіації геомагнітного поля і т.д. і т.п. Виконана також характеристика просторових особливостей МПЗ на різних висотах залежно від сезонності і розташування Землі на навколосонячній орбіті.

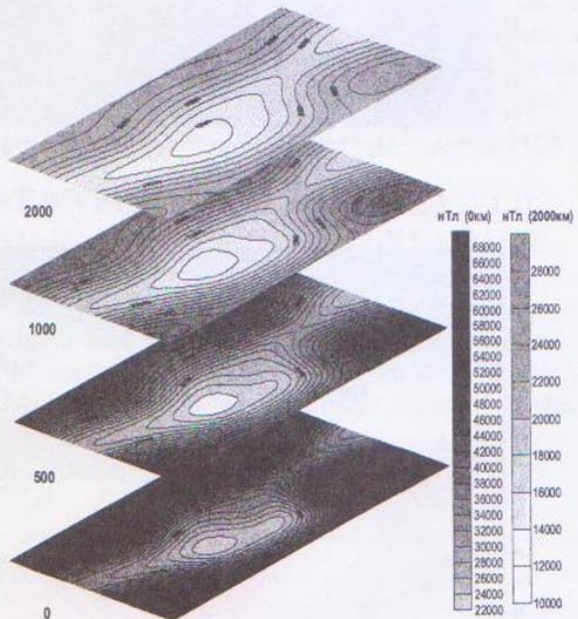
За період з 1950 по 2010рр. середнє значення модуля індукції  $B$  на поверхні планети зменшилося на  $1516 \text{ нТл}$  (з  $47300 \text{ нТл}$  до  $45784 \text{ нТл}$ , (рис.1). У разі збереження такої динаміки поля (зменшення на  $25 \text{ нТл/рік}$ ), всього через 1800 років магнітного поля на Землі не буде. Вже через 300-400 років величина  $B$  буде менше "екологічної норми" ( $B=45000 \pm 10000 \text{ нТл}$  [Орлюк, Роменець, 2005]), а через 1000-1200 років перестане захищати біосферу Землі від космічного випромінювання.

На поверхні планети максимальні значення  $B_{IGRF}$  для 1950 і 2000 рр. характерні для Південного магнітного полюса ( $B_{IGRF,1950}=69000 \text{ нТл}$ ,  $B_{IGRF,2000}=67000 \text{ нТл}$ ), розташованого поблизу Північного географічного полюса Землі, а мінімальні – для приекваторіальних областей Південної Америки ( $B_{IGRF,1950}=24500 \text{ нТл}$ ,  $B_{IGRF,2000}=22900 \text{ нТл}$ ) (рис.2). На висоті польоту супутників 200-600 км значення  $B_{IGRF}$  зменшуються на 10-30% в областях максимумів і на 7-20% - в областях мінімумів на поверхні Землі

(рис.3). В цілому структура магнітного поля на поверхні Землі зберігається аж до висот 30000 км, а інтенсивність складає, наприклад  $B=850 \div 1260 \text{ нТл}$  на висоті 12000 км і  $B=170 \div 250 \text{ нТл}$  на висоті 30000 км.



**Рис.1** Зміна середнього значення модуля  $B$  на поверхні Землі за період 1950-2000рр. (розрахунки з використанням [http://omniweb.gsfc..]).



**Рис.3** Інтенсивність індукції  $B$  на висотах 0-2000 км

Максимуми зменшення поля з 1950р. по 2000р. ( $-5500 \div -6500 \text{ нТл}$  ( $110-130 \text{ нТл/рік}$ ) розташовуються поблизу Антарктичного узбережжя Центральної Америки ( $18^\circ \text{ПнШ}; -65^\circ \text{ЗД}$ ),

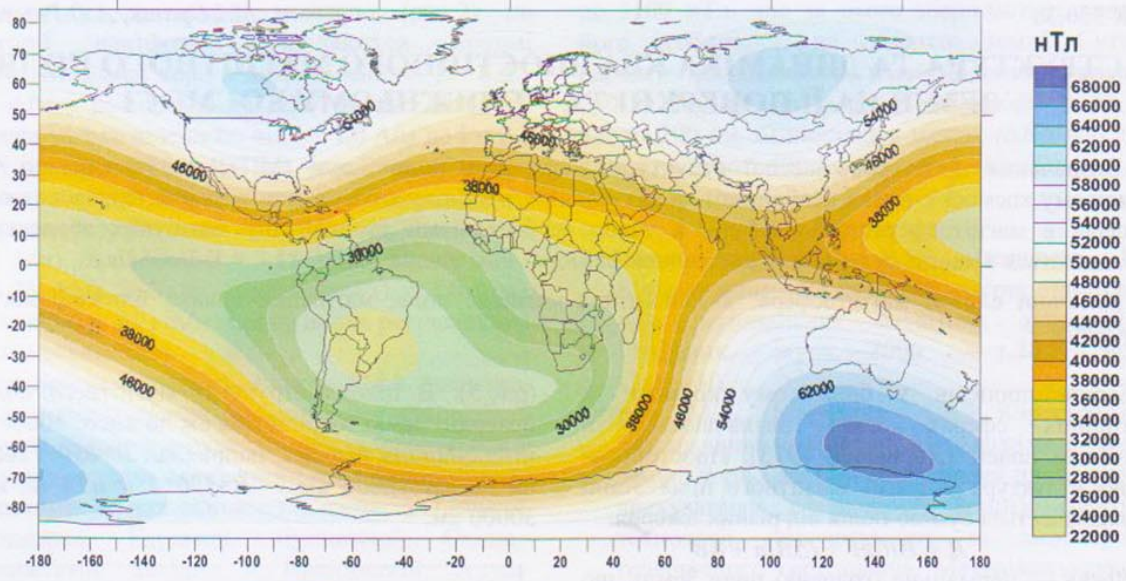


Рис.2 Головне магнітне поле *BGRF* на епоху 2000р.

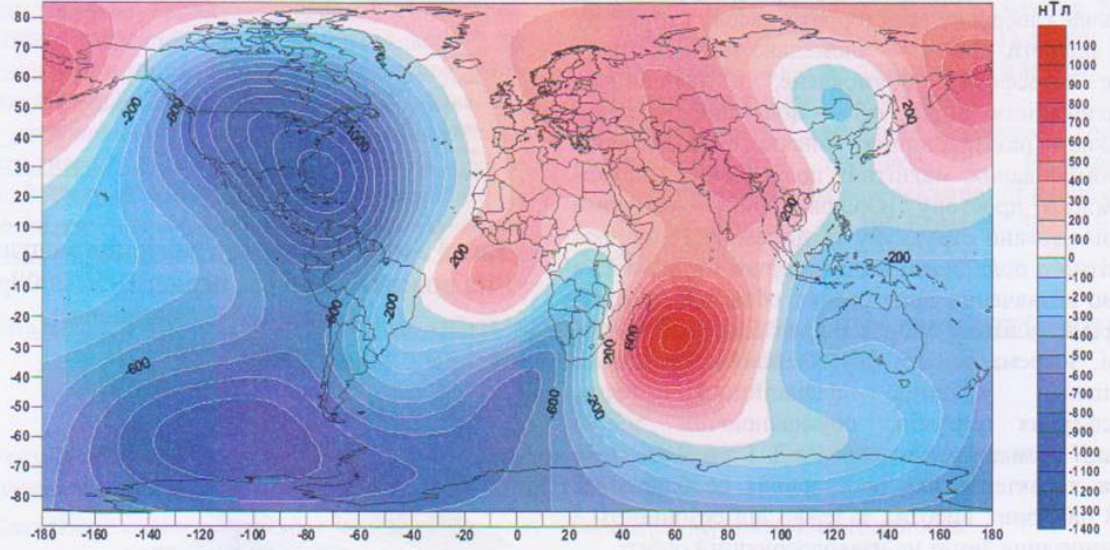


Рис.4 Динаміка магнітного поля *BGRF* за 10 років (2000-2010рр.)

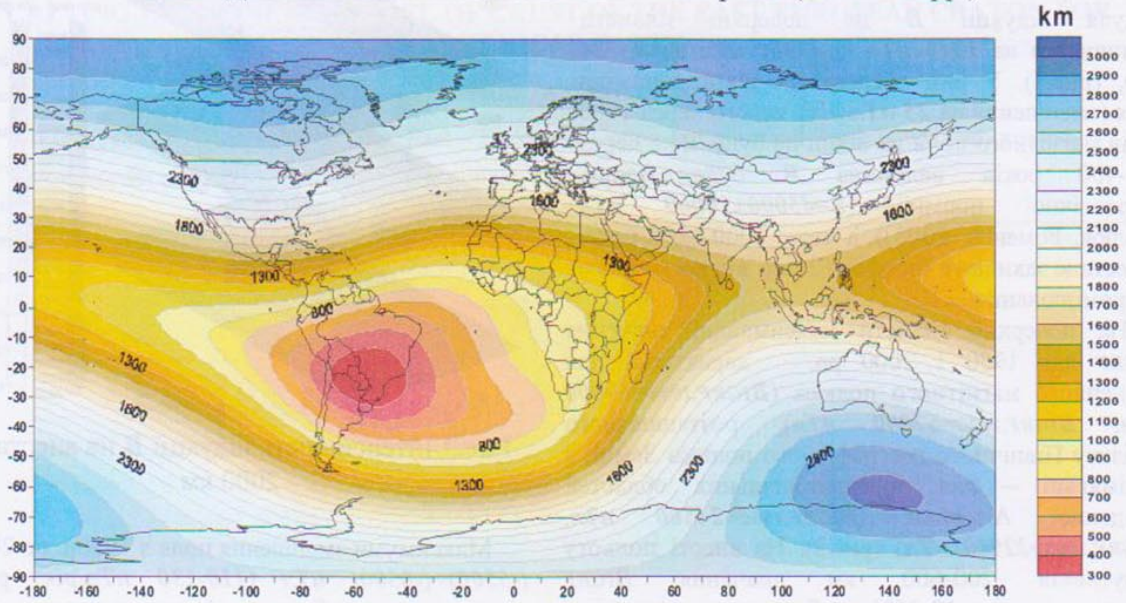


Рис.5 Еквіпотенційна поверхня з індукцією поля  $V=20000$  нТл.

а також між Африкою і Антарктидою ( $-50^{\circ}$ ПдШ;  $10^{\circ}$ СД). Максимуми збільшення поля ( $2000$  нТл) ( $40$  нТл/рік) характерні для Європи ( $60^{\circ}$ ПнШ;  $30^{\circ}$ СД) та Індійського океану ( $30^{\circ}$ ПдШ;  $80^{\circ}$ СД). В 2000-2010рр. область максимального зменшення поля ( $-1400$  нТл,  $140$  нТл/рік) перемістилася в район Мексиканської затоки ( $30^{\circ}$ ПнШ;  $-80^{\circ}$ ЗД), а максимально поле збільшилося ( $1150$  нТл,  $115$  нТл/рік) в районі Індійського океану, на південний схід від Мадагаскару ( $25^{\circ}$ ПдШ;  $60^{\circ}$ СД)(рис.4).

Суттєве зменшення магнітного поля Землі, на фоні якого наростає його своєрідна "контрастність" з наявністю областей з різким зменшенням і зростанням інтенсивності  $B$  поблизу магнітних полюсів, а також напрям і швидкість переміщення самих полюсів мабуть свідчать про те, що в даний час Земля знаходиться в стані або екскурсу МПЗ (зі зменшенням магнітного моменту і різким переміщенням полюсів, з подальшим поверненням в початкове положення), або кінця епохи Брюнес та реальної зміни його полярності.

Відповідно до розрахунків спостерігаються також істотні відмінності висот еквіпотенційних поверхонь  $B$  (висоти, на яких величини індукції магнітного поля мають однакові значення). Зокрема, висота еквіпотенційної поверхні з

індукцією магнітного поля  $B=20000$  нТл змінюється в довготному напрямі від 350 км в районі центральної частини Південної Америки до 2200 км в районі Австралії (рис.5).

Результати виконаного дослідження, можливо, наблизять нас до розуміння механізму взаємодії магнітного поля Землі з магнітним полем Сонця, а також характеру різноманітних процесів в магнітосфері, іоносфері Землі та специфіці їх протікання залежно від "геомагнітного фону", на якому вони відбуваються.

#### Література

- Орлюк М.І. Магнітосфера Землі// Екологічна енциклопедія: У 3 т./ редколегія: А.В.Толстоухов (головний редактор) та ін. – К.: ТОВ "Центр екологічної освіти та інформації".- 2007. - Т.2: Є-Н. — 416 с (С.266).
- Орлюк М.И., Роменец А.А.. Новый критерий оценки пространственно-временной возмущенности магнитного поля Земли и некоторые аспекты его использования// Геофизич. Журн., 2005.—Т.27, №6. — С.1012-1023.
- Яновский Б.А. Земной магнетизм. — М.: Наука, 1978. — 580 с.

[http://omniweb.gsfc.nasa.gov/vitmo/igrf\\_vitmo.html](http://omniweb.gsfc.nasa.gov/vitmo/igrf_vitmo.html)

## СТРУКТУРА И ДИНАМИКА КВАЗИПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ НА ЕЕ ПОВЕРХНОСТИ И В БЛИЖНЕМ КОСМОСЕ

М.И.Орлюк, А.А. Роменец

Определение пространственно-временной структуры магнитного поля Земли (МПЗ) на ее поверхности и в ближнем космосе является крайне необходимым и актуальным, в связи с ее влиянием на характер прохождения процессов в магнитосфере и ионосфере, а также на механизмы и величину магнитных возмущений, которые рассматриваются в качестве существенного экологического фактора.

**Ключевые слова:** магнитосфера; магнитное поле; магнитный полюс; ближний космос; ионосфера.

## STRUCTURE AND DYNAMICS OF KVAZICONSTANT MAGNETIC FIELD OF THE EARTH'S ON ITS SURFACE AND IN FELLOW CREATURE SPACE

M.Orliuk, A.Romenets

Determination of space-temporal structure of the magnetic field of Earth's (MFE) on its surface and in fellow creature space is extremely necessary and actual, in connection with its influence on the character of passing of processes in magnetosphere and ionosphere, and on machineries and size of magnetic activity, which are considered as a substantial ecological factor.

**Key words:** magnetosphere; magnetic field; magnetic pole; fellow creature space; ionosphere.

Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, м. Київ