

УДК 550.837:550.8.05

DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.88.07>В. Ільєнко, пров. інж.,  
E-mail: [ivageophysicist@gmail.com](mailto:ivageophysicist@gmail.com);

Т. Бурахович, д-р геол. наук,

E-mail: [burahovich@ukr.net](mailto:burahovich@ukr.net);

А. Кушнір, канд. геол. наук,

E-mail: [antonnn@ukr.net](mailto:antonnn@ukr.net);

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України,

пр. Палладіна 32, м. Київ, 03680, Україна;

С. Попов, канд. геол. наук,

E-mail: [814614@ukr.net](mailto:814614@ukr.net);

О. Омельчук, канд. геол.-мінералог. наук,

E-mail: [msstesha@ukr.net](mailto:msstesha@ukr.net);Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна

## МТ/МВ ДОСЛІДЖЕННЯ В ЗОНІ ЕНДОКОНТАКТУ КОРНИНСЬКОГО ГРАНІТНОГО МАСИВУ

(Представлено членом редакційної колегії д-ром геол. наук О.І. Меньшовим та канд. фіз.-мат. наук М.В. Ревею)

У 2018–2019 роках проводились роботи з вивчення глибинної геоелектричної будови складної системи перетину субширотної зони між Андрушівським і Машеринським розломами й субмеридіональними розломами Брусилівським і Вільшанським. Виконано площові синхронні спостереження низькочастотного природного електромагнітного поля Землі іоносферно-магнітосферного походження в широкому діапазоні періодів.

Було проведено оцінювання передавальних операторів МТ/МВ полів за допомогою застосування програмного комплексу PRC-MTMV. Отримано оцінки типперів для періоду геомагнітних варіацій від 50 до 3100 с, а також кривих позірною опорю й фаз імпедансу від 20 до 10000 с.

За інтерпретацією результатів магніотелуричних досліджень було чітко зафіксовано Брусилівський глибинний розлом у вигляді субвертикальної поверхневої низькоомної аномалії. Аналізуючи ці та попередні роботи, можна констатувати, що в межах Волинського мегаблока УЩ Брусилівський глибинний розлом проявляється аномальною високопровідною (з поверхні) структурою. У межах Росинського мегаблока Брусилівська зона розломів не є повністю аномальною, тільки її окрема складова (Великоєрчиківський розлом) має провідність, яка зменшується майже в чотири рази.

Менш чітко виділяється відносно електропровідна з поверхні західна межа Корнинського масиву, яка, скоріш за все, пов'язана з поверхневою провідністю малопотужних осадових відкладів або тріщинуватістю порід кристалічного фундаменту.

Слід зазначити, що на псевдорозрізах магніотелуричних параметрів пункт SUS (пікет 14 км) не проявився як аномальний, але особливості поведінки кривих для різної поляризації та досить низькі магнітоваріаційні характеристики можуть свідчити про те, що глибинну будову району необхідно віднести до неоднорідної. Тим більше, що цей пункт розташований поблизу зони метасоматично змінених порід з різнонаправленою системою розломів низького рангу. Одним із пояснень цього може бути те, що процеси вторинних змін у гранітоїдах не призводять до підвищення пористості, оскільки розчини, які відфільтровуються, одразу насичуються кальцієм та лугами й заповнюють шляхи міграції флюїдів.

**Ключові слова:** магніотелуричні та магнітоваріаційні методи, аномалії електропровідності, зони розломів, зони метасоматозу.

**Вступ.** Електропровідність геологічних утворень залежить, по-перше, від їхнього мінерального й літологічного складу, проникності формацій, мінералізованості водних розчинів у минулому й сучасних, а по-друге, від наявності в геологічних утвореннях високопровідних сульфідних мінералів, графіту та ін.

Метаморфогенні родовища пов'язані з виділенням із вмисних порід елементів рудної речовини під час метаморфізму та метасоматозу під впливом термодинамічних умов. Також певною мірою на утворення метаморфогенних родовищ можуть впливати наявні флюїди розчинних з'єднань рудних елементів, що локалізуються вздовж зон підвищеної проникності (рудопровідні канали). Відкладення рудних і жильних матеріалів відбувається у рудолокалізуючих системах під впливом існуючих високих температур і тиску. Такий процес характерний для умов складкоутворення, тріщиноутворення, зминання та брекчіювання порід.

Питомий електричний опір ( $\rho$ ) гірських порід також залежить від типів метаморфічних процесів. У межах одних рудоносних зон рудні тіла виділяються як менш електропровідні (більш високоомні) порівняно із вмисним середовищем об'єкти, що пояснюється зменшенням у них вмісту вуглецевої речовини та збільшенням вмісту кварцу. У межах інших рудоносних зон рудні тіла є більш електропровідними (більш низькоомними) об'єктами, ніж вмисне середовище, що пояснюється збільшенням у них вмісту сульфідів. Так, наприклад, на Бобріківському родовищі Донбасу золоте зруденіння зазвичай фіксується зонами максимальних градієнтів аномально низьких значень позірною опорю  $\rho_n$  (Белявський і др., 1999), оскільки

в електричному полі метасоматити проявляються як провідники з підвищеною електропровідністю. У межах Клинцівського золоторудного родовища Українського щита (УЩ) питомий електричний опір прожилкових рудних зон має знижені значення і змінюється у межах від 50 до 100 Ом·м, водночас кварцові рудні зони суттєво більш високоомні ( $\rho = 2000\text{--}2500$  Ом·м).

Загальною рисою більшості металогенічних зон України з присутністю в них золотого зруденіння, є наявність у земній корі проникних електропровідних каналів, витягнутих на багато десятків кілометрів (Белявський і др., 1999). Так, Кіровоградська глибинна зона розломів (ЗР), у межах східного борту якої розташоване Клинцівське рудне поле, обмежує із заходу відому регіональну Кіровоградську аномалію електропровідності. Також Савранське рудне поле розташоване в найбільш проникній та провідній центральній частині Голованівської шовної зони (ГШЗ), де інтегральна провідність шарів у корі сягає 2000 См.

Часто родовища і рудопрояви корисних копалин центральної частини УЩ розташовані безпосередньо у межах приповерхневих аномальних зон електропровідності (глибини 0–100 м). Особливо яскраво це виявлено в Субботсько-Мошоринській ЗР та її західному продовженні, що фіксується аномаліями електропровідності в ГШЗ, у межах яких локалізуються родовища і рудопрояви графіту, урану, золота (зокрема Майське родовище), заліза, нікелю, кобальту. За даними (Бурахович і др., 2016) перспективні концентрації урану і золота часто приурочені до лінійних аномалій електропровідності на глибинах 0,1–2,5 км в Інгільському мегаблоці УЩ і пов'язані із зонами метасоматично змінених порід. Слід

виділити зв'язок зон підвищеної електропровідності – Кіровоградської, Первомайської, Бобринецької ЗР з родовищами і рудопроявами різних корисних копалин. Подібні аномалії виявлені й у ГШЗ, з ними також пов'язані родовища і рудопрояви золота, урану, графіту, літію в Первомайській ЗР і поблизу Тальнівської ЗР (Савранське рудне поле).

З наведеного вище випливає, що електричні, у загальному, та магнітотелуричні (МТ) методи, зокрема, посідають значне місце серед геофізичних методів при пошуках рудопояв, які пов'язані з інтенсивними метасоматичними перетвореннями, що призвели до утворення родовищ золота.

До передумов для пошуку зруденіння золота, визначених згідно з даними (Анциферов *и др.*, 2009), відносять: наявність потужних витягнутих тектонічних зон з інтенсивним проявленням у них метасоматозу; значне

розповсюдження формацій, збагачених сульфідами, а також основних порід (кристалосланців), у яких можливе гідротермальне зруденіння золота; велика кількість виявлених на території досліджень геохімічних аномалій золота та їхні численні знахідки при проведенні шліфового опробування.

З огляду на зазначені вище передумови однією з перспективних площ для пошуків золотого зруденіння є Корнинська (рис. 1), на якій у попередні роки геоелектричні дослідження не проводилися. У межах цієї площі розташований Брусилівський глибинний розлом, який у межах Волинського мегаблока УЩ проявляється аномальною високопровідною (з поверхні) структурою. Крім того, у районі с. Криве, Корнинського району у базальному шарі бучацьких відкладів знайдено кварц із сульфідною мінералізацією та вмістом золота 0,24 г/т.

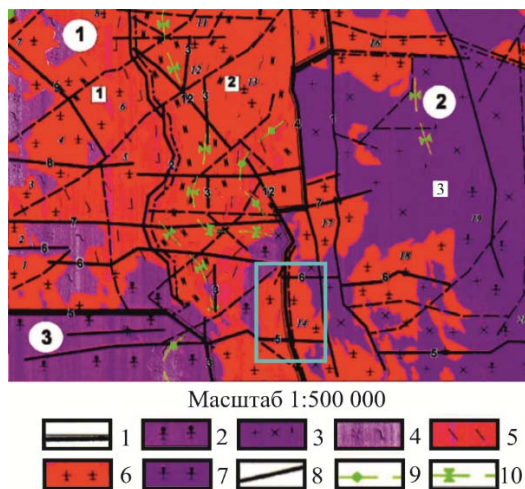


Рис. 1. Геологічна карта поверхні кристалічного фундаменту (Державна..., 2003). Умовні позначення:

1 – границі мегаблоків (цифри в колах: 1 – Волинський; 2 – Росинський; 3 – Подільський); 2 – бердичівські граніти і мігматити; 3 – амфіболіти і гнейси росинсько-тікицької серії; 4 – гнейси і кристалосланці василівської світи; 5 – гнейси і кристалосланці городської світи; 6 – масиви гранітів житомирського і уманського комплексів; 7 – масиви гранітів фастівського комплексу; 8 – основні розломи; 9 – осі антиклінальних структур; 10 – осі синклінальних структур. (Цифрами у квадратах позначено блоки другого порядку: 1 – Коростишівський; 2 – Кочерівський (синкліній); 3 – Федорівський). Синім прямокутником виділено Корнинський гранітний масив

**Мета роботи:** проведення сучасних експериментальних досліджень МТ/МВ методами, обробка польових даних та їхня інтерпретація для виявлення аномалій підвищеної електропровідності, імовірно пов'язаних із метасоматитами із золотим зруденінням у зоні ендоконтакту Корнинського гранітного масиву західної частини УЩ (рис. 1). Сам масив розташований на обох берегах ріки Ірпін, має площу близько 60 км<sup>2</sup> і витягнутий у субмеридіональному напрямку.

**Сучасні експериментальні МТ/МВ дослідження.** З упровадженням цифрових магнітотелуричних станцій з високоточною синхронізацією, таких як LEMI-417 (<https://www.isr.lviv.ua/lemi417ru.htm>), прийшло розуміння важливості синхронних спостережень для послаблення завад у традиційних МТ/МВ дослідженнях. Технології двоточкових зондувань з віддаленою базою ("remote reference", RR) стали потужним засобом боротьби із систематичними спотвореннями локальних передавальних операторів – імпедансу й типпера.

У 2018 році були проведені геоелектричні дослідження з вивчення глибинної геоелектричної будови складної системи перетину субширотної зони між Андрушівським і Машеринським розломами та субмеридіональними Брусилівським і Вільшанським. Вони включали площадні синхронні спостереження низькочастотного природного електромагнітного поля Землі іоносферно-магнітосферного походження в широкому діапазоні періодів ( $T$ ) на

ряді пунктів у межах Корнинського гранітного масиву, розташування яких наведено на рис. 2. На базовому пункті Рудка (RDK), що на заході Корнинського гранітного масиву, спостереження тривали протягом 7 діб. У польових пунктах на півночі масиву – Королівка (KRL), розташованого біля Корнинського гранітного родовища, та Корнин (KRN), що в зоні перетину Машеринського з Брусилівським розломами, а також у пункті Соболівка (SBL) на заході за межами масиву, де розповсюджені бердичівські граніти й мігматити з останцями порід дністровсько-бузької серії (біотитові кристалосланці), дослідження проводились одну добу. Відстань між пунктами спостережень у середньому становила 3–4 км.

У 2019 році були проведені спостереження за межами Корнинського масиву – на сході від Брусилівського розлому в пунктах Суцанка (SUS) та Ставище (STA), які розташовані в межах кристалосланцевого та гранітного масивів відповідно у Федорівському блоці Росинського мегаблока УЩ (рис. 1). Відстань між пунктами становила 7 км.

Оцінювання передавальних операторів МТ/МВ полів проводилось із застосуванням програмного комплексу PRC-MTMV (Варенцов, 2013). Були отримані оцінки типперів для періодів ( $T$ ) геомагнітних варіацій від 50 до 3100 с, а також кривих позірної опоры ( $\rho_n$ ) та фаз імпедансу ( $\phi$ ) у межах  $T$  від 20 до 10000 с.

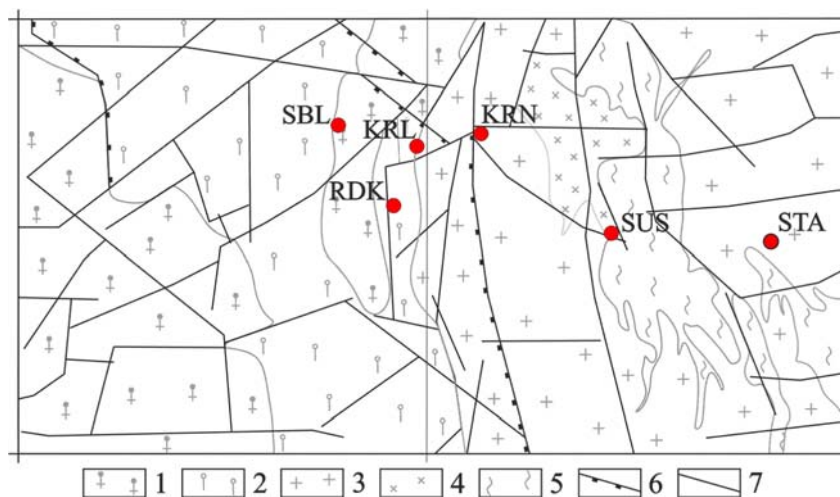


Рис 2. Тектонічна карта з позначеними на ній пунктами вимірювання:

1 – мігматити гранат біотитові; 2 – гнейси; 3 – граніти; 4 – гранодіорити; 5 – кристалосланці; розломи: 6 – скиди; 7 – основні; • KRN – пункти спостережень

У межах західної частини УЩ (Белявський і др., 2001; Кулик і Бурахович, 2007) чітко спостерігається зміна орієнтації вектора Візе (**W**) від південно-західного на Волинському мегаблоці, до північно-західного – на Подільському. Лише південніше широти, на якій розташовано місто Вінниця, вектор **W** розвертається на південь. Модуль вектора **W** у середньому дорівнює 0,3. На орієнтацію індукційних параметрів впливають телуричні струмові системи, що виникають в електропровідних осадових відкладах Дніпровсько-Донецької западини і Чернівецько-Коростенській, Вінницькій та Ружинській аномальних зонах. На УЩ сумарна поздовжня провідність (*S*) осадових утворень у середньому змінюється від 0,25 – на Волинському та Росинському мегаблоках, до 10 См на Подільському. Аналіз параметрів аномалій електропровідності на основі побудови регіональних моделей різного рангу (2D, квазі 3D та 3D) наведено у статті (Ільєнко та ін., 2019). Територія, де виконувалися геоелектричні дослідження, яким присвячена дана стаття, розміщена в складній зоні чергування областей з нормальними для території УЩ значеннями питомого опору ( $\rho = 1000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ), просторово локалізованих у земній корі на глибинах від 15 до 30 км, і областей з високою провідністю ( $\rho = 20 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ), що розташовані в межах Чернівецько-Коростенської аномальної зони.

Отримані сучасні спостереження комплексних індукційних параметрів не суперечать даним геоелектричних досліджень, одержаним у попередні роки, і доповнюють картину просторового розподілу векторів Візе. Майже на всіх частотах для всіх пунктів спостережень (рис. 3) спостерігається орієнтація дійсної компоненти типпера (**ReW**) захід – південний захід. На коротких періодах величини уявної (**ImW**) та **ReW** компонент співмірні. Незначний розворот північної компоненти спостерігається між пунктами SBL та KRL, SUS та STA. Таке незначне варіювання орієнтації типперів можливо пов'язано з тим, що пункти спостереження розміщено в межах різних за складом мозаїчно розташованих комплексах гірських порід. А саме, пункт SBL розташований у гранатбіотитових мігматитах, KRL – у гнейсах; SUS – у кристалосланцях, STA – у гранітах. Максимум частотної характеристики, величиною в середньому 0,35, знаходиться на періоді близько 200 с. Зі збільшенням *T* до 1000 с кут між **ReW** і **ImW** знаходиться в інтервалі  $90^\circ\text{--}135^\circ$ , величина **ImW** у 2–3 рази менша, що може свідчити про неоднорідний тривимірний глибинний розподіл електропровідності. Це

більш чітко підтверджується на періодах  $T > 1500 \text{ с}$ : дійсна компонента типпера **ReW** розвертається на північний-захід, особливо у пунктах RDK та KRN, і її значення наближається до 0 у пункті SUS; орієнтація уявної компоненти типпера **ImW** переважно східна, кут між **ReW** й **ImW** коливається в межах  $45^\circ$ , за величиною компоненти типпера майже однакові.

Аналіз отриманих амплітудних кривих магнітотелуричних зондувань (МТЗ) свідчить, що в пункті SBL, розташованому за межами Корнинського гранітного масиву, амплітудні криві МТЗ для обох поляризацій до періоду  $T \approx 200 \text{ с}$  на одному рівні значень позірного опору ( $\rho_p$ ) – у середньому  $300 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  (рис. 4). Зі збільшенням *T* криві  $\rho_p$  розходяться і, якщо для меридіональної поляризації (меридіональна ху-орієнтація вимірювальної лінії) значення позірного опору  $\rho_{p,yx}$  варіюють у межах  $300\text{--}200 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ , то позірний опір на кривих МТЗ для широтної поляризації ( $\rho_{p,yx}$ ) спадає до  $100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ . З подальшим збільшенням періоду крива  $\rho_{p,yx}$  зближується з кривою  $\rho_{p,yx}$  і на  $T \approx 8000 \text{ с}$  значення позірного опору на обох кривих становить  $\rho_p = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ . На цих кривих відсутня висхідна гілка на коротких періодах, що свідчить про відсутність провідного поверхневого осадового шару. Низхідна гілка на довгих періодах *T* виходить на рівень глобальних даних, але водночас вона за своїм низьким рівнем  $\rho_p$  не відповідає нормальній кривій МТЗ для УЩ ( $\rho_p \approx 800\text{--}1000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ).

Криві МТЗ для різної поляризації в межах Корнинського гранітного масиву розбіжні на всіх періодах. У пункті KRL рівень значень позірного опору на кривих  $\rho_{p,yx}$  становить  $10000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ , а на кривих  $\rho_{p,yx}$  –  $1000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ . В інтервалі довгих періодів ( $T > 8000 \text{ с}$ ) спостерігається тенденція до зближення кривих позірного опору, тоді як їхній рівень майже на два порядки перевищує рівень глобальних даних.

У пунктах RDK та KRN особливості кривих позірного опору для різних поляризацій подібні, хоча поведінка кривих, особливо  $\rho_{p,yx}$ , дещо відрізняється. Розбіжність кривих для різної поляризації зростає зі збільшенням *T* – від менше ніж 0,5 до 1 порядку в пункті RDK і від 1 до 1,5 порядків у пункті KRN. Позірний опір на кривих  $\rho_{p,yx}$  у всьому частотному діапазоні знаходиться на рівні  $1000 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  з несуттєвими варіаціями. Криві  $\rho_{p,yx}$  характеризуються наявністю спадних гілок, у межах яких позірний опір зменшується від 700 до  $100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  у пункті RDK і від 100 до  $50 \text{ Ом}\cdot\text{м}$  у пункті KRN.

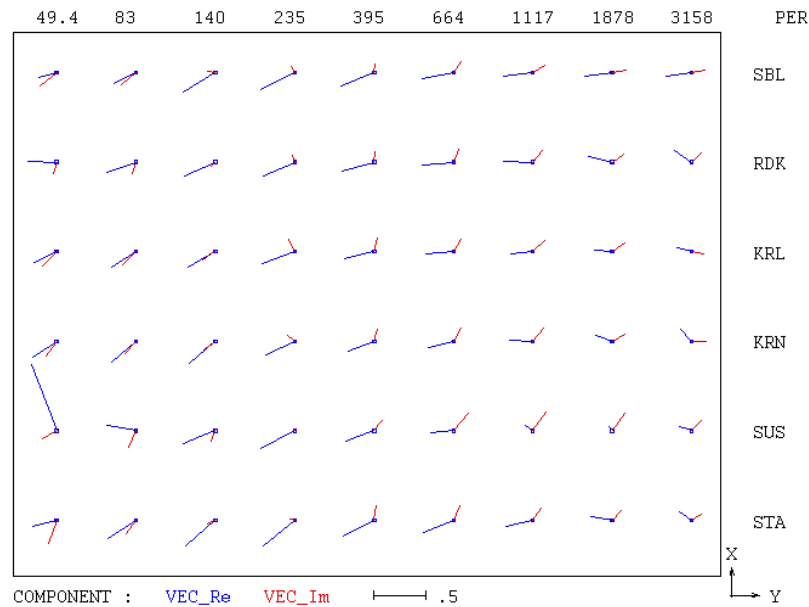


Рис. 3. Спостережені дійсні та уявні компоненти типпера за даними МБП для періодів геомагнітних варіацій від 50 до 3100 с

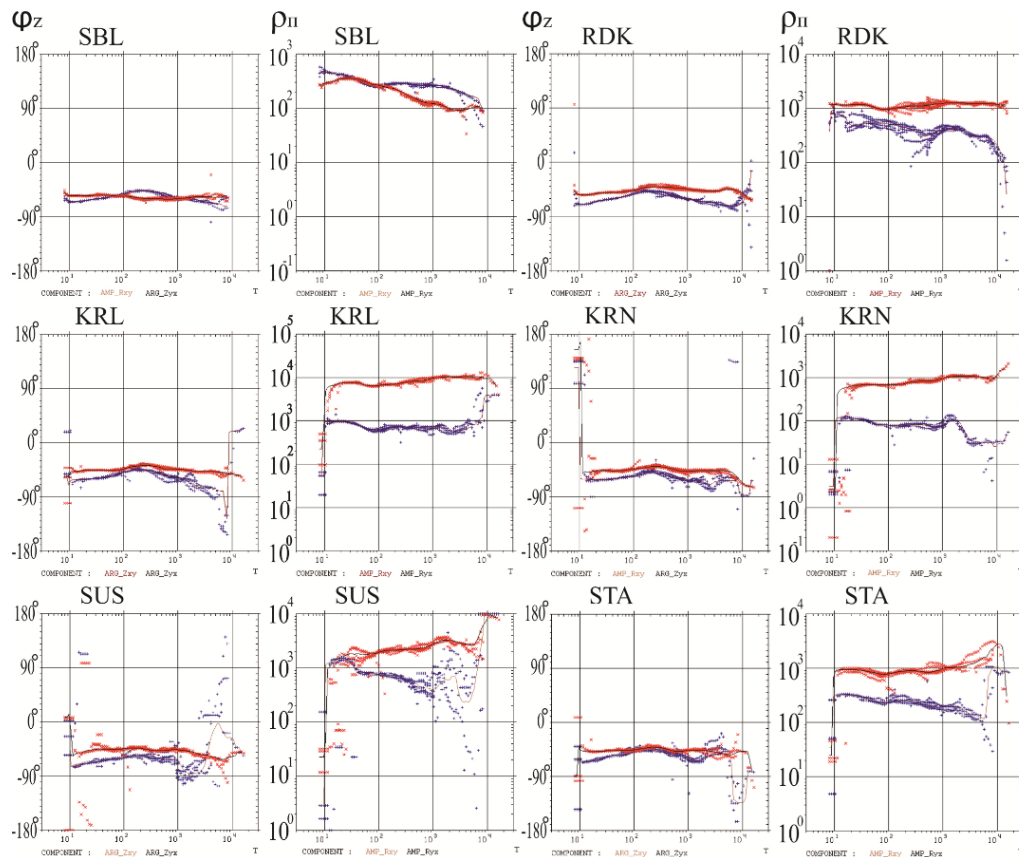


Рис. 4. Криві фази імпедансу ( $\varphi_z$ ) і позірнього опору ( $\rho_n$ ) для різних поляризацій МТ-поля: поляризація  $x$  позначена синім кольором,  $y$  - червоним

За межами Корнинського масиву в пунктах SUS та STA характер поведінки кривих МТЗ мало відрізняється від особливостей кривих, розглянутих вище, а саме: розбіжність кривих збільшується зі зростанням періоду від 0–0,5 до більш ніж одного порядку; рівень значень позірнього опору на кривих для широтної поляризації ( $\rho_{n,yx}$ ) становить 1000–3000 Ом·м; криві  $\rho_{n,yx}$  характеризуються наявністю спадних гілок, у межах яких позірний опір знижується від 300–500 до 100 Ом·м. У пункті SUS на періодах  $T > 1000$  с спостерігається значна нестійкість розрахункових значень  $\rho_{n,yx}$ .

Розбіжність позірних опорів, отриманих за результатами аналізу варіацій різних поляризацій МТ-поля ( $\rho_{n,yx} \neq \rho_{n,xy}$ ), свідчить про наявність у горизонтально-шаруватому розрізі електропровідних неоднорідностей (рис. 5), які можуть бути як локальні поверхневі, так і глибинні – у пунктах SBL (пікети 0–2 км), KRN (пікети 6–9 км) та STA (пікети 18–20 км). Вони краще проявились на субширотному псевдорозрізі і меншою мірою – на субмеридіональному.

На всій площі робіт значення фази на фазових кривих  $\varphi(T)$  в інтервалі періодів  $T < 1000$  с змінюється від  $-40^\circ$  до  $-70^\circ$ . Зі збільшенням  $T$  фаза знижується і в пунктах RDK,



KRL, KRN і SUS (пікети 4–14 км)  $\phi$  для поляризації  $xy$  на періоді  $T = 10000$  с досягає значень, менших за  $-75^\circ$ . На псевдорозрізі фази ефективного імпедансу ( $\phi_{\text{еф}}$ ) електропровідні неоднорідності практично не проявилися.

Характерні особливості кривих МТЗ субмеридіонального профілю Радомишль–Фастів (Ніколаєв та ін.,

2019), розташованого північніше, на відстані 40 км від профілю Корнинський, схожі з даними спостережень по Корнинському профілю в інтервалі пікетів 6–9 км (пункт спостережень KRN, рис. 5), що може вказувати на однакову геоелектричну обстановку в зоні Брусилівського глибинного розлому.

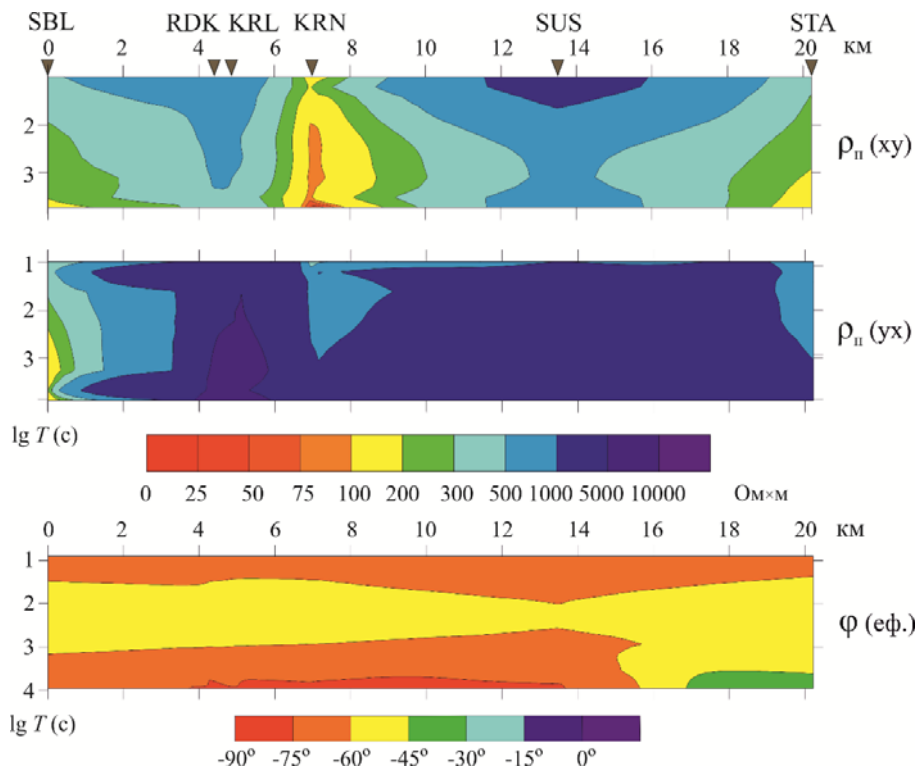


Рис 5. Псевдорозрізи позірнього опору ( $\rho_a$ ) для поляризацій  $xy$  та  $yx$  і фази ефективного імпедансу ( $\phi_{\text{еф}}$ ) вздовж профілю Корнинський

**Обговорення.** Геологічно Корнинські граніти мало вивчені. Майже єдиний їхній опис представлений в роботі (Бойченко, 2000). Занурюючись під Кочерівський синклінорій, вони можуть являти собою апікальну частину гранітного масиву. Гравітаційне та магнітне поля над ним від'ємні, малоамплітудні й слабо диференційовані. Характер полів відповідає фізичним властивостям гранітів, які є складовими масиву: їхня густина дорівнює  $2,8 \text{ г/см}^3$ , магнітна сприйнятливості ( $\chi$ )  $(30-70) \times 10^{-5}$  од. СІ для сірих гранітів, і  $(70-150) \times 10^{-5}$  од. СІ для рожевих гранітів з калієвими польовими шпатами. З огляду на магнітні властивості гранітів слабо градієнтне витримане магнітне поле свідчить про розвиток сірих гранітів і лише в крайових частинах масиву з'являються магнітні аномалії, пов'язані з появою рожевих гранітів.

Необхідно відмітити малу кількість та обмежену різновидність жильної фази в Корнинському гранітному масиві, що вказує на в'язкий стан речовини під час формування масиву та малий розвиток розломів і тріщин у подальшому, що призвело до суттєвого послаблення процесів міграції метасоматичних розчинів.

Майже всі глибинні розломи північно-західної частини УЩ характеризуються прирозломним метасоматозом, який проявлений кварц-сульфідними жилами у вмисних породах, утворенням польовошпатових метасоматитів і зон грейзенізації.

За проведеними магнітотелуричними дослідженнями чітко фіксується Брусилівський глибинний розлом у вигляді субвертикальної поверхневої низькоомної аномалії із значеннями позірнього опору  $\rho_a$  близько  $50 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  (пункт спостереження KRN). Отже, за цими і за попередніми даними (Ніколаєв та ін., 2019) можна констатувати, що в

межах Волинського мегаблока УЩ Брусилівський глибинний розлом проявляється аномальною високопровідною (з поверхні) структурою. У межах Росинського мегаблока Брусилівська зона розломів не повністю аномальна, лише її окрема складова, до якої належить Великоерчиківський розлом, є аномальною. У межах цього розлому провідність зменшується майже в чотири рази і  $\rho_a$  дорівнює близько  $200 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ . Виходячи з цього, видовжена більш ніж на  $150 \text{ км}$  структура із шириною від  $1$  до  $8 \text{ км}$ , у межах якої позірний опір змінюється від  $50$  до  $200 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ , не може розглядатися як двовимірний і повинна інтерпретуватися в рамках тривимірних моделей.

Менш чітко виділяється відносно електропровідна (з поверхні) західна границя Корнинського масиву, яка, скоріш за все, пов'язана з поверхневою провідністю малопотужних осадових відкладів або з тріщинуватістю порід кристалічного фундаменту.

Необхідно підкреслити, що на псевдорозрізах магнітотелуричних параметрів пункт SUS (пікет  $14 \text{ км}$ ) не проявився як аномальний, але саме поведінка кривих для різної поляризації, а не їхній рівень, та особливо низькі магнітоваріаційні характеристики можуть свідчити про те, що глибинну будову району необхідно віднести до неоднорідної. Тим більше, що цей пункт розташований поблизу зони метасоматично змінених порід і різнонаправлених розломів низького рангу. Процеси вторинних змін у гранітоїдах не призводять до підвищення пористості, оскільки розчини, які відфільтровуються, одразу насичуються кальцієм та лугами й заповнюють шляхи міграції флюїдів.

Подальші дослідження слід проводити за межами Корнинського масиву, у зонах прирозломного метасома-

тозу, які добре розвинуті із заходу масиву. Також перспективним для дослідження МТ/МВ методами є Андрушівська зона розломів, яка розташована на південь від гранітного масиву.

Публікація містить результати досліджень, проведених за фінансової підтримки за науковою темою Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України: "Геологічна будова Побузького гірсько-рудного району за сучасними геофізичними і геологічними даними та оцінка його перспектив на стратегічні мінеральні ресурси 2016 р. – 2020 р.", № держ. реєстрації 0116U006203.

#### Список використаних джерел

- Анциферов, А.В., Шеремет, Е.М., Есипчук, К.Е., Анциферов, В.А., Пигулевский, П.И., Кулик, С.Н., Бурахович, Т.К., Кривдык, С. Г., Загнитко, В.Н., Николаев, Ю.И., Николаев, И.Ю., Сетая, Л.Д., Зюльцле, В.В., Никиташ, Л.П. (2009). Геолого-геофизическая модель Немировско-Кочеровской шовной зоны Украинского щита. Донецк: Вебер.
- Белявский, В.В., Азаров, Н.Я., Белявский, В.В., Гошовский, С.В., Чупрынка, И.С., Шумлянский, В.О., и др. (1999). Геоэлектрические модели золоторудных месторождений Украинского щита и Донбасса. Киев: Знання.
- Белявский, В.В., Бурахович, Т.К., Кулик, С.Н., Сухой, В.В. (2001). Электромагнитные методы при изучении Украинского щита и Днепровско-Донецкой впадины. Киев: Знання.
- Бойченко, С.А. (2000). Корнинский гранит – структурно-текстурные особенности, состав и генезис. В сб. "Геология и магматизм докембрия УЩ", Киев, 127-129.
- Бурахович, Т.К., Николаев, И.Ю., Шеремет, Е.М., Ширков, Б.И. (2016). Аномалии электропроводности по результатам трёхмерного геоэлектрического моделирования и полезные ископаемые центральной части Украинского щита. *Вестник Пермского университета. Серия "Геология"*, 3, 47-56.
- Варенцов, И.М. (2013). Программная система PRC\_MTMV для обработки данных синхронных МТ/МВ зондирований. *Материалы VI Всероссийской школы-семинара по ЭМ зондированиям им. М.Н. Бердичевского и Л.Л. Ваньяна. ИГиГСО РАН, Новосибирск*, 1-4.
- Державна геологічна карта України масштабу 1:200000 аркуша М-35-XVIII (Фастів). (2003). Київ: Геоінформ.
- Ільєнко, В.А., Кушнір, А.М., Бурахович, Т.К. (2019). Електромагнітні дослідження Звіздаль-Заліської та Брусилівської зон розломів Українського щита. *Геофізичний журнал*, 4 (42), 97-113.

Кулик, С.Н., Бурахович, Т.К. (2007). Трёхмерная геоэлектрическая модель земной коры Украинского щита. *Физика Земли*, 4 (43), 21-27.

Николаев, И.Ю., Кушнір, А.М., Ільєнко, В.А. (2019). Електромагнітні дослідження західної частини Українського щита. *Геофізичний журнал*, 3 (41), 120-133.

#### References

- Antsiferov, A.V., Sheremet, E.M., Esipchuk, K.E., Antsiferov, V.A., Pigulevsky, P.I., Kulik, S.N., Burakhovich, T.K., Krivdyk, S.G., Zagnitko, V.N., Nikolaev, Yu.I., Nikolaev, I.Yu., Setaya, L.D., Zulze, V.V., Nikitash, L.P. (2009). Geological and geophysical model Nemirovskaya-Kocharovskaya suture zone of the Ukrainian Shield. Donetsk: Weber. [in Russian]
- Belyavskiy, V.V., Burakhovich, T.K., Kulik, S.N., Sukhoy, V.V., (2001). Electromagnetic methods in the study of the Ukrainian Shield and the Dnieper-Donets Basin. Kyiv: Znannya. [in Russian]
- Belyavsky, V.V., Azarov, N.Y., Goshovsky, S.V., Chuprynkа, I.S., Shumlyansky, V.O. et al. (1999). Geoelectric model of gold deposits in the Ukrainian Shield and the Donets Basin. Kyiv: Znannya. [in Russian]
- Boychenko, S.A. (2000). Kominisky granite - structural and textural features, composition and genesis. In the collection "Geology and magmatism of Precambrian Sh.", Kyiv, 127-129. [in Russian]
- Burakhovich, T.K., Nikolaev, I.Yu., Sheremet, E.M., Shirkov, B.I. (2016). Anomalies in electrical conductivity according to the results of three-dimensional geoelectric modeling and minerals in the central part of the Ukrainian shield. *Bulletin of Perm University. Series "Geology"*, 3, 47-56. [in Russian]
- Geological state map of the crystalline base of the scale of 1 : 200 000. Sheet M-35-XVIII (Phastiv). (2003). Kiev: Foundation of GP "Ukrainian Geological Company". [in Russian]
- Ilyenko, V.A., Kushnir, A.M., Burakhovich, T.K. (2019). Electromagnetic investigations fault zone of Zvizdal-Zalyska and Brusilovska of the Ukrainian Shield. *Geofizicheskij zhurnal*, 4 (42), 97-113 [in Ukraine]
- Kulik, S.N., Burakhovich, T.K. (2007). A three-dimensional crustal geoelectric model of the Ukrainian Shield. *Physics of the Solid Earth*, 4 (43), 284-289. [in Russian]
- Nikolaev, I.Yu., Kushnir, A.M., Ilyenko, V.A., Nikolaev, Yu.I. (2019). Electromagnetic studies of the western part of the Ukrainian shield. *Geofizicheskij zhurnal*, 3 (41), 120-133. [in Ukraine]
- Varentsov, I.M. (2013). Software system PRC\_MTMV for data processing synchronous MT/MV soundings. *Materials of the VI All-Russian Workshop on EM sensing*. Novosibirsk, 1-4. [in Russian]

Надійшла до редколегії 26.12.19

V. Ilyenko, Senior Engineer,  
E-mail: ivageophysicist@gmail.com;  
T. Burakhovich, Dr. Sci. (Geol.),  
E-mail: burakhovich@ukr.net;  
A. Kushnir, PhD (Geol.),  
E-mail: antonn@ukr.net;  
Institute of Geophysics NAS of Ukraine,  
32 Palladina Ave., Kiev, 03680, Ukraine;  
S. Popov, PhD (Geol.),  
E-mail: 814614@ukr.net;  
O. Omelchuk, PhD (Geol.-Min.),  
E-mail: msstesha@ukr.net;  
Taras Shevchenko National University of Kyiv,  
Institute of Geology, 90, Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine

## MAGNETOTELLURIC AND MAGNETOVARIATE RESEARCHES IN THE ENDOCONTACT AREA OF KORINISKY GRANITE ARRAY

In 2018-2019, work was carried out to study the deep geoelectric structure of a complex system of intersection of the sub-latitudinal zone between the Andrushevsky and Masherinsky faults and the sub-meridional between Brusilovsky and Olshansky. Plane synchronous observations of the low-frequency natural electromagnetic field of the Earth of ionospheric-magnetospheric origin in a wide range of periods are made.

The transmission operators of MT/MV fields were evaluated using the PRC-MTMV software package. The obtained tipper estimates for periods of geomagnetic variations from 50 to 3100 s, curves of apparent resistance and impedance phases from 20 to 10000 s.

According to the interpretation of the results of magnetotelluric studies, the Brusilovsky deep fault in the form of a subvertical surface low-resistance anomaly was clearly recorded. Analyzing these and previous works, it can be stated that within the Volyn megablock Ukrainian shield, the Brusilovsky deep fault is manifested by an anomalous highly conductive structure from the surface. Within the framework of the Rosinsky megablock, the Brusilov fault zone is not completely anomalous, and only its individual components (Velikoerchik fault) are anomalous, its conductivity decreases almost four times.

The western border of the Korinisky massif is less clearly distinguished, as the relatively electrically conductive from the surface, which is most likely associated with the surface conductivity of minor sedimentary deposits or fracturing of rocks in the crystalline basement.

It should also be emphasized that on pseudo-sections of magnetotelluric parameters, the SUS point (picket 14 km) did not appear to be anomalous, but the behavior of the curves for different polarizations, and especially low magnetovariational characteristics, may indicate that the deep structure of the region must be classified as heterogeneous. Moreover, this point is located near the zone of metasomatically altered rocks and multidirectional faults of low rank. One explanation of this may be that the processes of secondary changes in granitoids do not lead to an increase in porosity, the solutions which are filtered are immediately saturated with calcium and alkalis, filling the fluid flow paths.

Keywords: magnetotelluric and magnetovariate methods, conductivity anomalies, fault zones, metasomatic zones.

В. Ильенко, вед. инж.,  
E-mail: ivageophysicist@gmail.com;  
Т. Бурахович, д-р геол. наук,  
E-mail: burahovich@ukr.net;  
А. Кушнир, канд. геол. наук,  
E-mail: antonn@ukr.net;  
Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины,  
пр. Палладина 32, г. Киев, 03680, Украина;  
С. Попов, канд. геол. наук,  
E-mail: 814614@ukr.net;  
О. Омельчук, канд. геол.-минералог. наук,  
E-mail: msstesha@ukr.net;  
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,  
УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина

## МТ/МВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЗОНЕ ЕНДОКОНТАКТА КОРНИНСКОГО ГРАНИТНОГО МАССИВА

*В 2018–2019 годах проводились работы по изучению глубинного геоэлектрического строения сложной системы пересечения субширотной зоны между Андрушевским и Машеринским разломами и субмеридиональной – между Брусиловским и Ольшанским разломами. Выполнены площадные синхронные наблюдения низкочастотного естественного электромагнитного поля Земли ионосферно-магнитосферного происхождения в широком диапазоне периодов.*

*Было проведено оценивание передающих операторов МТ/МВ полей, посредством применения программного комплекса PRC-MTMV. Полученные оценки типпера для периодов геомагнитных вариаций от 50 до 3100 с, а также кривые кажущегося сопротивления и фаз импеданса от 20 до 10000 с.*

*При интерпретации результатов магнитотеллурических исследований был четко зафиксирован Брусиловский глубинный разлом в виде субвертикальной поверхностной низкоомной аномалии. Анализируя эти и предыдущие работы, можно констатировать, что в пределах Волынского мегаблока УЩ Брусиловский глубинный разлом проявляется аномальной, высокопроводящей с поверхности, структурой. В рамках Росинского мегаблока Брусиловская зона разломов не является полностью аномальной – только ее отдельная составляющая (Великоерчиковский разлом) является аномальной, ее проводимость уменьшается почти в четыре раза.*

*Менее четко выделяется относительно электропроводящая с поверхности западная граница Корнинского массива, которая скорее всего связана с поверхностной проводимостью маломощных осадочных отложений или трещиноватостью пород кристаллического фундамента.*

*Также следует подчеркнуть, что на псевдоразрезах магнитотеллурических параметров пункт SUS (пикет 14 км) не проявился как аномальный, но поведение кривых для различных поляризаций и особенно низкие магнитовариационные характеристики могут свидетельствовать о том, что глубинное строение района необходимо отнести к неоднородному. Тем более, что этот пункт расположен вблизи зоны метасоматически измененных пород и разнонаправленных разломов низкого ранга. Одним из объяснений этого может быть то, что процессы вторичных изменений в гранитоидах не приводят к повышению пористости, поскольку растворы, которые фильтруются, сразу насыщаются кальцием и щелочами, заполняя пути продвижения флюидов.*

*Ключевые слова: магнитотеллурические и магнитовариационные методы, аномалии электропроводности, зоны разломов, зоны метасоматоза.*