

ГЛИБИННІ ГЕОЕЛЕКТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГОЛОВАНІВСЬКОЇ ШОВНОЇ ЗОНИ

Т.К. Бурахович, Б.І. Ширков

*Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, просп. Акад. Палладіна, 32, Київ 03680, Україна,
e-mail: burahovich@ukr.net, bog_dan90@ukr.net*

Отримано нові експериментальні спостереження електромагнітного поля Землі в межах Голованівської шовної зони та зроблено їх обробку за допомогою сучасного програмного комплексу PRC_MTMV. На основі аналізу та інтерпретації даних магнітотелуричного зондування та магнітоваріаційного профілювання виявлено нові зони аномалій електропровідності в земній корі, які пов'язані з глибинними розломами та насувами Українського щита: Тальнівським, Ємилівським, Первомайським та Журавлинським. Розглянуто ймовірну природу аномалій електропровідності зазначеної зони та їх зв'язок з корисними копалинами.

Ключові слова: розломна зона, шовна зона, рудоутворення, магнітотелуричне зондування, магнітоваріаційне профілювання.

Вступ. Питання приуроченості рудоносних зон до тектонічних порушень і їх систем (тектонічних розломних зон) або шовних зон уже давно цікавить геологічне суспільство. Визначення рудної спеціалізації шовних зон Українського щита (УЩ) та їх зіставлення за аналогією з відомими шовними зонами (Східнокарельською, Центральнокарельською та Ладозько-Ботнічною зонами Балтійського щита, поясів Кейп-Сміт, Томпсон та Гренвіл Канадського щита), які відзначаються поліформацийним характером металогенії за тісного просторового суміщення найрізноманітніших рудоформацийних типів, є дуже перспективним напрямом [19]. У шовних зонах, як правило, локалізуються родовища чорних (залізо, титан, хром), кольорових (мідь, нікель, кобальт, свинець, цинк), рідкісних (цирконій, тантал, ніобій, літій, рубідій, рідкісноземельні елементи) та благородних (золото, срібло, платина) металів за провідної ролі сульфідного мідно-нікелевого, титаномагнетитового, хромітового, рідкісноземельного зруденіння та ін.

Узгоджений аналіз матеріалів по родовищах заліза в Росії (Якутія) та в Україні дав змогу дійти висновку, що родовища Імаликського (Чаро-Токкінського) та Чарського залізорудних районів Східного Сибіру в структурному та геолого-генетичному відношенні багато у чому подібні до родовищ шовних зон УЩ [16]. З подібними структурами можливий також просторово-генетичний зв'язок крупних та унікальних родовищ поліметалів і золота, одним із аналогів яких є найбільше золоторудне родовище Колар у Індії [17].

У роботі [10] розглянуто пізньоархейський зеленокам'яний пояс Яловара–Іломансі, приурочений до зони безпосереднього зчленування Свекофенського та Карельського геоблоків Балтійського щита. Для цього поясу характерні великі обсяги

продуктів середнього–кислого магматизму, що утворюють комагматичні асоціації, з широким проявом гранітоїдів. У протерозої зона зчленування згаданих геоблоків залишалася провідником інтрузивного магматизму. Такий тривалий розвиток шовної зони визначає її високу металогенічну перспективність.

Зв'язок аномалій електропровідності з окремими частинами масивів анортозитів і лужних порід УЩ розглянуто у статті [2]. Передбачається, що формування цих масивів пов'язане з трансформними розломними зонами: протерозойською регіональною – Херсон–Смоленськ, на сучасному етапі проявленою у Звенигородсько-Аннівській та Кіровоградській зонах; Грузько-Єланчицькій; Звездаль-Залеській. Вони є зонами розвантаження глибинного флюїду, що надходить з нижньої мантії і ініціює плавлення у верхній мантії.

Згідно з концепцією дегазації Землі [12], визначальним для генезису рудоутворення та його локалізації є флюїдний режим. Різного виду та складу флюїди, підіймаючись від ядра Землі у ближчі до поверхні шари, можуть вступати в реакцію з їх речовиною, що і зумовлює процеси рудоутворення.

Останнім часом розвиваються погляди щодо значної ролі верхньої мантії в постачанні рудних компонентів у складі мантійних флюїдів у процесі утворення родовищ [9]. З цим узгоджуються особливості глибинної будови урановорудних провінцій, виявлення фізичних та хімічних неоднорідностей мантії, а також геофізичні та петрологічні ознаки мантійного тепломасопереносу.

Дегазація нерозривно пов'язана з вертикальними і субвертикальними зонами руйнування гірських порід, які проявляються як зони ослаблення, розущільнення, напруження і тріщинува-

тості. Такі зони мають особливі, найчастіше досить контрастні геофізичні властивості, в тому числі геоелектричні. Вони характеризуються підвищеною електропровідністю і можуть бути виявлені методами геоелектрики.

За даними численних досліджень, зони зчленування різного типу тектонічних плит (океанічних і континентальних, міжконтинентальних) характеризуються електропровідними структурами. Природа таких глибинних регіональних аномалій не обов'язково пояснюється частковим плавленням, а може бути результатом міграції флюїдів і, відповідно, рудних компонентів з кори і мантії під час тектономагматичної активізації. Водень і вуглець у земній корі та верхній мантії також можуть переміщуватися в зонах зчленування різновікових плит. Потік, який проникає з кори або мантії, може утворювати графітову фазу у вигляді гальванічно зв'язаних плівок, що забезпечують зростання провідності. Тому невеликий вміст графіту, який поширений уздовж границь зерен, може суттєво збільшувати сумарну електропровідність порід. Це дає змогу прогнозувати перспективні площі на виявлення корисних копалин.

Отже, аномалії електропровідності є одними з найголовніших факторів, які визначають можливу зону геодинамічних процесів і тому мають бути досліджені з погляду формування та розміщення родовищ корисних копалин.

Структурно-тектонічне положення Голованівської шовної зони. Голованівська шовна зона (ГШЗ), за даними [5, 15], є західним обмеженням Інгульського мегаблока і фактично розділяє УЩ на дві частини – західну і східну. Зона має найбільшу протяжність серед усіх шовних зон щита і S-подібну в плані форму. За будовою ГШЗ поділяють на дві суттєво різні частини – північну і південну.

Вузька (до 10 км) північна частина дугоподібно простягається приблизно на 200 км і являє собою міжблокову пластину гранулітів і ультрамафітів [4], затиснену між двох мегаблоків: Росинським та Інгульським. Південніше ця частина сполучається з Тальнівською і Первомайською зонами розломів, займаючи простір між ними. І.Б. Щербаков виділяє цю зону під назвою Ядлово-Трахтемирівської полоси [20]. Вона приурочена до однойменного розлому і круто падає на південний схід. Характеристична особливість метаморфітів цієї зони – відсутність серпентинізації і слабкий метаморфізм, що може вказувати на відносно недавнє її утворення.

Поділ південної частини ГШЗ відповідає речовинному складу блоків нижчого порядку. Виділено 4 блоки: Лисянський і Тилігульський, складені амфіболіт-плагіогнейсовими структурно-речовинними комплексами; Голованівський і Ятранський – грануліт-чарнокітоїдними [4]. Перші

два блоки займають крайнє північне і північно-західне положення, останні – центральне і ближче до східного. Таке просторове положення дає підстави припустити, що грануліт-чарнокітоїдні блоки розсунули амфіболіт-плагіогранітоїдну частину перед упором Росинсько-Тикицького мегаблока [4].

Узагальнення матеріалів геоелектричних досліджень. Перші геоелектричні дослідження ГШЗ магнітотелуричними (МТ) методами були проведені А.І. Інгером по IV і VI міжнародним геотраверсам. У результаті отримані комплексні значення імпедансів МТ-поля в діапазоні періодів 0,1–1000 с (рис. 1) та індукційні вектори для періодів 150 с [7, 8].

За результатами якісної інтерпретації [8] було виділено провідну структуру – Ряснопільську (сумарна поздовжня провідність $S = 3000–10000$ См, глибина верхньої кромки $H = 6–12$ км). Висловлено припущення, що аномалія зумовлена наявністю графітізованих і піритизованих сланців, графітовмісних порід і, можливо, мінералізованих вод у зонах розломів. За даними 2D моделювання [1], Гайворон-Добровеличківська (Ряснопільська) аномалія електропровідності складається з окремих об'єктів – крутопадаючих тіл з невеликими поперечними розмірами, гальванічно зв'язаних з приповерхневими осадами ($H = 0,1$ км, $S = 2000$ См). Просторово ці об'єкти корелюють з простяганням глибинних регіональних розломів УЩ – Тальнівського, Гвоздавського, Первомайського [11, 14]. Останні також характеризуються явно вираженою анізотропією електропровідності у верхній частині розрізу.

За результатами регіональних квазі-3D та 3D моделей в геоелектричному розумінні і земна кора, і верхня мантія ГШЗ істотно неоднорідні [1, 11, 21]. Найбільш електропровідні частини Кіровоградської аномалії з питомим електричним опором (ρ) 5 Ом·м розміщуються в межах Первомайської зони розломів. Якщо в межах УЩ вона відповідає провіднику з поверхні, то в межах Причорноморської западини характеризується високою електропровідністю тільки з глибини 10 км.

В інтервалі глибин від 15 до 30 км виділена субмеридіональна провідна структура ($\rho = 10$ Ом·м), яка трасується вздовж Тальнівського регіонального розлому. Особливістю тривимірної моделі [11] є субмеридіональна східна межа провідника у верхній мантії південно-західної частини УЩ уздовж 31° сх. д. За даними сейсмотомографії [18], по цій субмеридіональній межі в мантії (глибше 50 км) швидкість поширення сейсмічних хвиль змінюється від низької на заході до високої на сході. Отже, ГШЗ практично оконтурює це аномальне мантієне утворення.

Результати сучасних експериментальних досліджень методами МТЗ і МВП (рис. 1) з вико-

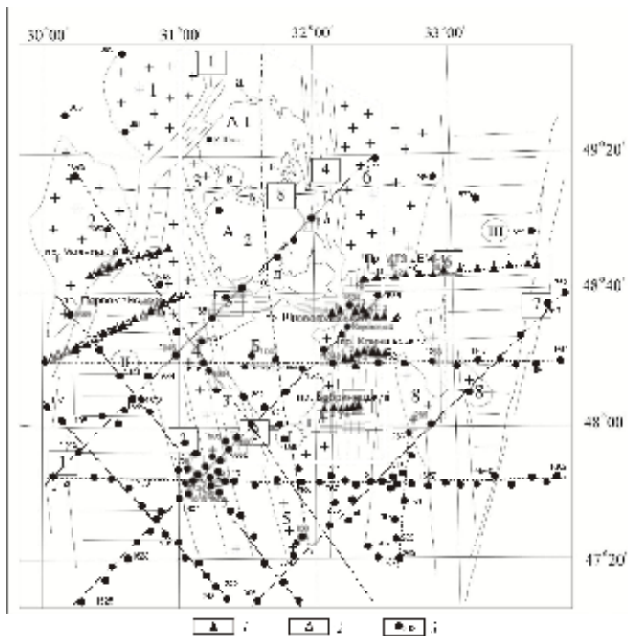


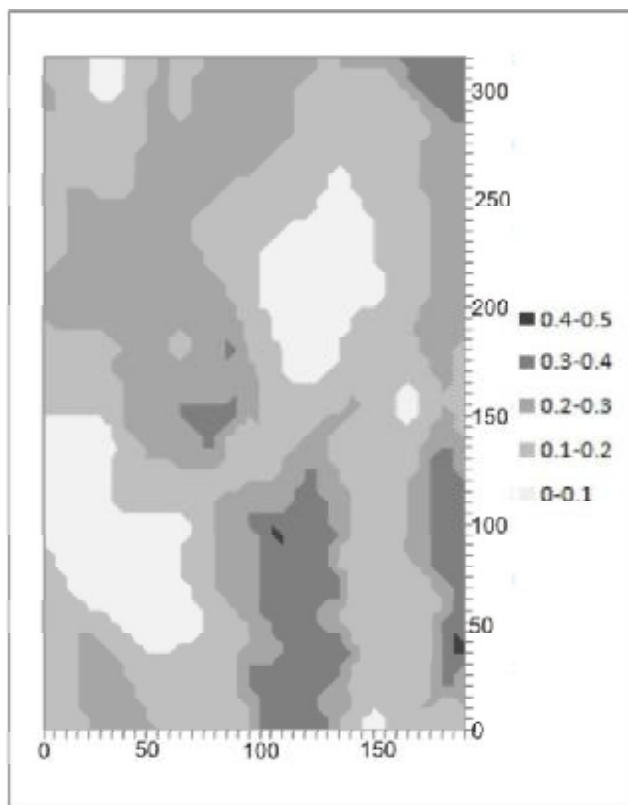
Рис. 1. Узагальнення матеріалів МТЗ, АМТЗ і МВП на схемі геологічної будови [5] Інгільського мегаблока Українського щита. Пункти: 1 – МТЗ і МВП (2005–2011 рр.), 2 – АМТЗ, за даними [4], 3 – МТЗ і МВП, за даними [8]

ристанням автоматичних цифрових п'ятикомпонентних довгоперіодних станцій переважно оброблені за допомогою програмного комплексу PRC_MTMV та опубліковані в [4, 6, 13].

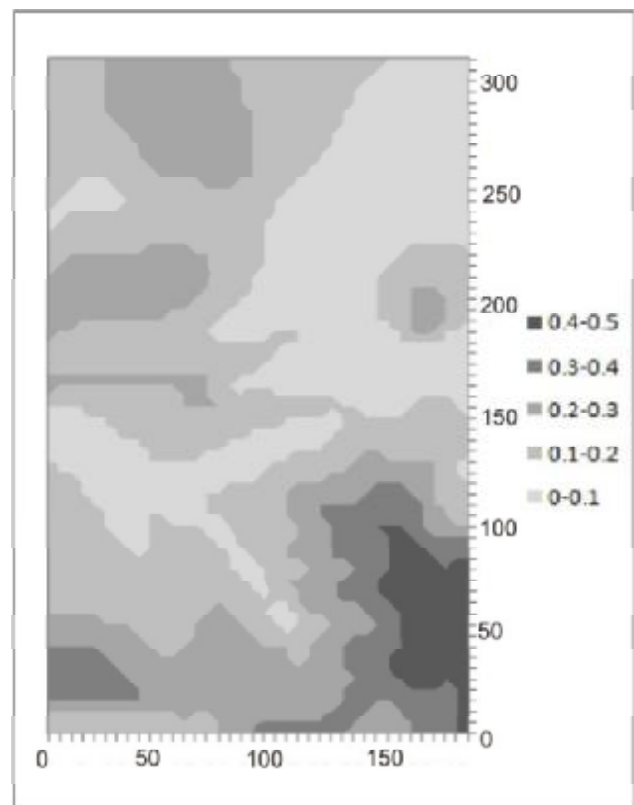
На основі експериментальних спостережень [7] геомагнітних варіацій на періоді $T = 150$ с

побудовано та проаналізовано схеми модулів індукційних параметрів C_x (субширотної) і C_y (субмеридіональної) компонент (рис. 2). Територія характеризується наявністю різних латеральних неоднорідностей з градієнтами, які значно менші за просторову довжину хвилі електромагнітного поля. Це викликано значною мірою неоднорідним у горизонтальному плані розподілом електропровідності порід.

Спостерігається кілька особливостей поведінки кривих МТЗ. Передусім помітні істотні гальванічні впливи на рівень імпедансу, що викликані поверхневими, в даному випадку, провідними локальними тривимірними неоднорідностями, які впливають на значення імпедансу в усьому вимірюваному діапазоні періодів геомагнітних варіацій. Крім того, розбіжності позірних кривих (ρ_p) за напрямками вимірювальних ліній становлять один-два порядки, на багатьох кривих спостерігаються мінімуми в діапазонах періодів 60–120 і 100–400 с. Співвідношення кривих за напрямками вимірювальних ліній, яке можна розглядати як наслідок впливу електропровідних вертикальних площин, виявлені на МТЗ у пунктах спостережень 1, 312, 313, 1042, 1043, 1627, 1628 Тальнівської, 235, 236, 238, 241, 242, 306, 1044, 1045, 1601, 1608, 1609, 1642, 1745 Гвоздавської, 243, 307, 308, 1043, 1643, 1672, 1673, 1684, 1728, 1734 Первомайської, 195, 284, 296–298 Центральної та Кіровоградської зон розломів.



а



б

Рис. 2. Схеми (координати кутів планшета 48°55' пн.ш., 28°30' сх.д.; 48°55' пн.ш., 32°00' сх.д., 47°20' пн.ш., 28°30' сх.д.; 47°20' пн.ш., 32°00' сх.д.) модулів індукційних параметрів C_x (а) і C_y (б) компонент геомагнітних варіацій на періоді $T = 150$ с

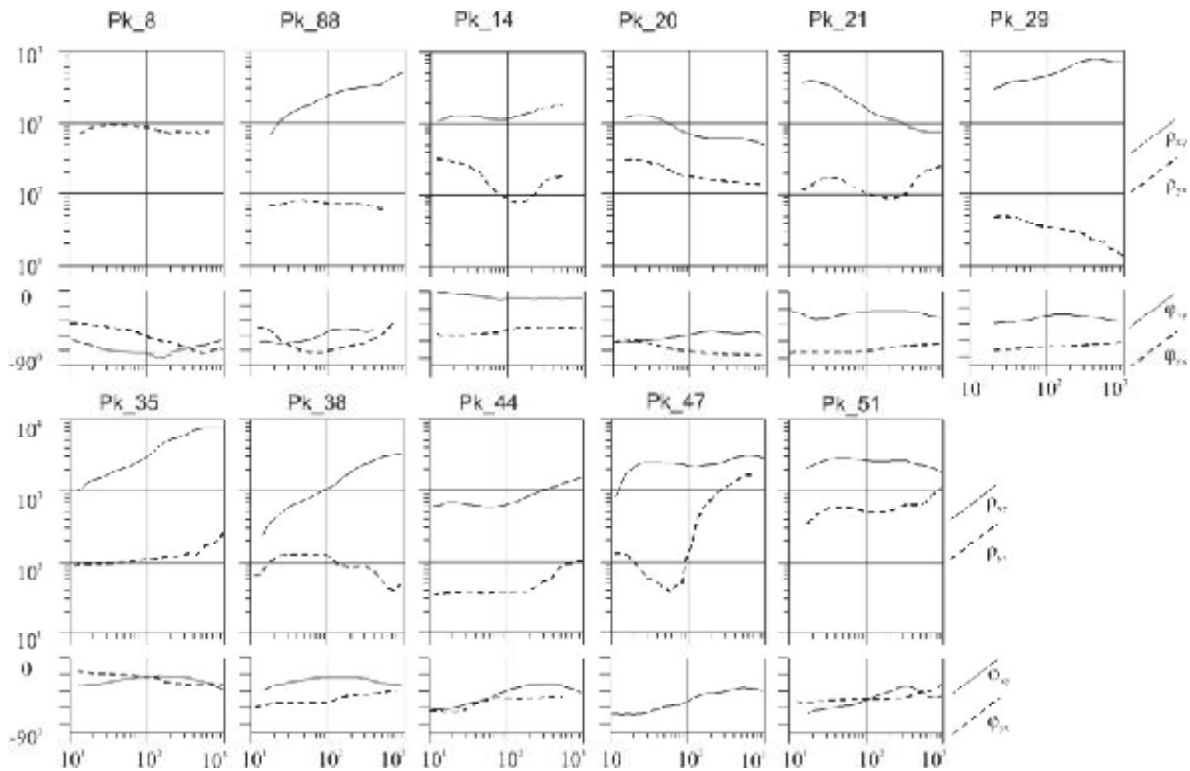


Рис. 3. Криві МТЗ по профілю Первомайський

Сучасні експериментальні дослідження ГШЗ.

Сучасні експериментальні МТ/МВ-роботи ГШЗ виконуються починаючи з 2007 р. за допомогою цифрових МТ-станцій LEM-417. Профілі Уманський та Первомайський (відповідно довжина 46 і 90 км, кількість пунктів спостереження магнітотелуричного поля Землі – 9 та 11) було розпочато на заході в межах Бузько-Росинського мегаблока, далі вони перетинають Тальнівську і Первомайську зони розломів та виходять на Інгульський мегаблок (див. рис. 1). Відстань між профілями до 36 км, крок спостережень у середньому 7–12 км зі згущенням у зонах тектонічних порушень.

Обробка польових даних виконана на основі програмного комплексу PRC_MTMV [3]. Отримано криві МТЗ (амплітудні та фазові) для діапазону періодів 10–1000 с (рис. 3, 5) і типери (вектори індукції) для періодів 64 – 4096 с (рис. 4, 6).

Можна виділити певні особливості кривих МТЗ уздовж профілю Первомайський (рис. 3). По-перше, це високий рівень усіх амплітудних значень ρ_n – до 10 000 Ом·м (для ρ_n субмеридіонального напрямку). Особливо високі значення ρ_n спостерігаються на пунктах 29, 35, 47, 88. Нижчі значення характерні для пунктів 14, 20, 44 (близько 1000 Ом·м).

Мінімальні значення ρ_n зафіксовані у діапазоні періодів 50–200 с (пункти спостережень 8, 14, 20, 29, 44, 47, 51, 88), що свідчить про наявність провідників у земній корі регіону. Різниця між різними напрямками ρ_n може сягати навіть один-півтора порядки (пункти 29, 35, 44, 88).

Форми кривих на різних пунктах різні: так, для пунктів, 8, 14, 29, 35, 38, 44, 47, 88 характерна висхідна гілка ρ_n ; для решти спостерігається спадання із зростанням періоду.

Вектори індукції відображують різноспрямованість струмів у надрах ГШЗ (рис. 4). Максимум частотної характеристики знаходиться у діапазоні 1500–2500 с (пункти, 14, 21, 35, 38, 47, 51, 88), в інших пунктах він зміщений у бік нижчих періодів або важко визначається. Спостерігається характерна зміна азимута типера залежно від періоду, що може свідчити про горизонтальну неоднорідність розподілу струмів у земній корі.

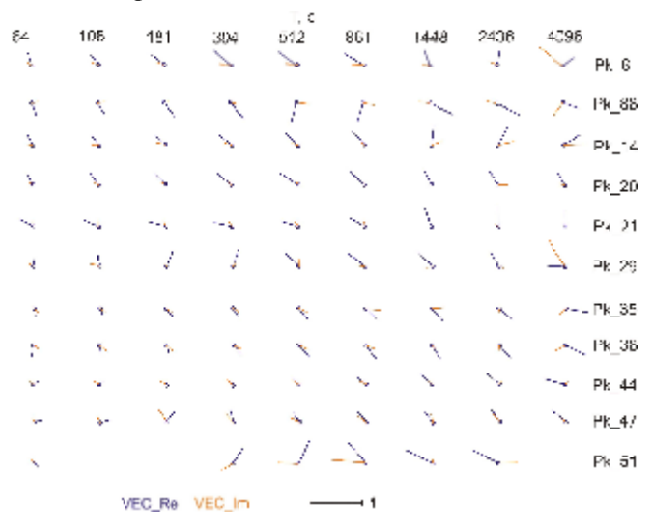


Рис. 4. Типери по профілю Первомайський. Компоненти: VEC_Re – реальні, VEC_Im – уявні; 1 – одиничний відрізок

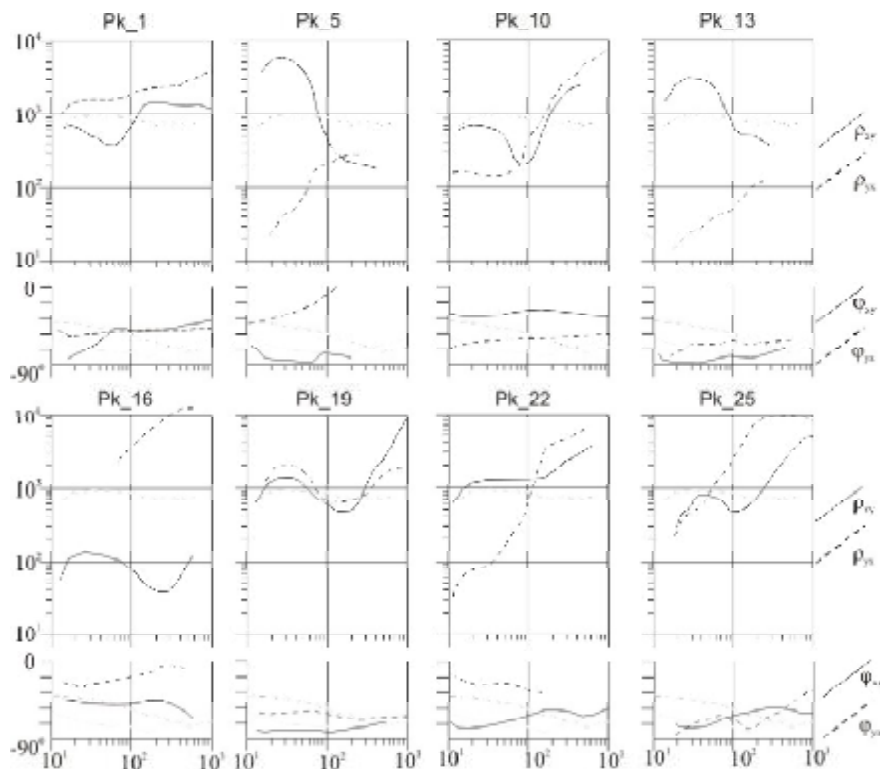


Рис. 5. Криві МТЗ по профілю Уманський

Більшість азимутів знаходяться в діапазоні північно-західного румба, крім пунктів 35, 38 і 88. Величина типерів становить переважно 0,4–0,6, сягаючи 0,8 у пункті 51, що, найімовірніше, пов'язано із завадами різного походження. На періодах до 200–300 с спостерігаються малі значення (до 0,1) у пунктах 35, 44, 51. Крім наведених характеристик, слід указати на розворот типерів між пунктами 8 і 88, а також 29 і 35. Така поведінка магнітоваріаційних параметрів свідчить про положення осі аномалії у цих місцях.

Аналогічні особливості у поведінці кривих МТЗ отримані й за експериментальними даними уздовж профілю Уманський (рис. 5). Установлена низька індивідуальна інтерпретаційна здатність:

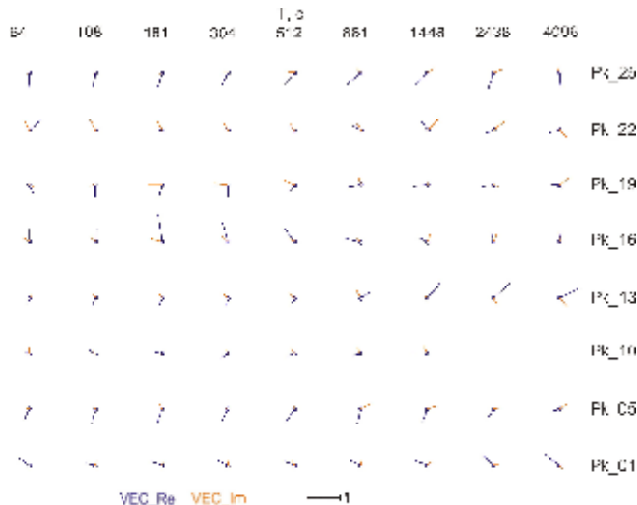


Рис. 6. Типери по профілю Уманський. Умовні позначення див. на рис. 4

відсутність конформності кривих МТЗ, розбіжність більшості кривих ρ_n за напрямками вимірювальних ліній (один-два порядки – пункти 5, 10, 13, 16, 22, 25), різка зміна типу кривих МТЗ на малих відстанях між пунктами спостереження. Крім того, на багатьох кривих спостерігаються мінімуми в діапазонах періодів 60–120 (пункти 1, 10) і 100–400 с (пункти 16, 19, 25).

Розворот типерів між пунктами 5 і 16 та малі значення (до 0,1) у пунктах 10, 13 і 22 на періодах геомагнітних варіацій до 900 с, колінеарність дійсних та уявних типерів, співвідношення їх величин, зміна напрямку залежно від періоду вказують на наявність аномалій високої електропровідності саме у приповерхневій зоні у цих місцях (рис. 6).

Загалом більшість аномалій підвищеної електропровідності співвідносяться з головними тектонічними елементами району досліджень, а саме з локалізацією зон глибинних розломів. Аномалії мають переважно субмеридіональне простягання, тому вони яскравіше проявляються у поздовжній компоненті. Псевдорозрізи північної і східної компонент, а також ефективного опору можуть бути розділені на 4 ділянки за розподілом ρ_n (рис. 7). Три з цих ділянок знаходяться у західній частині профілю і мають низьку електропровідність (ρ_n 1000–20 000 Ом·м), на відміну від східної частини, де ρ_n менший за 100 Ом·м.

Характерною особливістю псевдорозрізів є наявність вузьких зон високої електропровідності з ρ_n до 10 Ом·м, що розділяють вищезгадані ділянки, знаходяться на відстані 8–14, 40–42, 78–82 км

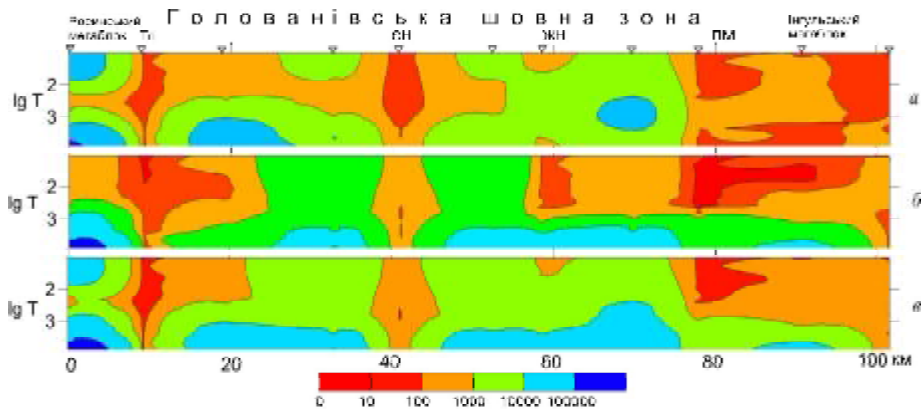


Рис. 7. Псевдорозрізи розподілу позірнього електричного опору (вертикальна шкала у логарифмічному масштабі) по профілю Первомайський субмеридіональної (а), субширотної (б) та ефективної (в) кривих. Розломні зони: Тл – Тальнівська, ПМ – Первомайська, ЄН – Ємилівського насуву, ЖН – Журавлинського насуву

і просторово збігаються з розломними зонами – Тальнівською, Ємилівського насуву, із західною межею Первомайської відповідно. Крім того, слід виділити аномалію високої електропровідності на відстані 60 км (проявляється яскравіше у субширотному напрямку) і збігається із Журавлинським насувом.

Перша зазначена вузька зона (Росинський мегаблок) проявлена на субширотній кривій ρ_n (рис. 7) дуже високими значеннями (понад 10 кОм·м). Друга зона пов'язана із західною частиною ГШЗ (до Ємилівського насуву) – диференційована по ρ_n (переважно 100–1000 Ом·м у крайових частинах, що відповідають Тальнівському розлому та Ємилівському насуву). Третя зона поширюється далі на схід до Первомайської зони розломів і характеризується високим ρ_n від 10 до 100 кОм·м. Крайня східна частина профілю (Первомайська зона) проявляється на псевдорозрізах аномаліями електропровідності з ρ_n від 10 до 10 000 Ом·м.

Субмеридіональні фазові криві (рис. 8) за якісної інтерпретації профілю Первомайський інформативніші, на них виділяються мінімуми (на рівні від -75 до -90), які відповідають аномаліям електропровідності в зонах Тальнівського розлому та Ємилівського насуву.

Якісна характеристика експериментальних даних дає змогу припустити декілька типів орієн-

тації аномалій електропровідності – субширотну та субмеридіональну, що відповідають поверхневим і глибинним аномаліям електропровідності. Задовільне зіставлення кривих ρ_n (рівень позірнього ρ для напрямку південь–північ більший за 1000 Ом·м, а для напрямку схід–захід – 10–100 Ом·м в усьому частотному діапазоні) можливе внаслідок субширотної орієнтації в просторі окремих гальванічно зв'язаних об'єктів у верхній частині розрізу: 1) між Лисянським та Ятранським блоками ГШЗ (профіль Уманський); 2) можливого південно-західного продовження Субботсько-Мошоринської субширотної зони розломів (профіль Первомайський). Водночас аналіз експериментальних даних МВП припускає наявність субмеридіональних структур підвищеної електропровідності, які відповідають саме розломним зонам ГШЗ, таким як Тальнівська та Первомайська.

Зв'язок корисних копалин з електромагнітними аномаліями. Родовища і рудопрояви хрому і нікелю, рудопрояви кобальту і платиноїдів, а також невеликі масиви гіпербазитів ГШЗ приурочені до глибинних розломних зон, які виділяються у вигляді витягнутих низькоомних аномалій. Рудопрояви радіоактивних металів (урану і торію) і супутніх елементів, які витягнуті уздовж системи Первомайської зони глибинних розломів, виразно проявляються як протяжні зони підвищеної

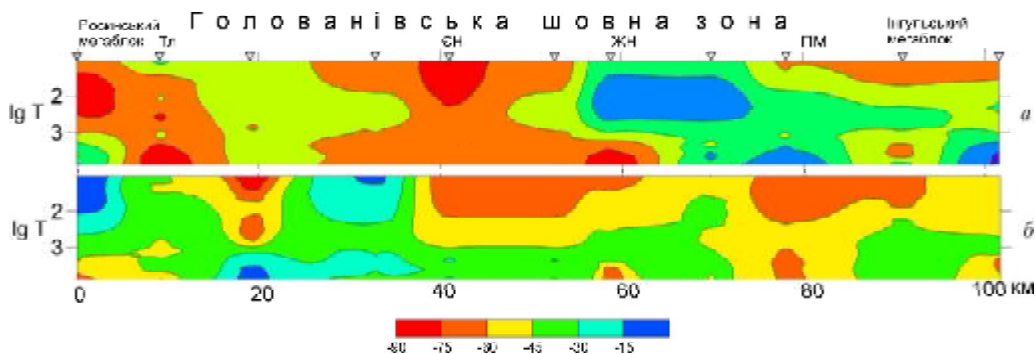


Рис. 8. Псевдорозріз фаз імпедансу (вертикальна шкала у логарифмічному масштабі) по профілю Первомайський субмеридіональної (а) та субширотної (б) кривих. Умовні позначення див. на рис. 7

электропроводности. Золоторудні прояви також приурочені до зони зчленування глибинних розломів і, відповідно, до низькоомних аномалій.

Висновки. Під час побудови 3D геоелектричної моделі потрібно перевіряти на високу електропроводність такі зони: 1) поверхневі, які просторово збігаються з простяганням глибинних регіональних розломів УЩ – Тальнівського, Гвоздавського, Врадіївського, Первомайського; 2) глибинні: а) корові – регіональна Кіровоградська аномалія, особливо та її частина, яка простежується у Причорноморській западині та в середній і нижній корі під зонами глибинних розломів; б) мантіїні – локальні провідні неоднорідності на території УЩ та регіональні межі астеносфери під Тальнівською зоною розломів і Причорноморською западиною.

Застосування комбінації методів МВП і МТЗ дасть змогу достатньо точно і відповідно до спостережених експериментальних даних побудувати модель розподілу питомого опору в межах тривимірного середовища.

Природа аномалій підвищеної електропроводності ГШЗ може бути зумовлена наявністю асоціації електропровідних мінералів (сульфідів, графіту) у зонах метасоматичної переробки порід, що сприяє утворенню рудної мінералізації (уран, золото, рідкісні метали). Аномалії підвищеної електропроводності в земній корі і верхах верхньої мантії, найімовірніше, відображують вплив сучасних мантіїних флюїдів.

1. *Белявский В.В.* Электромагнитные методы при изучении Украинского щита и Днепровско-Донецкой впадины / В.В. Белявский, Т.К. Бурахович, С.Н. Кулик, В.В. Сухой. – К.: Знання, 2001. – 227 с.
2. *Бурахович Т.К.* Аномалии электропроводности в зонах аноксидного и щелочного магматизма Украинского щита / Т.К. Бурахович, О.В. Усенко // Геодинамика. – 2013. – № 2(15). – С. 109–111.
3. *Варенцов И.М.* 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. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2013. – С. 1–4.
4. *Геолого-геофизическая модель Голованевской шовной зоны Украинского щита: монография / А. В. Анциферов, Е. М. Шеремет, Е. Б. Глевасский [и др.].* – Донецк: Вебер, 2008. – 306 с.
5. *Гинтов О.Б.* Геодинамическое развитие Ингульского мегаблока Украинского щита по геолого-геофизическим и тектонофизическим данным. I / О.Б. Гинтов, С.В. Мычак // Геофиз. журн. – 2011. – Т. 33, № 3. – С. 102–118.
6. *Гордиенко В.В.* Украинский щит (геофизика, глубинные процессы) / В.В. Гордиенко, И.В. Гордиенко, О.В. Завгородняя, С. Ковачикова, И.М. Логвинов, В.Н. Тарасов, О.В. Усенко. – К.: Корвін прес. – 2005. – 210 с.

7. *Ингерев А.И.* Карта магнитных параметров МТЗ и МВП юго-восточной части УЩ. М-6 1 : 1 000 000. – К.: Укргеолфонд, 1988. – № 50034.
8. *Ингерев А.И.* Украинский щит // Литосфера Центральной и Восточной Европы: Обобщение результатов исследований / А.И. Ингерев, И.И. Рокитянский. – К.: Наук. думка, 1993. – 257 с.
9. *Калашиник Г.А.* Глибинні фактори формування промислових родовищ урану Українського щита: автореф. дис... докт. геол. наук. – К., 2013. – 40 с.
10. *Кондрашова Н.И.* Состав вулканогенных пород и эволюция магматизма шовной зоны сочленения Свекофеннского и Карельского геоблоков: Балтийский щит: дис.... канд. геол.-минерал. наук. – М., 2000. – 165 с.
11. *Кулик С.Н.* Трёхмерная геоэлектрическая модель земной коры Украинского щита / С.Н. Кулик, Т.К. Бурахович // Физика Земли. – 2007. – № 4. – С. 21–27.
12. *Летников Ф.А.* Сверхглубинные флюидные системы Земли // Докл. РАН. – 2003. – Т. 390, № 5. – С. 67–75.
13. *Николаев И.Ю.* Объёмная геоэлектрическая модель Кировоградского рудного района центральной части Украинского щита / И.Ю. Николаев, Т.К. Бурахович, Е.М. Шеремет // Геофиз. журн. – 2013. – Т. 35, № 4. – С. 127–139.
14. *Рокитянский И.И.* Обзор наблюдений МВП–МТЗ в южной части Кировоградской аномалии электропроводности и первый опыт плёночного моделирования структуры УЩ / И.И. Рокитянский, А.В. Терёшин, В.И. Трегубенко, Н.С. Голубцова, А.И. Ингерев, Т.С. Савченко // Геофиз. журн. – 2012. – Т. 34, № 3. – С. 92–101.
15. *Старостенко В.И.* Геодинамическое развитие литосферы Украины и его роль в формировании и размещении месторождений полезных ископаемых / В.И. Старостенко, О.Б. Гинтов, Р.И. Кутас // Геофиз. журн. – 2011. – Т. 33, № 3. – С. 3–22.
16. *Стогний В.В.* Геолого-геофизические особенности Алданского щита и Становой складчатой области / В.В. Стогний, Г.А. Стогний, С.П. Васильев // Тектоника и минерагенія Северо-Востока СССР: Тез. докл. Всесоюз. совещ. – Магадан, 1990. – С. 206–208.
17. *Сясько А.А.* Сравнительная характеристика архейских золоторудных месторождений / А.А. Сясько, Н.Н. Гриб, В.М. Никитин // Наука и образование. – 2006. – № 4(44). – С. 58–65.
18. *Цветкова Т.А.* Сверхглубинные флюиды Восточно-Европейской платформы. 2012 / Т.А. Цветкова, Л.А. Шумлянская, И.В. Бугаенко // Материалы XVIII Междунар. конф. “Геологическая среда, минерагенические и сейсмодетектонические процессы”, г. Воронеж 24–29 сент. 2012 г. – Воронеж: Науч. кн., 2012. – С. 392–395.
19. *Щербак Н.П.* Эволюция во времени и металлогеническая специализация раннедокембрической коры Украинского щита (3,7 – 1,7 млрд лет) / Н.П. Щербак, Е.В. Бибииков, В.М. Скобелев, Д.Н. Щербак // Минерал. журн. – 2003. – Т. 25, № 4. – С. 82–92.
20. *Щербаков И.Б.* Петрология Украинского щита. – Львов: ЗУКЦ, 2005. – 364 с.
21. *Burakhovich T.K.* Electrical Conductivity Anomalies in the Crust and upper mantle / Т.К. Burakhovich, Y.M. Khazan, S.N. Kulik // Acta Geophysica Polonica. – 2001. – V. 50(4). – P. 547–565.

ГЛУБИННЫЕ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОЛОВАНЕВСКОЙ ШОВНОЙ ЗОНЫ

Т.К. Бурахович, Б.И. Ширков

Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, просп. Акад. Палладина, 32, Киев 03680, Украина,
e-mail: burahovich@ukr.net, bog_dan90@ukr.net

Получены новые экспериментальные наблюдения электромагнитного поля Земли в пределах Голованевской шовной зоны и выполнена их обработка с помощью современного программного комплекса PRC_MTMV. На основе анализа и интерпретации данных магнитотеллурического зондирования и магнитовариационного профилирования выявлены новые зоны аномалий электропроводности в земной коре, которые связаны с глубинными разломами и надвигами Украинского щита – Тальновским, Емиловским, Первомайским и Журавлинским. Рассмотрена вероятная природа аномалий электропроводности данной зоны и их связь с полезными ископаемыми.

Ключевые слова: разломная зона, шовная зона, рудообразование, магнитотеллурическое зондирование, магнитовариационное профилирование.

DEEP GEOELECTRIC STUDY OF THE GOLOVANIVSK SUTURE ZONE

T.K. Burahovich, B.I. Shyrkov

Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, 32 Palladin Ave., Kiev 03680, Ukraine,
e-mail: burahovich@ukr.net, bog_dan90@ukr.net

Purpose. The purpose of the paper is to perform magnetotelluric sounding and magnetovariation profiling investigations, with their further processing and interpretation; to allocate low resistivity zones and to determine their spatial, geological, tectonic, and metallogenic confines.

Design/methodology/approach. We used field experimental MTS and MVP investigations, processed these data using software system PRC_MTMV, and performed a qualitative interpretation of the results.

Findings. Scientific studies show that different region joint of tectonic plates (oceanic and continental, intercontinental) are characterized by conductive structures. The nature of such deep regional conductive anomalies are not necessarily explained by partial melting and may be the result of fluid migration and consequently ore component migration from the crust and mantle during the tectono-magmatic activation. Thus, the conductivity anomalies are among the most important factors to determine the possible area of geodynamic processes and should be examined in terms of the formation and location of mineral deposits. According to various scientists, Golovanivsk suture zone (GSZ) is a regional structure with low conductivity of the crust. It is characterized by a pronounced anisotropy of the subsurface resistivity and its sharp variability both in lateral direction and in depth. Deep fault zones (Talnivska, Pervomayska, Vradiyivska, Gvozdvaska) limiting GSZ and its structural-formational parts stand out as high conductivity zones, both at the subsurface and at depths of 15-30 km. A processing of modern magnetotelluric observations using digital equipment on the “Pervomajskiy” profile using software system PRC_MTMV [3] made it possible to identify the anomalous conductive parts of GSZ localized in zones of deep faults (Talnivska, Pervomayska, Yemylivska).

Practical value/implications. Deposits of chromium and nickel, cobalt and platinoids, radioactive metals and gold in GSZ are within the confines of the deep fault zones that stand out in the form of low resistivity elongated anomalies.

Keywords: fault zone, suture zone, ore formation, magnetotelluric sounding, magnetic variations profiling.

References:

1. Belyavskiy V.V., Burakhovich T.K., Kulik S.N., Sukhoy V.V. *Elektromagnitnye metody pri izuchenii Ukrainского shchita i Dneprovsko-Donetskoy vpadiny* [Electromagnetic methods in the study of the Ukrainian shield and the Dnieper-Donets Basin]. Kyiv, Knowledge, 2001, 227 p.
2. Burakhovich T.K., Usenko O.V. *Anomalii elektroprovodnosti v zonakh anortozitovogo i shchelochного magmatizma Ukrainского shchita* [Conductivity anomalies in the areas of anorthosite and alkaline magmatism of the Ukrainian Shield]. Geodynamics, 2013, no. 2(15), pp. 109-111.
3. Varentsov I.M. *Programmnyaya sistema pre_mtmv dlya obrabotki dannykh sinkhronnykh MT/MV zondirovaniy* [Software system pre_mtmv for synchronous MT/MV soundings data processing] *Materialy VI Vserossiyskoy shkoly-seminara po EM zondirovaniyam im. M.N. Berdichevskogo i L.L. Van' yana*. Novosibirsk, INGG SO RAN, 2013, pp. 1-4.
4. Antsiferov A.V., Sheremet E.M., Glevasskiy E.B., Kulik S.N., Esipchuk K.E. *Geologo-geofizicheskaya model' Golovanevskoy shovnoy zony Ukrainского shchita* [Geological and geophysical model of Golovanivskiy suture zone of the Ukrainian shield]. Donetsk, Veber, 2008, 306 p.
5. Gintov O.B., Mychak S.V. *Geodinamicheskoe razvitie Ingul'skogo megabloka Ukrainского shchita po geologo-geofizicheskim i tektonofizicheskim dannym* [Geodynamic development of the Ingul megablock of the Ukrainian shield according to geological-geophysical and tectonophysical data]. Geophysical Journal, 2011, vol. 33, no 3. pp. 102-118.

6. Gordienko V.V., Gordienko I.V., Zavgorodnyaya O.V., Kovachikova S., Logvinov I.M., Tarasov V.N., Usenko O.V. *Ukrainskiy shchit (geofizika, glubinnye protsessy)* [Ukrainian Shield (geophysics, deep processes)]. Kyiv, *Korvin press*, 2005, 210 p.
7. Ingerov A.I. *Karta magnitnykh parametrov MTZ i MVP Yu-V chasti UShch. M 1:1 000 000* [Map of magnetic parameters of MTS and MVP of SE part of the Ukrainian Shield]. Kyiv, *Ukrgeolfond*, 1988.
8. Ingerov A.I., Rokityanskiy I.I. *Ukrainskiy shchit. Litosfera Tsentral'noy i Vostochnoy Evropy: Obobshchenie rezul'tatov issledovaniy* [Lithosphere of Central and Eastern Europe: Summary of the studies]. Kyiv, *Naukova dumka*, 1993, 257 p.
9. Kalashnik G.A. *Glybynni faktory formuvannia promyslovykh rodovyshch uranu Ukrainskoho shchyta. Avtoref. dis... dok. geol. nauk* [Deep factors of uranium deposits formation of the Ukrainian Shield. Dr. Geology]. Kyiv, 2013, 40 p.
10. Kondrashova N.I. *Sostav vulkanogennykh porod i evolyutsiya magmatizma shovnoy zony sochleneniya Svekofennskogo i Karel'skogo geoblokov: Baltiyskiy shchit. Dis. kand. geol.-min. nauk* [Composition of volcanogenic rocks and evolution of junction zone magmatism of suture zones of Svekofennsky and Karelsky geoblocks: Baltic Shield.]. Moskva, 2000, 165 p.
11. Kulik S.N., Burakhovich T.K. *Trekhmernaya geoelektricheskaya model' zemnoy kory Ukrainskogo shchita* [Three-dimensional geoelectric model of the crust of the Ukrainian Shield]. *Physics of Earth*, 2007, no. 4, pp. 21-27.
12. Letnikov F.A. *Sverkhglubinnye flyuidnye sistemy Zemli* [Ultradeep fluid systems of the Earth]. *Doklady RAN*, 2003, vol. 390, no. 5, pp. 67-75.
13. Nikolaev I.Yu., Burakhovich T.K., Sheremet E.M. *Ob'emnaya geoelektricheskaya model' Kirovogradskogo rudnogo rayona tsentral'noy chasti Ukrainskogo shchita* [Bulk geoelectric model of the Kirovograd ore region of the central part of the Ukrainian Shield]. *Geophysical Journal*, 2013, vol. 35, no. 4, pp. 127-139.
14. Rokityanskiy I.I., Tereshin A.V., Tregubenko V.I., Golubtsova N.S., Ingerov A.I., Savchenko T.S. *Obzor nablyudeniya MVP-MTZ v yuzhnoy chasti Kirovogradskoy anomalii elektroprovodnosti i pervyy opyt plnochnogo modelirovaniya struktury Ukrainskogo shchyta* [Overview of observations MVP-MTZ in the southern part of Kirovograd conductivity anomaly and the first experience of the foil structure modeling of the Ukrainian Shield]. *Geophysical Journal*, 2012, vol. 34, no. 3, pp. 92-101.
15. Starostenko V.I., Gintov O.B., Kutas R.I. *Geodinamicheskoe razvitiye litosfery Ukrainy i ego rol' v formirovani i razmeshchenii mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh* [Geodynamic evolution of the lithosphere of Ukraine and its role in the formation and distribution of mineral deposits]. *Geophysical Journal*, 2011, vol. 33, no. 3, pp. 3-22.
16. Stogniy V.V., Stogniy G.A., Vasil'ev S.P. *Geologo-geofizicheskie osobennosti Aldanskogo shchita i Stanovoy skladchatoy oblasti* [Geological and geophysical features of the Aldan Shield and Stanovoy folded belt]. *Tektonika i minerageniya Severo-Vostoka SSSR: Extended abstract, Magadan*, 1990, pp. 206-208.
17. Syas'ko A.A., Grib N.N., Nikitin V.M. *Sravnitel'naya kharakteristika arkheyskikh zolotorudnykh mestorozhdeniy* [Comparative characteristics of Archean gold deposits]. *Science and Education*, 2006, no. 4(44), pp. 58-65.
18. Tsvetkova T.A., Shumlyanskaya L.A., Bugaenko I.V. *Sverkhglubinnye flyuidy Vostochno-Evropeyskoy platformy. 2012. Materialy XVIII mezhdunarodnoy konferentsii "Geologicheskaya sreda, mineragenicheskie i seysmotektonicheskie protsessy". 24-29 sentyabrya 2012 g.* [Ultradeep fluids of East European Platform. Proceedings of the 18th International Conference "Geological environment, mineragenic and seismotectonic processes". 24-29 september 2012]. Voronezh, *Scientific book*, 2012, pp. 392-395.
19. Shcherbak N.P., Bibikov E.V., Skobelev V.M., Shcherbak D.N. *Evolutsiya vo vremeni i metallogenicheskaya spetsializatsiya rannedokembriyskoy kory Ukrainskogo shchita (3,7-1,7 mlrd let)* [Evolution in time and metallogenetic specialization of the Early Precambrian crust of the Ukrainian shield (3,7-1,7 mlrd years)]. *Mineralogical Journal (Ukraine)*, 2003, vol. 25, no. 4, pp. 82-92.
20. Shcherbakov I.B. *Petrologiya Ukrainskogo shchita* [Petrology of the Ukrainian shield]. Lviv, ZUKTs, 2005, 364 p.
21. Burakhovich T.K., Khazan Y.M., Kulik S.N. *Electrical Conductivity Anomalies in the Crust and upper mantle. Acta Geophysica Polonica*, 2001, vol. 50 (4), pp. 547-565.

*Надійшла до редакції 28.11.2014 р.
Received 28/11/2014*