

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Сумарука Юрія Петровича**
**“Просторово-часовий розподіл вікових варіацій геомагнітного поля від
зовнішніх та внутрішніх джерел”**,

подану на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук
за спеціальністю 04.00.22 – геофізика (103 – науки про Землю)

Актуальність теми дисертаційної роботи та зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дослідження вікових варіацій геомагнітного поля та визначення їх просторово-часового розподілу дозволяє відокремити вплив зовнішніх джерел варіацій і суттєво покращити моделі і механізми генерації головного магнітного поля планети, які досі є предметом дискусій і гіпотез. Вікові варіації геомагнітного поля до цього часу потребують додаткових досліджень оскільки їх природа є недостатньо визначеною, а механізми генерації поля та його динаміка потребують уточнення. Незважаючи на значний прогрес в цих дослідженнях, фактори впливу зовнішніх джерел, їх просторово-часовий розподіл, розглянуті автором дисертації, дозволяють суттєво зменшити рівень "шуму" у вікових варіаціях при побудові моделей геомагнітного поля. Врахування впливу варіацій, пов'язаних з системами струмів в магнітосфері та іоносфері Землі, дозволяють визначати швидкість зміни головного геомагнітного поля за вимірюваннями магнітометрами і покращити оцінки динаміки головного диполя. Тому запропоновані дисертантом ідеї та методи при дослідженні вікових варіацій геомагнітного поля є важливим кроком в розумінні цієї проблеми, а тема дисертації є без сумніву актуальною. Робота виконана у відповідності з науковими темами Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України, такими як «Дослідження зв'язку геомагнітного поля з кліматом і довготривалими змінами оточуючого середовища» та ще з чотирма іншими темами за тематикою дисертації.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. Дисертаційна робота містить новий підхід до визначення вікових варіацій геомагнітного поля, який полягає у достовірному визначенні впливу зовнішніх джерел поля і створенні моделі їх відокремлення. При цьому були використані багаторічні дані рядів спостережень на геомагнітних обсерваторіях з різних географічних широт, що в такому об'ємі обробки даних та їх аналізу є новим результатом. Дисертантом проведено цікаву оцінку внеску зовнішніх джерел у вікову варіацію земного магнітного поля, яка залежить від збуреності геомагнітного поля. Автор вперше використав дані магнітних обсерваторій України для розрахунку впливу зовнішніх джерел варіацій. Причому важливим

новим результатом є визначення значного зростання амплітуди змін вікових варіацій у роки з великими зовнішніми геомагнітними збуреннями. Дисертантом впроваджено в українську мережу геомагнітних обсерваторій нові методи вимірювань та обробки даних, що є значним практичним здобутком із застосування результатів дисертації. Одним з нових результатів роботи є розробка методу усунення завад, які створюються електрифікованими постійним струмом залізницями, при реєстрації геомагнітного поля на обсерваторіях, що знаходяться близько до цих шляхів. Запропонований метод зменшення впливу цих завад є суттєвим практичним результатом дисертації.

Повнота викладу положень, висновків, рекомендацій в опублікованих працях. Основні наукові результати та висновки, викладені в дисертаційній роботі, одержані автором особисто та опубліковані в журналах, які входять до Переліку наукових фахових видань України з фізико-математичних наук та в престижних загальновизнаних міжнародних геофізичних журналах. За темою дисертації автором опубліковано 62 наукові праці: 37 статей, з них 11 внесені до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та Web of Science, 9 статей опубліковано без співавторів, 25 доповідей представлено на українських та міжнародних наукових конференціях та нарадах і опубліковано їх тези. Таким чином, дисертаційна робота пройшла апробацію на багатьох міжнародних конференціях, публікації здобувача за кількісними показниками та повнотою викладення повністю відповідають чинним вимогам стосовно докторських дисертацій.

Структура і зміст дисертаційної роботи, оцінка її завершеності в цілому. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел та 5 додатків. Робота містить 30 таблиць та 110 рисунків. Обсяг основного тексту дисертації складає 274 сторінки.

У **вступі** викладено загальну характеристику роботи, обґрунтовано доцільність обраного напрямку та актуальність дисертації, сформульовано мету роботи, завдання, наукову проблему, які треба було вирішити, і методи досліджень.

У **першому розділі** автор навів опис головних моделей та механізмів генерації головного геомагнітного поля. Показано, що на сьогоднішній день не існує моделі, яка б точно описувала головне магнітне поле Землі. Всі вони базуються на певних припущеннях. Наведено головні методи аналізу вікових варіацій та їхній спектр. Розглянуто зовнішні джерела вікових варіацій, а саме: динамо-струми в іоносфері, екваторіальний іоносферний електроджет, кільцевий магнітосферний струм, струми в хвості магнітосфери.

У другому розділі автор дослідив вікові варіації на різних широтах земної кулі. За даними високоширотних обсерваторій досліджені вікові варіації геомагнітного поля в Північній полярній шапці Землі зі складною просторовою і часовою структурою і з джерелами, що знаходяться як всередині так і зовні планети. Вперше розроблена методика розділення вікових варіацій геомагнітного поля від зовнішніх і внутрішніх джерел. Це дозволило визначити внесок внутрішніх джерел у вікову варіацію, яка залежить від сонячної і геомагнітної активності.

Третій розділ присвячений вивченню впливу сонячної і геомагнітної активності на вікові варіації. Оскільки вікова варіація геомагнітного поля вираховується як різниця між середньорічними значеннями елементів поля, для оцінки внеску у вікові варіації зовнішніх джерел був вибраний інтервал часу, для якого інтенсивність зовнішнього джерела вікових варіацій достовірно відома. За даними геомагнітних обсерваторій INTERMAGNET і МЦД з сонячно-земної фізики детально проаналізовані зміни сонячної і геомагнітної активності в 19-24 циклах сонячної активності. Показано, що різке зменшення геомагнітної активності викликане зменшенням величини великомасштабного магнітного поля Сонця та наближенням до мінімуму 200-річного циклу сонячної активності в 2050–2060 рр.

В четвертому розділі за даними спостережень на магнітних обсерваторіях України автор визначив просторово-часову структуру геомагнітного поля на території України та оцінив внесок внутрішніх і зовнішніх джерел. Визначено внесок індукційних струмів у вікову варіацію з використанням даних геомагнітних обсерваторій України. Вперше розраховано внесок зовнішніх джерел у вікову варіацію геомагнітного поля за даними геомагнітних обсерваторій України. Показано, що величина цього внеску залежить від геомагнітної активності.

У п'ятому розділі розроблено новий метод зменшення завад, що створюються електрифікованими залізницями, який базується на знаходженні співвідношень горизонтальних компонент на обсерваторії, записи якої зашумлені завадами, та обсерваторії, яка не зазнає впливу таких завад. Побудовано модель регіонального геомагнітного поля на території Центральної Європи з використанням даних геомагнітних обсерваторій новим методом моделювання регіонального геомагнітного поля, який запропоновано автором.

У висновках наведено основні результати досліджень.

Структура і об'єм роботи, її оформлення відповідають вимогам МОН України щодо докторських дисертацій. Потрібно відзначити, що за актуальністю, рівнем розв'язання наукових завдань, обсягом досліджень та їх обґрунтуванням,

науковою новизною і практичним значенням отриманих результатів, дисертаційна робота Сумарука Ю.П. є завершеним науковим дослідженням та відповідає вимогам, що ставляться до робіт на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук.

Ступінь достовірності та обґрунтованість наукових положень, висновків та результатів дисертації. Обґрунтованість та достовірність отриманих в дисертації результатів була перевірена шляхом їх порівняння з моделями, результатами вимірювань та інтерпретації, отриманими іншими авторами. Результати, отримані дисертантом, опубліковано у фахових реферованих журналах, у тому числі у міжнародних, та апробовано на міжнародних наукових конференціях. Достовірність та обґрунтованість наукових положень і результатів забезпечені завдяки використанню перевірених статистичних та математичних розрахунків для обробки вимірювань геомагнітних обсерваторій і міжнародних баз даних з сонячно-земної фізики. Алгоритми розрахунків та моделі, створені та використані автором, спираються на обґрунтовані та апробовані числові методи. Наукові завдання з дослідження просторово-часового розподілу вікових варіацій геомагнітного поля від зовнішніх і внутрішніх джерел в дисертації сформульовано обґрунтовано. Висновки дисертаційної роботи є вагомими, і викладені вони переконливо і обґрунтовано. Результати чисельних розрахунків та засади побудови моделей достатньо обґрунтовані. Інтерпретація спостережень та моделей виконана на досить високому рівні, результати моделі вбачаються коректними і загалом узгоджуються із спостереженнями.

Зауваження, дискусійні положення та побажання.

1. Автор вибрав опцію посилань після кожного розділу, причому за алфавітним порядком. Якщо так, то незрозуміло для чого ці посилання пронумеровані, який сенс у цій нумерації, до того ж одні і ті ж посилання мають різні номери в різних розділах. Це призводить до плутанини. Також незрозуміло, як перевірити те, що в авторефераті вказано «перелік використаних джерел з 455 найменувань». Брати суму посилань після усіх розділів? А як бути з посиланнями, які повторюються? Такий підхід призводить до невизначеності.

2. Цікавим висновком (Розділ 2) є те, що амплітуди короткоперіодних варіацій більші на острівних та прибережних обсерваторіях. Є згадка про можливі впливи океанічних електропровідних течій, але детального розгляду цього впливу не наведено.

3. В дисертації наведено сертифікати міжнародної служби INTERMAGNET геомагнітних обсерваторій «Lviv», «Kiev». «Vernadsky», що підтверджує високу

якість даних з цих обсерваторій. Було б цікаво зрозуміти, яка роль здобувача в отриманні цих сертифікатів.

4. Не всі скорочення в тексті розшифровані, наприклад що таке SCNA можна дізнатися тільки з посилання на стор. 308.

5. В дисертації є результати, які мають практичне значення. Чи були ці результати впроваджені, або чи такі впровадження плануються?

6. В дисертації залишилась поза увагою проблема руху магнітних полюсів планети, особливо їх прискорення в останні десятиріччя. Було б цікаво знати думку дисертанта стосовно механізму такого прискорення.

7. В тексті дисертації зустрічаються помилки, русизми, наприклад (стор. 3) "полярній шапці", "в Антактиді", "вклад" замість "внесок" (декілька по тексту), "інтересною" (стор. 164). Але таких помилок небагато і вони не впливають на позитивне сприйняття тексту дисертації.

Ці зауваження не є принциповими і не стосуються актуальності проведених досліджень, наукової новизни, достовірності та практичної цінності отриманих результатів і тому не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи в цілому. Відзначені недоліки не впливають на загальне позитивне враження про дисертацію. Автор виконав великий обсяг експериментальних та теоретичних досліджень, має досвід з аналізу та статистичного моделювання, отримав низку нових результатів, які мають наукове і практичне значення. Рівень публікацій, доповідей на конференціях свідчить про визнаний авторитет здобувача у даній галузі, роботи автора відомі за кордоном і мають визнання у спеціалістів. Дисертація є завершеною роботою, яка є вагомим внеском у вирішення проблеми визначення вікових варіацій геомагнітного поля, а також прогнозування їх динаміки у майбутньому.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертаційної роботи. Зміст автореферату повністю відображає основні положення дисертаційної роботи та відповідає змісту розділів дисертації, містить основні результати виконаних досліджень і дає змогу достатньо повно оцінити наукову новизну і практичну цінність. Стиль викладення матеріалу у дисертації та авторефераті відповідає загальноприйнятим вимогам. Автореферат оформлений згідно вимог ДАК МОН України.


Висновок про дисертацію в цілому та її відповідність чинним вимогам. На підставі вищевикладеного вважаю, що дисертаційна робота Сумарука Юрія Петровича "Просторово-часовий розподіл вікових варіацій геомагнітного поля від зовнішніх та внутрішніх джерел" є завершеною науковою роботою. В ній містяться актуальні та нові наукові результати, які спрямовані на вирішення

важливої наукової та практичної проблеми, що полягає у визначенні внеску зовнішніх і внутрішніх джерел у вікові варіації в залежності від параметрів сонячної та геомагнітної активності. Це надасть можливість уточнити вже існуючі моделі магнітосфери та іоносфери, а також дозволить науковцям покращити моделі джерел головного магнітного поля Землі.

Тема, зміст та отримані результати дисертаційної роботи відповідають паспорту спеціальності 04.00.22 – геофізика. Virішені в дисертації проблеми, наукова новизна отриманих результатів, високий рівень публікацій у багатьох міжнародних виданнях підтверджують відповідність дисертаційної роботи чинним вимогам. Результати роботи відповідають зазначеній меті та завданням дисертації. Автореферат вірно відображує зміст дисертації.

Вважаю, що за актуальністю вирішених проблем, науковою новизною та практичною значимістю, високим науковим рівнем проведених досліджень, дисертація “Просторово-часовий розподіл вікових варіацій геомагнітного поля від зовнішніх та внутрішніх джерел” за змістом, оформленням, отриманими результатами та висновками в повній мірі відповідає вимогам п.п. 9, 10, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів» (Постанова Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567, зі змінами, які внесені згідно з Постановами КМУ №656 від 19.08.2015 р., №1159 від 30.12.2015 р. та № 567 від 27.07.2016 р.), вимогам наказу № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» та іншим нормативним актам Міністерства освіти і науки щодо докторських дисертацій, а її автор **Сумарук Юрій Петрович**, безумовно, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 04.00.22 – геофізика (103 – науки про Землю).

Головний науковий співробітник
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
доктор фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник

 Г. П. Міліневський

Підпис Міліневського Г.П. засвідчую.

Вчений секретар НДЧ

Київського національного

університету імені Тараса Шевченка



Н. В. Караульєва

