

УДК 538.713

## МАГНІТНЕ СХИЛЕННЯ ТА ЙОГО ВІКОВИЙ ХІД ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ ДЛЯ ЕПОХИ 2013 року

**В. Максимчук, І. Чоботок, Є. Накалов, Д. Марченко**

Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна

**Ключові слова:** магнітне схилення, пункти вікового ходу.

### Постановка проблеми

Магнітне схилення  $D$  є одним із елементів земного магнетизму, дослідження якого важливе як для вирішення фундаментальних проблем геомагнітного поля Землі, так і для розв'язання різноманітних задач геодезичної науки і практики. Найширше магнітне схилення застосовують у навігації. Його використовують у своїй діяльності геодезичні, геофізичні, військові та інші підприємства й відомства для розв'язання різноманітних задач топографо-геодезичного призначення, у військовій справі, для потреб навігації в судноплаванні та авіації тощо. Магнітне схилення є обов'язковим елементом карт різного масштабу.

Важливою особливістю магнітного схилення є його просторова неоднорідність та змінність у часі. В його просторовій структурі існують глобальні та регіональні аномалії, зумовлені джерелами в земному ядрі, а також локальні особливості, пов'язані з геологічною будовою земної кори.

Змінність магнітного схилення в часі, насамперед його віковий хід, який може досягати 5–10 мін/рік, вимагає постійного оновлення карт магнітного схилення.

Основним джерелом інформації про просторову структуру та вікові зміни магнітного схилення є магнітні обсерваторії та дані періодичних спостережень на спеціально створеній мережі пунктів вікового ходу (ПВХ). Використовуючи середньорічні значення магнітного схилення у магнітних обсерваторіях та редуковані значення схилення на пунктах вікового ходу (ПВХ), будують карти змін  $D$  за інтервал між епохами спостережень, переважно для п'ятирічних інтервалів. Результати спостережень на ПВХ та дані магнітних обсерваторій використовують для побудови міжнародних моделей компонент геомагнітного поля Землі та його вікового ходу (IGRF).

### Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення проблеми

Дослідження просторової структури магнітного схилення та його вікових варіацій, як правило, здійснюється у контексті вивчення елементів земного магнетизму з використанням магнітних обсерваторій та вимірів на пунктах вікового ходу. Особливо активно роботи в цьому напрямі виконують на європейському континенті, де функціонує доволі щільна мережа магнітних обсерваторій. Аналіз публікацій за цією тематикою можна знайти в роботах [1, 2].

Найдетальніше просторова структура магнітного схилення вивчена для території Європи для епохи 2006 з використанням даних спостережень на ПВХ [3]. Цю карту побудовано завдяки міжнародній науковій кооперації науковців 20 країн Європи в межах проекту MagNetE. Проте навіть ця карта з перетином

ізопор  $30^\circ$  описує лише значні регіональні особливості структури магнітного схилення.

Для території України карта магнітного схилення вперше була побудована для епохи 2005 р. за результатами компонентних геомагнітних спостережень на створеній на цей час мережі ПВХ [4, 5]. Ці роботи показали, що в структурі магнітного схилення території України виділяють регіональні й локальні аномалії інтенсивністю до  $1^\circ$ . Такого класу аномалії  $D$  виділено і на заході України [6, 7].

Проблему вікових змін магнітного схилення на території Європи досліджено в роботах [1, 2], які показали, що на території Європи у віковому ході спостерігаються відчутні аномальні зміни близько декількох мінут/рік на фоні глобальних вікових змін  $10\text{--}20^\circ/\text{рік}$ .

Подібні ефекти у вікових змінах виявлено також і на території заходу України [8]. Це свідчить про необхідність проведення регулярних періодичних спостережень на мережі ПВХ.

### Постановка завдання

Мета роботи – дослідити просторову структуру магнітного схилення та його віковий хід для західного регіону України для епохи 2013,5.

### Виклад основного матеріалу досліджень

Вихідними даними для вивчення просторової структури магнітного схилення на заході України стали результати компонентних геомагнітних спостережень на мережі із 39 пунктів вікового ходу, виконаних у 2014 р. Редуцію поля здійснено до епохи 2013 р. з використанням магнітних обсерваторій “Бельск” (Польща) та “Львів” (Україна)

За результатами спостережень на ПВХ створено карту магнітного схилення, приведеного до епохи 2013,5 р. (рис. 1, а). Як бачимо, просторова структура магнітного схилення на досліджуваній території доволі складна. Магнітне схилення тут коливається від  $5^\circ$  на заході до  $7,5^\circ$  на сході та півночі. Загальний тренд  $D$  у північно-східному напрямку добре помітний на карті  $D$ , побудованій за моделями IGRF [9], т. зв. карті нормального поля  $D$  (рис. 1, б), яке не містить впливу джерел в літосфері Землі. В спостереженому полі  $D$  доволі впевнено виділяють декілька аномальних зон:

- у районі Карпат та Передкарпаття аномальна зона досягає в екстремумі  $5,9^\circ$  і простягається із північного заходу на південний схід;
- у північній частині з максимумом  $8^\circ$  в районі кордону з Білорусією;
- на східній ділянці робіт в районі Вінниці, де  $D$  досягає  $7,5^\circ$ .

Значення різниць  $D$  між експериментальними даними та модельними досягають від  $-0,1^\circ$  до  $1^\circ$ , а їх просторовий розподіл узгоджується з картою спостережених значень  $D$ .

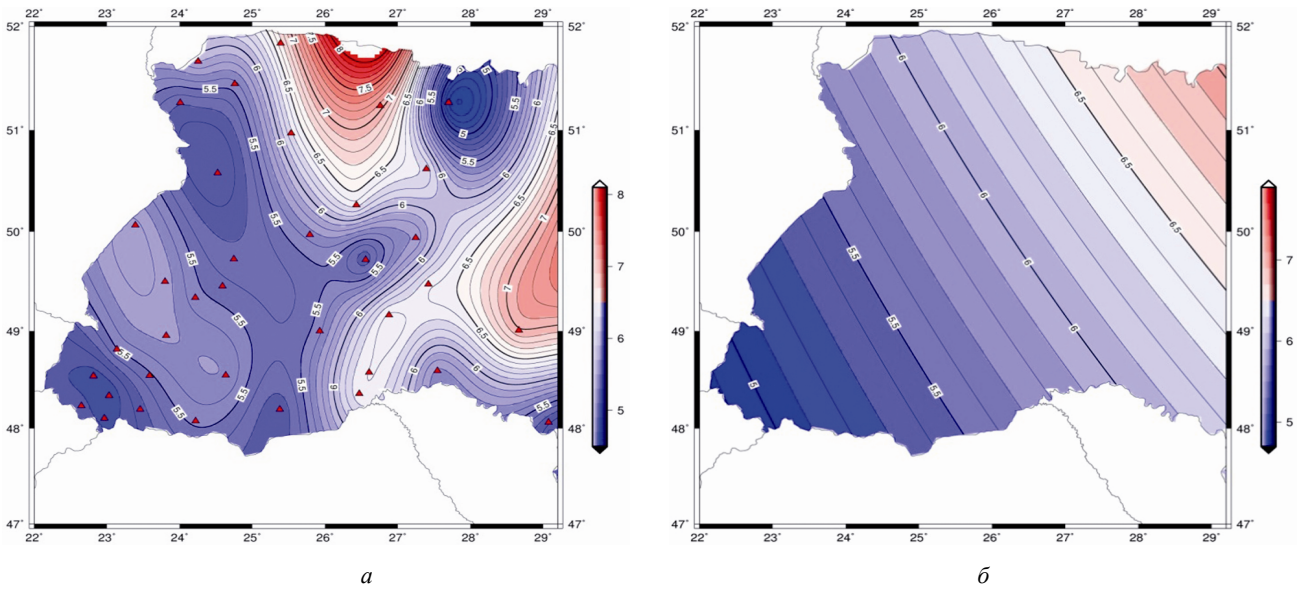


Рис. 1. Ізогони магнітного схилення  $D$  (градуси) за результатами вимірювань на мережі ПВХ епохи 2013.5 (А) та згідно з аналітичною моделлю IGRF (Б)

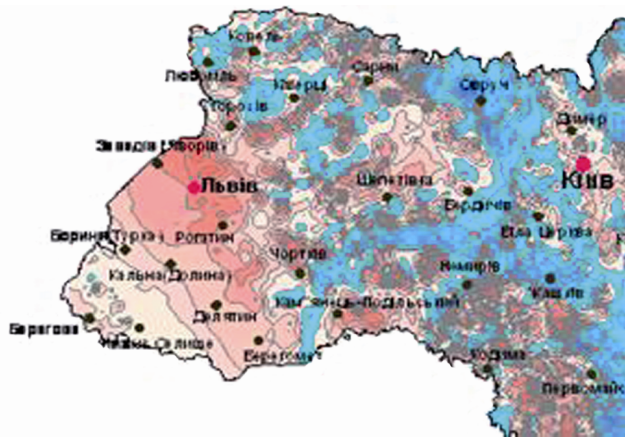


Рис. 2. Фрагмент карти аномального магнітного поля України [10]

Зіставлення карти  $D$  епохи 2013,5 з картою аномального магнітного поля демонструє їх доволі тісну кореляцію (рис. 2). Наявність відчутних розбіжностей між спостереженими значеннями  $D$  і модельним IGRF свідчить, що стосовно використання модельних значень  $D$  для потреб навігації та картографії є суттєві застереження, воно можливе лише для окремих територій, де різниця між  $D_{спост}$  і  $D_{IGRF}$  у межах похибки знімання.

Віковий хід  $D$  для території заходу України досліджено за результатами повторних знімів на мережі ПВХ у 2005, 2010 і 2014 рр. Оскільки результати спостережень на мережі ПВХ з методичних причин приводились до епохи 2013 р., то, відповідно, віковий хід  $D$  визначено як приріст  $D$  за відповідні часові інтервали 2010–2005, 2013–2007.

Просторову структуру вікового ходу за 2010–2013 рр. наведено на рис. 3, а.

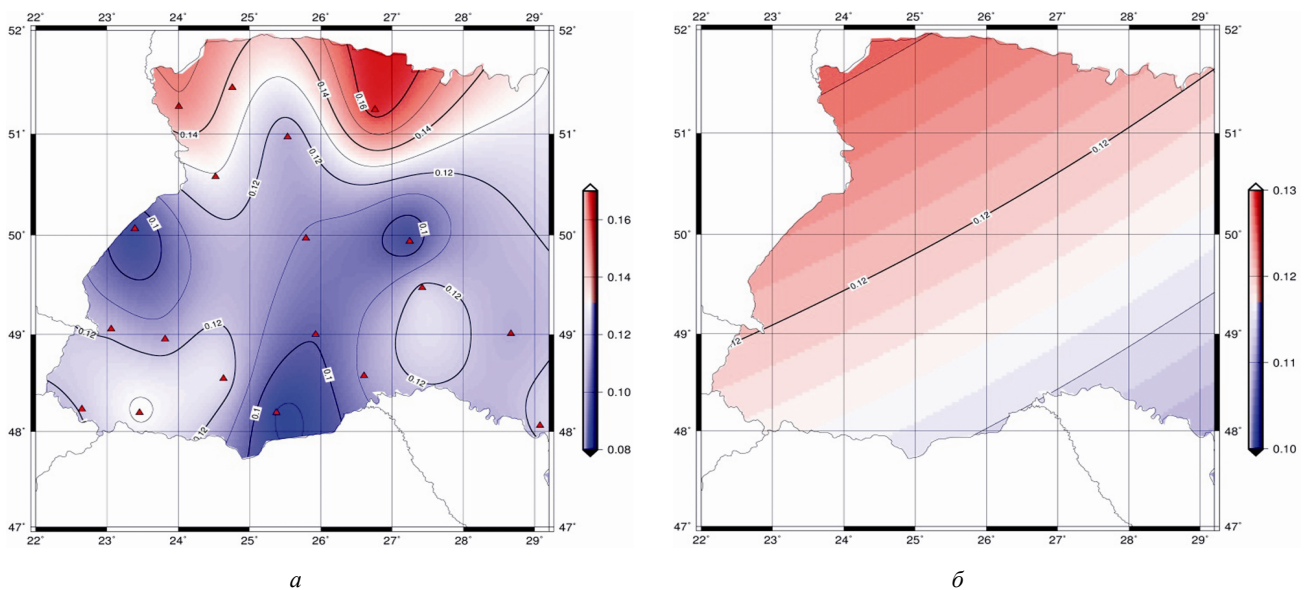


Рис. 3. Віковий хід магнітного схилення  $D$  (градуси/рік) за 2010–2013 рр: а – за даними ПВХ; б – за даними аналітичної моделі IGRF

Віковий хід  $\delta D$  коливається в межах від  $0,1^\circ/\text{рік}$  до  $0,16^\circ/\text{рік}$  ( $6^\circ/\text{рік}$  до  $9^\circ/\text{рік}$ ) за середніх значень близько  $0,1^\circ/\text{рік}$ . Дещо вищі ( $0,12^\circ/\text{рік}$ ) значення спостерігаються в Карпатському регіоні. Доволі інтенсивну аномалію  $\delta D$  спостерігаємо в північній частині регіону ( $0,14\text{--}0,16^\circ/\text{рік}$ ), яка простягається в субширотному напрямку вздовж кордону з Білорусією. Ще одна, на рівні  $0,12^\circ/\text{рік}$ , аномалія  $\delta\Delta D$  спостерігається в районі Вінниці.

Віковий хід  $\delta D$  за моделлю IGRF за інтенсивністю близький до  $\delta D_{\text{сност}}$  (рис. 3, б) і коливається у межах від  $0,10^\circ/\text{рік}$  на південному сході регіону, до  $0,13^\circ/\text{рік}$  на північному заході. Порівняння карт  $\delta D_{\text{сност}}$  і  $\delta D_{\text{IGRF}}$  дає змогу зробити висновок про наявність на досліджуваній території аномалій  $\delta D$ , які виділяються на регіональному фоні інтенсивністю близько  $0,01\text{--}0,03^\circ/\text{рік}$  ( $0,6\text{--}1,0^\circ/\text{рік}$ ).

Зіставлення карт вікового ходу  $\delta D$  із картою  $D$  свідчить, що їм притаманний подібний характер просторової структури. Аномальні області вікового ходу в загальних рисах збігаються з аномаліями магнітного схилення. Це може вказувати на їх єдину природу та на істотний вплив на структуру та величину магнітного схилення його вікового ходу аномального магнітного поля.

#### Висновки

1. Для західного регіону України створено мережу пунктів вікового ходу, яка дає змогу з високою деталістністю вивчати просторову структуру магнітного схилення та його вікові зміни.

2. Створено каталог та побудовано карту магнітного схилення для епохи 2013 р. для території заходу України.

3. У просторовій структурі магнітного схилення виділено регіональні та локальні аномалії, які корелюють з регіональним аномальним магнітним полем території.

4. У просторовій структурі вікового ходу за 2010–2013 рр. виділяються зони з аномальною інтенсивністю вікового ходу порівняно з його фоновим значенням, які корелюють із розподілом магнітного схилення.

5. Отримані в роботі дані про структуру і часові зміни магнітного схилення свідчать про необхідність проведення регулярних (через два роки) циклів повторних спостережень на мережі ПВХ регіону.

#### Література

1. Максимчук В., Городиський Ю., Кузнєцова В. Динаміка аномального магнітного поля Землі. – Львів: Євросвіт, 2001. – 308 с.
2. Максимчук В. Просторово-часова структура вікового ходу геомагнітного поля в Європі // Праці Наукового товариства ім. Шевченка. Т. VIII. Геофізика, 2002. – С. 57–67
3. Commission of the Geological Map of the World. Map of Magnetic Declination in Europe (2006) [http://ccgm.free.fr/MagNetEurope\\_UK\\_b.html](http://ccgm.free.fr/MagNetEurope_UK_b.html)
4. Наземна абсолютна магнітна зйомка на опорній мережі пунктів вікового ходу в Україні для епохи 2005 року / Максимчук В. Ю., Орлюк М. І., Трегубенко В. І., Городиський Ю. М., Мясоєдов В. П., Накалов Є. Ф. // Геофізичний журнал. – 2010. – 32. – № 5. – С. 102–116.
5. Компоненти магнітного поля Землі на території України для епохи 2010 года по результатам измерений в пунктах векового хода / Трегубенко В. І., Максимчук В. Ю., Орлюк М. І., Мясоєдов В. П., Марченко Д. О., Романець О. О. // Мінеральні ресурси України. – 2013. – № 3. – С. 37–40.

6. Магнітне схилення та інші компоненти геомагнітного поля на території західної частини України для епохи 2007 року / Максимчук В., Городиський Ю., Накалов Є., Трегубенко В. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: зб. наук. пр. – 2010. – Вип. II(20). – С. 50–55.
7. Визначення геомагнітного схилення для потреб топографічного картографування / Максимчук В., Городиський Ю., Накалов Є., Глотов В. // Зб. наук. пр. – Львів, 2008. – Вип. I (15). – С. 70–73.
8. Дослідження вікових змін геомагнітного схилення в Україні / Максимчук В., Городиський Ю., Кузнєцова В., Трегубенко В., Чоботок І., Накалов Є. // Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища – GPS- і GIS-технології: XII Міжнародний наук.-техн. симпозіум. (Алушта, вересень 2007). – Л., 2007. – С. 153–155.
9. Purucker M. (2011). Planetary magnetic fields of the solar system// <http://planetary-mag.net/index.html/>.
10. 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.

#### Магнітне схилення та його віковий хід західного регіону України для епохи 2013 року В. Максимчук, І. Чоботок, Є. Накалов, Д. Марченко

Наведено результати вивчення просторової структури магнітного схилення та його вікового ходу для західного регіону України. Побудовано карту для епохи 2013 р. Виконано порівняння побудованих за даними спостережень карт магнітного схилення та вікового ходу з аналогічними картами, побудованими за міжнародними моделями. Показано, що аномалії в структурі магнітного схилення та його вікового ходу пов'язані з магнітними неоднорідностями літосфери.

#### Магнитное склонение и его вековой ход западного региона Украины для эпохи 2013 года В. Максимчук, И. Чоботок, Е. Накалов, Д. Марченко

Представлены результаты изучения пространственной структуры магнитного склонения и его векового хода для западного региона Украины. Построена карта магнитного склонения для эпохи 2013 г. Выполнено сравнение построенных за данными наблюдений карт магнитного склонения и векового хода с аналогичными картами, построенными по международным моделям. Показано, что аномалии в структуре магнитного склонения и его векового хода связаны с магнитными неоднородностями литосферы.

#### Magnetic declination and its age execution of western Ukraine for age 2013

V. Maksymchuk, I. Chobotok, E. Nakalov, D. Marchenko

The results of the study of the spatial structure of magnetic declination and his age go to Western Ukraine. We construct a map of the era of 2013. Comparison built on observations of magnetic declination cards and age go with those cards built on international models. It is shown that abnormalities in the structure of the magnetic declination and its age-related course of magnetic inhomogeneities of the lithosphere.