

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента **Роменця Андрія Олександровича**

на дисертаційну роботу

Черкеса Семена Івановича

на тему

**«Палеомагнетизм палеопротерозойських порід коростенського
анортозит-рапаківігранітного комплексу Українського щита»,**

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 10 Природничі науки

за спеціальністю 103 Науки про Землю

Актуальність теми дисертації

В роботі розглянуто сучасні проблеми та специфіку палеомагнітних досліджень докембрійських утворень. Показано важливість застосування палеомагнітного методу для розв'язання фундаментальних проблем у сфері наук про Землю, зокрема при вирішенні задач геодинаміки.

Палеомагнітний метод на сьогодні є головним інструментом для виконання глобальних палеотектонічних реконструкцій та єдиним способом кількісного відновлення кінематики літосферних плит у геологічному минулому. Крім того, він виступає унікальним джерелом інформації про еволюцію магнітного поля Землі, що дозволяє досліджувати характер зміни його полярності, геометрію, амплітуду вікових варіацій та палеонапруженість на різних етапах геологічного розвитку планети.

Однак для докембрійського інтервалу спостерігається значна нестача надійних палеомагнітних визначень, що суттєво ускладнює побудову узгоджених геодинамічних моделей, зокрема для Східноєвропейської платформи (СЄП), та обмежує розуміння процесів зчленування й розпаду давніх суперконтинентів. У зв'язку з цим актуальність рецензованої роботи полягає в реалізації комплексного підходу, що поєднує лабораторні палеомагнітні, петромагнітні, магнітно-мінералогічні та мікроскопічні дослідження надійно датованих порід Коростенського анортозит-рапаківігранітного комплексу Волинського мегаблоку Українського щита (УЩ).

Застосування сучасної апаратної бази та наявність нових U-Pb геохронологічних даних дозволили здобувачу виокремити первинні компоненти намагніченості та отримати надійні палеомагнітні визначення для палеопротерозою, що відповідають сучасним критеріям достовірності. Одержані дані дозволяють кількісно оцінити напруженість геомагнітного поля у пізньому палеопротерозої, а також уточнюють траєкторію позірної міграції полюса (ТПМП) СЄП та встановлюють обґрунтовані геодинамічні обмеження на час остаточної амальгамації її сегментів – Сарматії й Фенноскандії.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами

Дисертаційна робота виконана на базі відділу петромагнетизму Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України. Представлена робота безпосередньо пов'язана з виконанням планових бюджетних тем установи, зокрема: «Геодинаміка південно-західної частини Східноєвропейської платформи за палеомагнітними даними» (номер реєстрації 0119U000079) та «Палеомагнітна інформативність гірських порід південно-західної частини Східноєвропейської платформи у вирішенні регіональних задач стратиграфії та геодинаміки» (номер реєстрації 0114U000230).

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Представлені у дисертаційній роботі результати характеризуються високим ступенем наукової новизни, а найбільш вагомими серед них є наступні:

1) Визначено новий палеомагнітний полюс. На основі виділення первинної термозалишкової компоненти намагніченості в габроїдах та анортозитах Коростенського плутону обґрунтовано новий референтний палеомагнітний полюс віком 1,76 млрд років для УЩ, який повністю відповідає сучасним міжнародним критеріям достовірності.

2) Виконано оцінку параметрів давнього геодинамо. Одержано нові кількісні характеристики палеонапруженості геомагнітного поля для часу 1,76 млрд років тому. Встановлено, що інтенсивність поля у пізньому палеопротерозої була приблизно вдвічі меншою за сучасну, що є фундаментальним внеском у побудову довготривалих моделей земного динамо. Крім того, наведено додаткові емпіричні докази на користь правомірності застосування гіпотези геоцентричного осевого диполя для докембрійського інтервалу.

3) Ідентифіковано носії залишкової намагніченості та магнітної текстури. Вперше комплексно досліджено магнітну анізотропію габроїдів Володарськ-Волинського масиву та встановлено зв'язок еліпсоїдів сприйнятливості з первинною тектонікою плутону. Доведено, що основними носіями стабільної первинної намагніченості виступають субмікроскопічні одно- та псевдооднородні включення магнетиту й титаномagnetиту у структурах розпаду плагіоклазів та піроксенів.

4) Деталізовано та уточнено палеопротерозойський сегмент ТПМП для СЄП та її складових. На основі розрахованих кінематичних параметрів визначено, що 1,76–1,75 млрд років тому Сарматія й Фенноскандія були повернуті одна відносно одної на кут близько 40°. Обґрунтовано часові обмеження остаточної амальгамації СЄП (не раніше ніж 1,75 млрд років тому).

Об'єктивність та достовірність сформульованих у дисертації наукових положень забезпечується репрезентативним масивом фактичного матеріалу, що охоплює понад шість сотень зразків, відібраних із двох десятків географічно рознесених точок відбору. Методологічний апарат дослідження базується на інтеграції класичного палеомагнітного аналізу з петромагнітними та мікроскопічними дослідженнями, проведеними на сучасному високоточному обладнанні. Застосований автором комплексний алгоритм магнітних чисток в поєднанні з сучасними статистичними критеріями оцінки достовірності гарантує надійність виділених компонент давньої намагніченості. Емпіричні висновки здобувача додатково верифіковані позитивним тестом обернення, що доводить первинну природу виділених векторів первинної компоненти намагніченості. Окрім того, високий рівень достовірності результатів підтверджується кореляцією отриманих даних із регіональними палеомагнітними даними для інших мегаблоків УЩ.

Таким чином, поставлені в дисертаційному дослідженні наукові завдання розв'язані в повному обсязі. Отримані результати свідчать, що здобувач володіє глибокими теоретичними знаннями і прикладними навичками, повною мірою опанував сучасну методологію геофізичних досліджень та здатний самостійно вирішувати складні наукові проблеми.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертаційна робота С.І. Черкеса є завершеною, логічно послідовною та цілісною науковою працею, що демонструє значний особистий внесок автора у розробку фундаментальних питань палеомагнетизму докембрію. Робота виконана при повному дотриманні принципів академічної доброчесності, що підтверджується наявністю коректних бібліографічних посилань на використані джерела. Загальний зміст та спрямованість дисертаційного дослідження С.І. Черкеса повністю узгоджуються з чинним Стандартом вищої освіти за спеціальністю 103 «Науки про Землю».

Мова та стиль викладення результатів

Рецензована дисертація виконана державною мовою на професійному науково-технічному рівні. Робота має чітку внутрішню логіку та послідовну структуру, яка включає вступ, шість основних розділів, загальні висновки, бібліографічний список та серію додатків. Загальний обсяг праці становить 201 сторінку, фактичний матеріал якісно візуалізовано та представлено за допомогою 38 рисунків, 12 таблиць та 5 окремих додатків. Слід відзначити високий рівень оформлення як текстової частини роботи, так і графічного та табличного матеріалу, який добре зчитується та має усі необхідні підписи та умовні позначки.

Перший розділ присвячено аналізу сучасного стану палеомагнітного вивчення докембрійських утворень. Критичний огляд світових баз даних дозволив автору виявити суттєвий дефіцит надійних визначень для палеопротерозойського інтервалу, що стало підставою для обґрунтування необхідності ревізії попередніх результатів та отримання нових даних по УЩ з метою деталізації ТПМП Східноєвропейської платформи.

У **другому розділі** наведено детальну характеристику об'єкта досліджень – Коростенського плутону Волинського мегаблока УЩ. Опираючись на аналіз публікацій та сучасні геохронологічні дані, автор структурував етапи магматизму комплексу, окремо підкресливши вузький інтервал формування габроїдів Володарськ-Волинського масиву в межах 1761–1758 млн. років тому. У цьому ж розділі представлено узагальнену інформацію про будову та тектонічну еволюцію СЄП у протерозої.

Третій розділ присвячений опису методичного комплексу, де послідовно викладено детальні протоколи лабораторних магнітних вимірювань (палео-, петро- та магнітно-мінералогічних), а також специфікацію задіяного при дослідженнях програмного та апаратного забезпечення.

Четвертий розділ висвітлює результати мікроскопічних та петромагнітних досліджень, за якими автором обґрунтовується, що ключовими носіями стабільної залишкової намагніченості є субмікроскопічні одно- та псевдооднодоменні включення магнетиту та титаномангнетиту, що приурочені до структур твердого розпаду плагіоклазів та піроксенів. Дослідження анізотропії магнітної сприйнятливості (АМС) дозволили встановити різний її характер у досліджуваних породах: нейтральний тип еліпсоїда

спостерігається для анортозитів, тоді як у габро магнітна текстура є вираженою, а параметри просторової орієнтації осей АМС у габро корелюють з елементами первинної тектоніки.

У **п'ятому розділі** автор обґрунтовує виділення первинної високотемпературної компоненти намагніченості термозалишкової природи в олівінових габро та анортозитах Коростенського плутону. Її носіями визначено магнетит і низькотитанистий титаномagnetит, а первинний характер намагніченості підтверджено позитивним тестом обернення та кореляцією з одновіковими палеомагнітними визначеннями для комплексів Волинського й Інгульського мегаблоків УЩ. На основі цих даних розраховано новий референтний палеомагнітний полюс для палеопротерозою (1,76 млрд років), який повністю відповідає сучасним критеріям надійності. Крім того, виконані розрахунки палеонапруженості показали, що інтенсивність поля в цей період була вдвічі нижчою за теперішню, що вкладається у тренд еволюції протерозойського геодинамо у докембрії.

Також у цьому розділі на основі отриманих визначень, тесту обернення та отриманих значеннях дисперсії палеомагнітних напрямків аргументується придатність застосування гіпотези геоцентричного осьового диполя для виконання палеотектонічних реконструкцій у палеопротерозої.

У **шостому розділі** виконано геодинамічні реконструкції докембрійського етапу розвитку СЄП. Шляхом відбору 42 кондиційних палеомагнітних визначень було деталізовано модель палеопротерозойської ділянки ТПМП для платформи та її сегментів. Отримані кінематичні характеристики вказують на те, що в інтервалі 1,76–1,75 млрд років тому блоки Сарматії та Фенноскандії були повернуті один відносно одного на 40° та локалізувалися в приєкваторіальній зоні. Розраховані параметри дрейфу дають вагомі підстави стверджувати, що фінальне об'єднання цих структурних елементів у єдиний кратон (Балтику) завершилося не раніше межі 1,75 млрд років тому. Водночас ідентичність палеомагнітних полюсів віком 1,76–1,75 млрд років для Волинського й Інгульського мегаблоків УЩ відображає їх геодинамічну стабільність та відсутність значних взаємних переміщень між цими мегаблоками починаючи з означеного часу.

Оформлення дисертаційної роботи виконано відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Ключові висновки та отримані результати дисертації повною мірою висвітлено у трьох основних наукових публікаціях здобувача. Ці роботи є статтями у журналах, що на момент виходу друком належали до переліку наукових фахових видань України та були індексовані у міжнародних базах даних Scopus і Web of Science Core Collection (при цьому дві статті опубліковано у журналах кuartилі Q2 за класифікацією SCImago Journal and Country Rank). Результати досліджень було апробовано на 6 профільних наукових конференціях, з яких 4 мали статус міжнародних, а 2 – всеукраїнських.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1) Автор, базуючись на аналізі даних АМС, у підрозділі 5.1 вказує, що отриманий для точки відбору № 16 палеомагнітний напрямок виключено із розрахунків у зв'язку з аномально високим ступенем АМС – $P_j = 1,4$, коли для порід інших точок відбору величина P_j зазвичай лежить у діапазоні 1,05–1,15. При цьому у підрозділі 4.3 зазначено, що «палеомагнітні дані порід, P_j яких перевищує 1,05, повинні прийматися з певним

застереженнями, та з особливим застереженнями у випадку аномально великих значень P_j ». У той самий час із табл. 4.2 випливає, що параметр $P_j = 1,288$ для точки відбору № 7 та $P_j = 1,202$ для точки відбору № 9. В роботі не аргументовано, чому дані із точки відбору № 16 було виключено, а дані з точок № 7 та 9 було використано при розрахунку палеомагнітного полюса.

2) Значення магнітної сприйнятливості збільшується при збільшенні температури нагріву зразків (рис. 4.4, 4.5 та 5.1, 5.2), що автор пов'язує з активним утворенням нових феромагнітних фаз у процесі нагрівів. У розділі 5.2 зазначено, що такі новоутворення ускладнюють визначення палеонапруженості, але вплив цього явища на достовірність визначення палеомагнітних напрямків не висвітлено.

3) Серед досліджених точок відбору (рис. 2.2, табл. Г.1) є точки № 19 та 20, які представлені вміщуючими гранітами та інтродуючою дайкою діабазів. Наявність такого об'єкту потенційно дозволяє виконати тест обпеченого контакту, однак в роботі результати тесту не представлені, а відсутність цих результатів не аргументується.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Кваліфікаційна праця Черкеса Семена Івановича за темою «Палеомагнетизм палеопротерозойських порід коростенського анортозит-рапаківігранітного комплексу Українського щита», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії, характеризується високим науковим рівнем. Зміст дослідження є цілісним і завершеним, а викладені матеріали повною мірою відповідають критеріям академічної доброчесності. Одержані автором палеомагнітні визначення є вагомим внеском у розв'язання фундаментальних питань геодинаміки та еволюції магнітного поля Землі. За своїм науковим рівнем, оригінальністю та значущістю представлена дисертація задовольняє всі чинні нормативні вимоги, закріплені у п. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Отже, Черкес Семен Іванович цілком заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 103 Науки про Землю (галузь знань 10 Природничі науки).

Рецензент:

с. н. с. відділу геомагнетизму
ІГФ НАНУ, канд. геол. наук



Андрій РОМЕНЕЦЬ

« 16 » листопада 2026 р.

*Томас Ромеєв А. А.
засвідчує*

