

Голові спеціалізованої вченої ради
Д 26.200.01
при Інституті геофізики ім. С.І.Субботіна
03680 м. Київ-142,
проспект Палладіна, 32

Відгук
офіційного опонента Стародуба Юрія Петровича
на дисертаційну роботу Терешина Артема Валерійовича

«ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛІ ТА МІСЯЦЯ»,
висунуту на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук
за спеціальністю «04.00.22 – Геофізика»

Дисертаційна робота А.В.Терешина присвячена розробці сучасних геофізичних методів та методології дослідження співвідношень теорії електромагнітних полів, що лежать в основі геоелектрики, джерел природного змінного електромагнітного поля. Дисертація є завершеною самостійною науковою роботою, що підтверджена наданими публікаціями.

У дисертаційній роботі А.В.Терешина представлено розв'язання актуальної геофізичної задачі для електромагнітних полів у випадку Кіровоградської та Карпатської аномалії електропровідності та дослідження Місяця.

Актуальність проблеми. У дисертаційній роботі проведено дослідження електропровідності, як важливого параметра, який характеризує склад та фізичний стан надр Землі, Місяця та планет. Вивчення рівнянь стану твердого тіла за високих тисків та температур, результати лабораторних експериментів указують на тісний зв'язок електропровідності гірських порід із температурою. Тому важливими є вимірювання глибинної електропровідності, які перманентно надають інформацію

про температуру та фазовий стан надр. Отримання інформації про тепловий потік з надр Землі дозволяє знайти глибинну температуру в розтягнутому в часі інтервалі часу. При цьому вивчення глибинної електропровідності Землі дозволяє уточнити розподіл температури в мантії Землі, локалізувати зони розплавлених плюмів. Проведені дослідження Місяця та можливості з допомогою запропонованого автором у дисертації підходу дозволяють вивчити з використанням експериментальних даних, наприклад з даних двох нових марсоходів, будову Марса; дослідити інші планети, що є важливим для розуміння їх будови, отримати знання про походження та еволюцію планет Сонячної системи. Електромагнітні дослідження, в комплексі з іншими геофізичними методами є ефективним інструментом, який використовується при пошуку та розвідці корисних копалин.

Зв'язок теми із державними науковими програмами. Роботу виконано на базі відділу Глибинних процесів Землі і гравіметрії Інституту геофізики ім.С.І.Субботіна НАН України при виконанні держбюджетних тем:

- Комплексне геолого-геофізичне вивчення глибинної будови південно-західної окраїни Східноєвропейської платформи з метою розширення мінерально-сировинної бази України (2006–2010), № р/н 0106U000911;
- Побудова тривимірної геолого–геофізичної моделі південної окраїни СЄП та її обрамлення з метою розширення мінерально-сировинної бази України (2011–2015) № р/н 0111U000236;
- Комплексне геофізичне дослідження літосфери України: від моделей до процесів формування родовищ корисних копалин (2016–2020) № р/к 0116U000131.

Мета дисертаційної роботи полягає в розробленні методу визначення сучасного стану електромагнітних полів через механізми вивчення електропровідності Землі та Місяця та підвищення достовірності отриманих результатів шляхом вибору оптимальної методології проведення робіт, інтерпретації і уточнення структури використовуваного природного електромагнітного поля.

Завдання дослідження - сформульовані та **вирішені** наступним чином:

- оцінена величина електричної моди на Землі та Місяці і їх вплив на електропровідність, яка базується на теорії, що передбачає існування магнітної моди;
- проведений аналіз електромагнітних зондувань та формулювання рекомендацій для планування майбутніх досліджень електропровідності Місяця;
- проаналізовано методологію дослідження найбільших аномалій електропровідності України, Кіровоградської та Карпатської, і розроблені рекомендації щодо оптимальної стратегії їх наступних досліджень;
- проведені експерименти з використанням сучасного обладнання та технологій спостережень і обробка й інтерпретація отриманих результатів із застосуванням новітніх програмних комплексів.

Наукова новизна та отримані результати роботи. У своїй дисертаційній роботі автор розвинув теорію електромагнітних зондувань для джерела геомагнітного поля на поверхні Землі магнітної (індукційної) моди, для випадку, коли електрична мода вважалась нехтовно малою внаслідок достатньо високого приповерхневого опору шару повітря. Проведений супутниками моніторинг параметрів іоносфери показав, що іоносфера достатньо чутлива до впливу літосфери. Передача цього впливу здійснюється здебільшого шляхом переносу зарядів у глобальному електричному колі - вертикальними струмами в атмосфері, які формують згідно законів Максвела електричну моду із горизонтальним магнітною модою. Електрична мода виступає в якості завади на горизонтальних компонентах, для вектора індукції ця завада буде мінімальною.

У вивченні Кіровоградської аномалії та суміжних об'єктів автор дослідив південне продовження Кіровоградської аномалії і отримав результат, що аномалія продовжується на південь і йде під води Чорного моря. Порівняв Кіровоградську аномалію електропровідності з аномаліями постійного магнітного поля і показав їх взаємозв'язок, який полягає в тому, що східніше Кіровоградської аномалії електропровідності проходить додатна аномалія постійного поля, західніше проходить від'ємна аномалія, що відповідає подібності, знайденої для Ладозько-Ільменської аномалії.

При опрацюванні узагальнення отриманої взаємозалежності автор проаналізував аномалії Східноєвропейської платформи до Балтійського щита і отримав ланцюг коротких аномалій, що перериваються осадовими басейнами, які екранують корові провідники із двома довгими подібними аномаліями на краях: Кіровоградською та Ладозькою. На основі отриманих результатів автор зробив припущення про існування єдиної Транс-Європейської аномалії електропровідності, що прийнято вченими-тектоністами, які досліджують докембрій для опису геологічних процесів у цей період розвитку Землі.

В дослідженні електропровідності Місяця автор виконав розрахунки полів електричної моди при різних опорах верхнього погано провідного шару, вивчав дані про горизонтальні неоднорідності всередині Місяця, про наявність вулканізму та дегазації з надр Місяця. На основі огляду автор припустив, що поле електричної моди може бути зіставним за порядком величини з полем магнітної моди, яка використовується для зондувань Місяця і зробив висновок, що присутність поля магнітної моди вносить значну похибку в результати зондувань, що доводить до похибки в розв'язках оберненої задачі для спостережуваних полів.

Автор виписав умови, яким повинні задовольняти функції відгуку поставленої задачі - індукована магнітна мода під дією зовнішнього однорідного поля. Причина того що більшість даних, які отримані в попередні роки не задовольняють теоретичним критеріям є їх ускладненість неконтрольованими під час двоточкових спостережень чинниками: наявність електричної моди, неоднорідність поля, відхилення електропровідності Місяця від сферично симетричної. На основі аналізу просторово-часового розподілу припливних та тектонічних місяцетрясінь автор висловив гіпотезу про існування в мантії Місяця структур типу плюмів. Як результат досліджень автор, запропонував програму майбутніх електромагнітних досліджень Місяця.

Значущість праці автора для науки й практики. Отримані та проаналізовані практичні дані уточнюють знання про найбільшу на території України Кіровоградську аномалію електропровідності, що є вагомим внеском у розуміння глибин-

ної геоелектричної будови півдня Східноєвропейської платформи. Дані можуть бути використані для побудови моделей глибинних геологічних та геотектонічних процесів у регіоні півдня Східноєвропейської платформи. На підставі виконаних розрахунків природних змінних магнітних полів Місяця запропоновано програму майбутніх електромагнітних досліджень Місяця.

Достовірність та обґрунтованість наукових положень дисертації та її завершеність. Основні результати досліджень доповідались та опубліковані в тезах доповідей на 14 наукових міжнародних конференціях: IAGA WG 1.2, 20th International Workshop on Electromagnetic Induction in the Earth. (Giza, Egypt, 2010); Міжнародна наукова конференція. Астрономічна школа молодих вчених. (Біла Церква, 2010); Международный семинар по электромагнитным зондированиям памяти Марка Наумовича Бердичевского и Петера Вайдельта, (Москва, 2010); 38th COSPAR Scientific Assembly, (Bremen, Germany, 2010); 5-я школа-семинар «ЭМЗ-2011», (Санкт Петербург, 2011); Международная конференция «Актуальные вопросы современных зондирующих электромагнитных систем». (Киев, 2012) 9th International conference. Problems of Geocosmos, St. Petersburg, 2012; 21st EM Induction Workshop (Darwin, Australia, 2012); 5^{ая} международная научная конференция молодых ученых и студентов: «Фундаментальная и прикладная геологическая наука глазами молодых ученых: достижения, перспективы, проблемы и пути их решения» (Баку, 2013); 22nd EM Induction Workshop (Weimar, Germany, 2014); VI міжнародна наукова конференція «Геофізичні технології прогнозування та моніторингу геологічного середовища» (Львів, 2016); Третья международная конференция «Актуальные проблемы геосреды и зондирующих систем», (Киев, 2017);

Повнота викладу основних результатів дисертації в наукових фахових виданнях. Основні наукові результати та висновки, викладені в дисертаційній роботі, одержані автором особисто або в співавторстві та опубліковані в журналах, які входять до затвердженого МОН переліку наукових фахових видань України з наук про Землю або іноземних виданнях. За темою дисертації опубліковано 8 нау-

кових праць: статей – 7 (3 входять до міжнародної наукометричної бази - Web of Science), та 1 – монографія (накладом 300 примірників).

Зміст і оформлення дисертації. Дисертаційна робота викладена на 132 сторінках машинописного тексту, складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків та списку використаних джерел та 1 додатку. Робота ілюстрована 34 рисунками та 1 таблицею. Список використаних джерел містить 99 найменувань.

До недоліків роботи можна віднести наступні:

1. Потрібно було приділити більше уваги питанням застосування розробленого автором підходу в практиці. Зокрема, в дисертації необхідно було б виконати побудову геоелектричної 2D або 3D моделі північної частини Кіровоградської аномалії.

2. З точки зору рецензента бажано було б приділити більше уваги питанням застосування підходу автора до спільної інтерпретації результатів з іншими геофізичними, зокрема сейсмічними, методами інтерпретації даних. У прикладах апробації підходу автора в основному увага приділена інтерпретації результатів для теоретично побудованих модельних об'єктів.

3. У кінці кожного розділу згідно вимог оформлення дисертації представлені висновки змісту матеріалу розділів, однак, бажано було б побачити більш докладну інформацію щодо практичного застосування теоретичного матеріалу в висновках.

4. Опонент відзначає також присутність значної кількості описок у тексті дисертації та авторефераті дисертації. Так, наприклад, у авторефераті відсутні розділові знаки у формулах (1), (2), (3), (4) і т.д., у дисертації - у формулах (1), (1.5), (1.6), (1.8), (1.9) і т.д.; у тексті дисертації написано: «Південо...», має бути «Південно ...»; написано «неможна...», має бути «не можна ...»; написано «квазі-сходинкову...», має бути «квазі-сходинкову ...», присутня незначна кількість подібних описок. Розшифрування абревіатур зустрічаються після їх вживання вперше, хоча перелік скорочень на початку дисертації присутній. Часто порушується правило милозвуччя української мови, хоча загалом дисертація написана добре, літературною українською мовою.

5. На думку опонента давати в тексті дисертації два рази список публікацій здобувача не має необхідності.

Не зважаючи на вказані недоліки, стверджую наступне: Дисертація А.В.Терешина - завершена робота, що задовольняє вимогам спеціальності 04.00.22 - геофізика, відрізняється актуальністю, новизною і значимістю отриманих результатів, має теоретичне і практичне значення для вирішення актуальних задач у геофізиці. Наявність зауважень і недоліків не знижує значення роботи в цілому.

Аналіз дисертації, автореферату та опублікованих праць дає підстави для висновку про те, що **«ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛІ ТА МІСЯЦЯ» є завершеною, самостійно виконаною науковою працею, що має вагомое теоретичне і практичне значення, заслуговує позитивної оцінки, відповідає вимогам пп. 9,11, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів» (Постанова Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567), вимогам наказу № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» та іншим нормативним актам Міністерства освіти і науки щодо кандидатських дисертацій, а її автор **Терешин Артем Валерійович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 04.00.22 – геофізика.****

Офіційний опонент доктор фізико-математичних наук,
професор зі спеціальності «04.00.22 – геофізика»,
професор відділу організації науково-дослідної діяльності Львівського державного університету безпеки життєдіяльності ДСНС України (ЛДУ БЖД),
професор кафедри цивільного захисту та комп'ютерного моделювання еко-геофізичних процесів ЛДУ БЖД,
академік Української нафтогазової академії



Ю.П. Стародуб

Підпис засвідчую

Учений секретар

Лаврецький Роман ЛАВРЕЦЬКИЙ

17.02.2021.

