

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу  
**КУШНІРА Антона Миколайовича**  
"ГЕОЕЛЕКТРИЧНІ НЕОДНОРІДНОСТІ ЗЕМНОЇ КОРИ ТА ВЕРХНЬОЇ  
МАНТІЇ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ",  
що представлена на здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук  
за спеціальністю 04.00.22 – геофізика

### **1. Загальна характеристика роботи**

Дисертаційна робота складається із вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та 1 додатку. Об'єм роботи – 409 сторінок, в т.ч. 118 рисунків та 1 таблиця та посилання на 333 літературні першоджерела. В основі дисертації – опубліковані автором 36 наукових праць, у т.ч. 20 статей (з яких 10 входять до міжнародних наукометричних баз: Scopus – 1, Web of Science – 8, Index Copernicus – 5, РИНЦ – 1), 4 монографії (з яких 2 друкованих видання накладом 300 примірників та 2 – в електронному вигляді в мережі Інтернет у форматі, не призначеному для редагування, з платним доступом) та 12 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях і симпозіумах.

Дисертаційна робота присвячена виявленню геоелектричних неоднорідностей земної кори і верхньої мантії різних геологічних структур України і прилеглих до неї територій на основі побудови тривимірних моделей розподілу електричного опору за експериментальними даними магнітотелуричного зондування (МТЗ) і магнітоваріаційного профілювання (МПВ), а також визначенню природи аномалій високої електропровідності на основі комплексного аналізу геолого-геоелектричних даних та зв'язків цих аномалій з геодинамічним розвитком та проявами рудних корисних копалин та вуглеводнів.

Дослідження виконані здобувачем на основі аналізу та узагальнення наявної геолого-геофізичної інформації про будову різновікових структур України, результатів геофізичного експерименту у вигляді досліджень природного низькочастотного електромагнітного поля Землі за допомогою сучасної цифрової апаратури з використанням передових методик реєстрації та обробки даних на основі аналізу Фур'є і робастних способів лінійного оцінювання у частотній області як одноточково, так і багатоточково (для синхронних записів) за допомогою сучасних програмних комплексів та тривимірного геоелектричного моделювання геологічного середовища шляхом кінцево-різницевого вирішення системи рівнянь Максвелла в інтегральній формі за допомогою програми Mtd3fwd R. Mackie.

### **2. Актуальність роботи**

Загальна актуальність роботи пов'язана із тим, що вивчення земних надр геолого-геофізичними методами дає основу для з'ясування фундаментальних питань флюїдного режиму та дегазації Землі, у т.ч. проникнення у земну кору по глибинним зонам високої проникності, які часто відповідають глибинним розломам, глибинних високотемпературних флюїдів – важливого джерела для всіх наступних процесів утворення рудних і нафтогазових родовищ. Області

зчленування різних типів земної кори (тектонічних плит) характеризуються електропровідними структурами, експериментальними дослідженнями (за допомогою площинних магніотелуричних та магнітоваріаційних методів) яких на сьогодні займаються чисельні наукові колективи різних країн, у т.ч. України. На сьогодні геоелектричні дослідження в різних модифікаціях широко застосовується як один з найінформативніших методів для вирішення різноманітних теоретичних завдань в галузі наук про Землю, особливо вивчення глибинної будови та прогнозування родовищ корисних копалин. Електромагнітні поля, індуковані в Землі джерелами іоносферно-магнітосферного походження, дають змогу оцінити глибинну геологічну будову земних надр, а також перебіг геодинамічних процесів.

Електромагнітні поля, індуковані в Землі джерелами іоносферно-магнітосферного походження, дають змогу оцінити глибинну геологічну будову земних надр, а також перебіг геодинамічних процесів. Не зважаючи на те, що ще у 80-х роках ХХ століття серед геофізиків превалювала думка про відсутність істотних глибинних горизонтальних неоднорідностей електропровідності, вже на початку ХХІ ст. було накопичено великий обсяг експериментальних даних та з'явилися нові методики тривимірної інтерпретації за допомогою вирішення прямої (моделювання) і оберненої (інверсія) задач геофізики для побудови глибинних геоелектричних моделей та виявлення геоелектричних неоднорідностей земної кори і верхньої мантії. Саме дані про геоелектричні неоднорідності надають необхідну інформацію про певні види мінералів, графітизацію, дегідратацію, часткове плавлення гірських порід, інтенсивне тектонічне переміщення блоків та термобаричні умови, що супроводжують цей процес, розвиток тріщинуватих зон, які можуть сприяти виділенню сейсмічної енергії тощо. В цьому сенсі вивчення розподілу глибинної електропровідності та геоелектричних неоднорідностей земної кори і верхньої мантії території України є актуальною задачею, вирішення якої відкриває нові можливості підвищення ефективності сучасних тектонічних і металоогенічних досліджень.

### **3. Новизна досліджень**

Відзначимо, що формулювання наукових положень в дисертаційній роботі є змістовним, показана основна сутність досягнень автора та визначений рівень новизни.

На основі нових експериментальних даних методами МТЗ і МВП, отриманих за допомогою сучасного обладнання з використанням передових технологій спостережень у межах різних геологічних регіонів України, вперше побудовано, розраховано та проаналізовано локальні та регіональні тривимірні моделі розподілу електричного опору земної кори і верхньої мантії центральної частини Українського щита (УЩ), Північної Добруджі та Переддобрудзького прогину та Кримсько-Чорноморського регіону.

Вперше на основі експериментальних досліджень виявлено геоелектричні неоднорідності в земній корі та верхній мантії України, які характеризуються аномально низькими та аномально високими значеннями електричного опору. Зони високої електропровідності, що виходять на поверхню, вирізняються суб-

вертикальною неоднорідністю та утворюють гальванічно пов'язану систему, яка просторово корелює з глибинними розломами різного рангу, виділеними за геологічними даними. Земна кора незалежно від геолого-тектонічного регіону характеризується аномально провідними шарами, верхня кромка яких спостерігається на різних глибинах від 2 до 20 км з питомим електричним опором до 100 Ом·м. Геоелектричну неоднорідність верхньої мантії зафіксовано у Переддобрудзькому та Кримсько-Чорноморському регіонах і фрагментарно під УЩ, Прип'ятським прогином та Дніпровсько-Донецькою западиною (ДДЗ).

На сонові нових експериментальних даних підтверджено та деталізовано раніше виділені перспективні нафтогазоносні площі у фундаменті ДДЗ, які супроводжуються аномаліями електропровідності на різній глибині та характеризуються перетином активізованих розломів різної орієнтації, а також аномальною потужністю коромантійної суміші і розуцільнених областей від поверхні фундаменту до верхів верхньої мантії.

Дістали подальшого розвитку уявлення про комплексну природу аномалій електропровідності, яка зумовлена в межах УЩ графітизацією та сульфідизацією порід в зонах метасоматозу вздовж протяжних зон розломів та приурочена до областей поширення графітизованих гнейсів і сланців. В межах проєкцій на земну поверхню геоелектричних неоднорідностей розташовується більшість залізорудних родовищ переважно карбонатно-залізисто-кременисто-метабазитової і залізисто-кременистої формацій, що містять прояви рудної мінералізації та вуглеводнів.

#### **4. Основні наукові результати**

Основні результати отримані автором особисто, в публікаціях із співавторами чітко виділено особистий внесок дисертанта, що є достатньо вагогим.

Розглянемо зміст роботи більш детально з приділенням уваги критичним зауваженням і недолікам.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мета й задачі дослідження, наведено наукова новизни і практична значимість, а також результати апробації і реалізації основних положень роботи.

В якості зауваження слід зазначити дещо невдале формулювання першого положення наукової новизни роботи. Тут більше відзначається практичне значення одержаних автором наукових результатів, які зокрема сформульовано в наступному положенні наукової новизни. Тому, на наш погляд, доцільно об'єднати перше та друге положення наукової новизни роботи.

У **розділі 1** представлено детальний огляд виявлених починаючи з 80-х років минулого століття регіональних геоелектричних неоднорідностей кори і верхньої мантії Землі на різних континентах (у т.ч. Північній та Південній Америці, Східній та Південній Африці, Австралії, Євразії) і більш детально на території України. Переважно це аномальні зони-провідники, які витягнуті на сотні і навіть тисячі кілометрів з шириною до 100 км і глибиною залягання покривлі – 20–30 км (та проникненням у верхню мантію). Ці зони часто супроводжуються родовищами цинку, свинцю, золота міді, алмазів тощо. Також значну увагу автором приділено проявам геодинамічних процесів Землі і в першу чер-

гу сейсмічності. Показано що в сучасній науковій літературі ці проблеми все частіше стосуються питань дегазації Землі і, як наслідок, з проявом надглибинних і глибинних флюїдних процесів в корі та мантії Землі. За даними глибинних геоелектричних досліджень встановлюється наявність поясів електропровідних структур в земній корі, що корелюють з рухомими (геодинамічними) поясами, у т.ч. на території України і прилеглих до неї регіонів.

Виконано детальний огляд глибинної будови земної кори та верхньої мантії України за даними природного електромагнітного поля Землі. Виявленні численні регіональні і локальні аномалії електропровідності не тільки дають змогу оцінити відповідну геодинамічну обстановку, а й є підставою для з'ясування фундаментальних питань генезису корисних копалин, процесів, що протікають у земній корі та верхній мантії. Узгоджені двовимірні і квазітривимірні плівкові моделі глибинної електропровідності на основі аналізу даних МТЗ і МВП зондувань різних геологічних регіонів України дозволили виділити різні по конфігурації і геоелектричним параметрам ділянки високої і низької електропровідності на фоні загального високого опору, який характерний для консолідованої кори.

Проаналізовано загальноприйняті одновимірні моделі земної кори та верхньої мантії для більш повного розуміння природи аномальних зон при тлумаченні даних електромагнітних спостережень та наведено коротку характеристику різних механізмів електропровідності. Автор слушно зауважує те, що значна частина аномалій високої електропровідності знаходиться на глибинах в надрах Землі, які недосяжні для сучасного буріння, і питання про їх природу вирішується переважно на рівні гіпотез, що спираються на непрямі ознаки і досвід та інтуїцію дослідників щодо природи електропровідності в надрах Землі та до її тлумачення з точки зору геоелектрики. Слід погодитись з автором в тому, що проблемними в геоелектричних дослідженнях залишається низка питань щодо визначення питомого електричного опору гірських порід та потужності електропровідних об'єктів, оцінки впливу на отримані результати електричних властивостей поверхневих структур та з'ясування природи високої електропровідності і зв'язків геоелектричних властивостей з геологічними і тектонічними об'єктами. Саме для вирішення цих питань автор наголошує на необхідності побудови об'ємних моделей розподілу електропровідності в земній корі і верхній мантії.

В якості зауважень та недоліків цієї частини роботи слід зазначити наступні.

- Безумовно геоелектричні неоднорідності є наслідком тектономагматичної діяльності, що супроводжується утворенням полів напружень і розломів, з якими в свою чергу пов'язані сучасні уявлення про родовища корисних копалин. Але в роботі не приділено уваги визначенню та дослідженню логічного ланцюжка зв'язку між розподілом аномалій опору і розподілом рудних полів (родовищ корисних копалин) як частини загальної фізико-геологічної моделі об'єктів геолого-геофізичних досліджень.

- В сучасній геотектоніці досі не існує загально визнаної концепції структури утворення в земній корі. Різні дослідники можуть спиратись та обстоювати майже протилежні «фіксістські» та «мобілістські» положення геотектоніки. Автор же в своїх дослідженнях спирається на гіпотезу тектоніки плит, не розглядаючи інші гіпотези утворення та розвитку земної кори.

- Проведений огляд сучасних уявлень про фізико-хімічну природу корових і мантієвих провідників практично не використовується при подальшому аналізі аномалій в наступних розділах роботи. В цьому напрямку у автора відсутні оригінальні доробки. На наш погляд, такого роду огляд варто було провести більш детально з використанням конкретних фізичних моделей тих процесів, які відбуваються у відповідних фізичних умовах кори і верхньої мантії.

У розділі 2 викладено авторські результати глибинних електромагнітних досліджень різних геологічних регіонів України. Детально розглянуто загальні теоретичні основи та методику експериментальних досліджень МТЗ та МВП, підходи до обробки магнітотелуричних даних. Завдяки сучасному підходу до обробки експериментальних синхронних МТ/МВ зондувань були отримані глибинні геоелектричні параметри літосфери у різних геологічних структур України. Автор слушно наголошує на тому, що сучасна геоелектрика є одним з провідних розділів загальної та прикладної геофізики. Електромагнітні поля, індуковані в Землі джерелами природного походження, дають можливість отримати унікальну інформацію про глибинні фізико-хімічні процеси та будову. В роботі систематизовано, узагальнено та детально викладено інформацію щодо розробки фізико-математичних основ електромагнітних методів.

Експериментальні МТ/МВ роботи в профільному та площинному варіантах (із широким діапазоном коливання відстаней між точками спостережень 1-30 км) було проведено за допомогою автоматичних вітчизняних цифрових довгоперіодних станцій серії LEM-417 (розроблених у Львівському центрі Інституту космічних досліджень НАН України) із низьким часовим дрейфом та високою точністю вимірювань, що дозволило у переважній більшості пунктів спостережень отримати кондиційні 5-компонентні записи електромагнітного поля, які зокрема задовольняють вимогам до застосування процедур синхронного оцінювання передавальних операторів МТ/МВ полів програмного комплексу PRC\_MTMV. В цілому результати сучасних експериментальних МТ/МВ досліджень території України свідчать про те, що у геоелектричному відношенні і земна кора і верхня мантія на території України є істотно неоднорідними.

Значну увагу автором приділено результатам 1D інверсії даних глибинних МТЗ (ГМТЗ) та методиці побудови 3D геоелектричних моделей. Одновимірною (1D) інверсією геоелектричних даних залишається найдоступнішим способом первинної оцінки геоелектричних параметрів середовища, побудови одновимірних розрізів та в подальшому дво- і тривимірних геоелектричних моделей. Найбільш повний за глибиною геоелектричний розріз отримано з 1D інверсії узагальнених кривих зондувань, побудованих шляхом поєднання кривих МВЗ на опорній геомагнітній обсерваторії з кривою ГМТЗ досліджуваного регіону.

Отриманий розподіл електропровідності в земній корі та верхній мантії території України може бути використаний при побудові глибинних геологічних і геотектонічних моделей, а також для пояснення особливостей геодинамічних процесів регіону. Аномалії підвищеної електропровідності на глибинах до 30 км є одним з підґрунть розробки критеріїв виділення площ, які перспективні на рудопроявів корисних копалин.

В умовах складних (у т.ч. із суттєво неоднорідним розподілом осадових відкладів) геологічні структури території України, близького розташування регіональних і локальних приповерхневих структур високої провідності (у т.ч. розломів) та інших факторів-завад акцент зроблено на використанні відповідного інструменту тривимірного моделювання низькочастотних електромагнітних полів і, в першу чергу, широко відомого у світовій геоелектричній практиці пакету програмного забезпечення Mtd3fwd, який дає можливість отримувати п'ять компонент магнітотелуричного поля для двох поляризацій.

Одним з основних питань моделювання електромагнітних полів є вибір «нормального» розподілу провідності з глибиною, характерного для типових тектонічних одиниць України. Автором використано різні розподіли, отримані в результаті комбінації даних МТЗ і ГМВЗ, у т.ч. для докембрійських і герцинських регіонів (введені на підставі узагальнення понад 100 кривих ГМТЗ на неактивізованих у геотектонічному сенсі територіях Східноєвропейської платформи – ССП), для регіонів з кімерійською або альпійською геологічною історією – із збільшеною провідністю на мантійних глибинах.

В якості зауважень та недоліків цієї частини роботи слід зазначити наступні.

- Виходячи з наявності критичних зауважень багатьох фахівців-геоелектриків щодо матеріалів, отриманих за одноточковою методикою проведення вимірювань МТЗ, через можливий значний вплив техногенних перешкод на дані вимірювань – необхідно було б виконати попередній аналіз і оцінку достовірності і якості вихідного польового матеріалу МТЗ, ГМТЗ і МВП, який використаного автором для побудови узагальнюючих геоелектричних моделей.

- Наведено інформацію проте, що геоелектричні дослідження проводились як у профільному так і площинному варіантах з відстанню між пунктами спостережень – від 1 до 5–10 км, іноді до 30 км, але для конкретних площ (ділянок) не зрозуміло якому конкретно масштабу відповідають ці дослідження.

- Через значну аномальність та велику кількість виявлених неоднорідностей в розподілі провідності використання при інтерпретації геоелектричних даних на території України спрощених підходів (у т.ч. поняття нормального розрізу, одномірне моделювання, двовимірне та тривимірне моделювання, які швидше є історичними етапами розвитку методів геофізики, ніж адекватними методами сучасного аналізу цих об'єктів) потребує додаткового обґрунтування.

У **розділі 3** розглянуто результати експериментальних геоелектричних досліджень та побудови 3D моделей УЩ в цілому та його окремих частин, у т.ч. західної – Волинський, Подільський, Росинський та Бузький мегаблоки, центральної – Інгульський мегаблок, Голваневська та Інгулецько-Криворізька шовні

зони, східної – Середньопридніпровський і Приазовський мегаблоки та Оріхів-Павлоградська шовна зона). Тут детально досліджено ймовірну природу геоелектричних неоднорідностей, зв'язок низькоомних зон із структурними елементами тектоніки та геодинаміки регіону та рудопроявами корисних копалин.

Геоелектричні дослідження УЩ виявили численні локальні і регіональні аномалії електропровідності, присутність низькоомних глибинних аномалій уздовж протяжних зон розломів, в шовних зонах, приурочених до зон метасоматозу, зв'язаність низькоомних аномалій з металогенічними рудними вузлами і геохімічними аномаліями. При цьому особливу увагу в роботі було приділено перспективам геоелектричних досліджень шовних зон УЩ як зон підвищеної електропровідності для пошуку рудопроявів корисних копалин.

На локальному рівні на основі побудови різномасштабних тривимірних геоелектричних моделей за результатами експериментальних спостережень виявлено аномалії високої електропровідності у земній корі Голованівської шовної зони та її локальних елементів базит-метабазитових структур Побузького гірничорудного району та оцінено їх зв'язок з рудопроявами корисних копалин й основними етапами геодинамічного розвитку регіону. Зокрема результати тривимірного моделювання базит-метабазитових структур Ятранського блоку цієї зони – Тарасівської та Троянківської (які потенційно перспективні на алмазонність, рідкісні і кольорові метали) свідчать про те, що такі структури у геологічних границях не проявляються в аномальній електропровідності. У той же час розломі зони, що оконтурюють та перетинають їх, є складними тривимірними аномальними об'єктами.

Більшість родовищ і рудопроявів корисних копалин виявлено в межах низькоомних аномалій, які переважно приурочені до зон метасоматозу уздовж протяжних зон розломів на сході Голованівської шовної зони і до областей поширення графітізованих гнейсів і сланців в західній частині цієї зони. Залучення результатів експериментальних досліджень методами МТЗ і МВП разом з мінералогічними і геохімічними даними підвищує ефективність регіонального і локального прогнозування рудопроявів корисних копалин у межах як вказаної шовної зони, так і в цілому УЩ.

В якості зауваження до цієї частини роботи слід зазначити те, що при вивченні території УЩ автор спирається виключно на результати геоелектричних досліджень і практично не використовує значні обсяги накопиченої тут за допомогою інших геофізичних методів (і в першу чергу, гравіметрії) інформації. Комплексування геоелектричних з іншими геолого-геофізичними дослідженнями безумовно буде сприяти зниженню неоднозначності розв'язку обернених задач геофізики.

У **розділі 4** розглянуто результати експериментальних геоелектричних досліджень на територіях розвитку у межах України герцинських структур, перспективних на вуглеводні: Дніпрово-Донецької западини (ДДЗ), Донбасу та Прип'ятського прогину, які відрізняються між собою в геоелектричному відношенні, хоча і мають спільні риси. Це структури з поверхневими високоелектропровідними горизонтами зі значною латеральною неоднорідністю.

На конкретних прикладах геоелектричних досліджень Брагінсько-Лоевського виступу, Чернігівського блока, північного борту Белгородсько-Сумського мегаблока та південного борту центральної частини ДДЗ детально проаналізовано виявлені аномалії електропровідності та їх зв'язок із структурними елементами тектоніки регіону, визначено ймовірну природу цих аномалій, зв'язок низькоомних зон із геодинамічними особливостями території досліджень та родовищами вуглеводнів.

У **розділі 5** розглянуто результати експериментальних геоелектричних досліджень та етапи побудови 3D моделі північної Добруджі та Переддобрудзького прогину. Ця територія, як і вся південно-західна окраїна СЄП, проявляється аномальними об'єктами високої електропровідності в надрах земної кори, а розподіл електропровідності у верхній мантії відображає стан зони зчленування СЄП і Скіфської плити. Детально розглянуто результати експериментальних спостережень змінного низькочастотного електромагнітного поля Землі по трьом регіональним профілям (Рені-Біляївка, Кілія, Ізмаїл), а також в здовж субширотного профілю DOBRE та у пункті ГМТЗ в районі о. Зміїний. Проаналізовано виявлені аномалії електропровідності, їх ймовірну природу та зв'язок низькоомних зон із структурними та геодинамічними особливостями території досліджень та родовищами вуглеводнів.

Встановлено, що прояви сейсмічності, як і аномалії високої електропровідності переважно корелюють з активними глибинними тектонічними розломами і зонами зчленування великих тектонічних структур, якими і є різновікові докембрійська СЄП і кіммерійська Скіфська плита на території Переддобрудзького прогину і Північної Добруджі.

В якості зауваження до цієї частини роботи слід зазначити наступне. Досліджуючи прояви сейсмічності на території Північної Добруджі і Переддобрудзького прогину автор зосередив увагу лише на місцевих сейсмічних подіях (землетрусах). У той же час отримані результати геоелектричних досліджень можуть бути корисними при вирішенні сейсмологічних та інженерно-екологічних завдань для визначення та оцінки можливого впливу відлунь землетрусів у зоні Вранча (Румунія) та в Криму як на саму цю територію, так і через (крізь) неї на сусідні території.

У **розділі 6** розглянуто результати експериментальних геоелектричних досліджень Кримсько-Чорноморського регіону, у т.ч. Кіммерійських утворень Криму, Тарханкутського півострову, Новоселівського підняття та Сиваської западини, Керченського півострова. Уперше для Кримського регіону та прилеглих територій побудовано тривимірну геоелектричну модель земної кори та верхньої мантії, що представлена субвертикальними та субгоризонтальними неоднорідними структурами з різною глибиною залягання верхньої кромки провідника. Впевнено простежується глибинна субширотна структура, яка на заході підтверджує та деталізує відому Тарханкутську аномалію, та продовжується через центральний Крим до північно-західної частини Керченського півострову. Тут субвертикальні електропровідні зони часто збігаються з розломними структурами різного порядку, більшість таких об'єктів приурочено до шо-



вних зон між різними тектонічними елементами, такими як СЄП і Скіфська плита та Гірський Крим, Північно- і Південнокерченська зони та верхня мантія, що містять неоднорідні корові та мантійні високопровідні шари. Це свідчить про високу проникність для глибинних флюїдів зон контактів у процесі їх формування.

За результатами 3D моделювання цього регіону у земній корі та верхній мантії було виділено значну кількість електропровідних структур на різних глибинах від 2,5 до 100 км та підтверджено взаємозв'язок між проявами сейсмічності, нафтогазонасності і геоелектричними параметрами, що відображають сучасний стан земної кори і верхньої мантії та імовірні сліди впливу сучасних мантійних флюїдів.

**Висновки** автора по дисертації повністю відображають наукові досягнення автора та відповідають цілям і задачам досліджень.

**Список використаних джерел** (література) свідчить про ретельне і повне опрацювання літературних джерел, а також про повне відображення представлених результатів у працях автора.

В цілому до роботи необхідно висловити наступне зауваження. У автора часто зустрічається стилістичне прагнення до морфологічних висновків типу «максимум частотної характеристики», «змінюється положення максимуму» або «пологий максимум» (наприклад, стор. 152, 162, 349). Ці та інші неточності погіршують якість викладання результатів досліджень.

## **5. Висновки**

В цілому, дисертація КУШНІРА А.М. є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить практичне узагальнення і нове вирішення наукової задачі, що полягає у побудові тривимірних моделей за експериментальними електромагнітними даними різних геологічних структур України і що є значним досягненням для розвитку геоелектрики та геофізики в цілому.

Усі наукові положення, які винесені на захист (пункти наукової новизни), є новими і достовірними, обґрунтованими результатами науково-методичних розробок автора з використанням наявної інформації з проблеми досліджень, математичного апарату, модельних і польових експериментів і залученням значної кількості фактичного матеріалу.

Основні результати дисертації повністю викладені у наукових фахових виданнях, кількість таких публікацій відповідає нормативним показникам. Робота в достатній мірі апробована. Автореферат повністю відображає основні положення дисертації. Робота оформлена відповідно до діючих вимог, написана грамотною літературною мовою, логічно побудована. Практична цінність отриманих результатів щодо просторового розподілу геоелектричних неоднорідностей земної кори та мантії полягає в можливості їх використання для підвищення достовірності побудови моделей глибинних геологічних і геотектонічних процесів з метою прогнозування родовищ рудних корисних копалин та вуглеводнів. Геоелектричні моделі земної кори та верхньої мантії, а також отримані висновки щодо природи провідників у корі та верхній мантії мають бути

безпосередньо використані для побудови прогнозних металогенічних карт і схем сейсмічної безпеки території України.

Таким чином аналіз дисертації, автореферату та опублікованих праць дає підстави для висновку про те, що дослідження геоелектричних неоднорідностей земної кори та верхньої мантії території України є завершеною, самостійно виконаною науковою працею, що має вагомим теоретичне і практичне значення, заслуговує позитивної оцінки, відповідає вимогам п.п. 9,10,12,13 Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою КМУ № 567 від 24.07.2013 р. зі змінами; внесеними 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 України щодо докторських дисертацій, а автор дисертації Кушнір Антон Миколайович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора геологічних наук за спеціальністю 04.00.22 – геофізика.

Офіційний опонент –  
професор кафедри геофізичних методів розвідки  
Національного технічного університету  
«Дніпровська політехніка»  
докт. геол. наук, с.н.с.

О.К. ТЯПКІН

