

В цілому, спільне використання методів РК і АК, що мають різну фізичну основу і глибинність, дозволяє значно розширити інформативність каротажу і достовірність визначень фільтраційно-ємнісних параметрів колекторів (пористості, глинистості, характеру насичення та ін.). Це має особливо важливе значення для геофізичних досліджень в обсаджених свердловинах, в яких більшість методів стандартного комплексу геофізичних свердловинних досліджень не працює.

1. Бондаренко М.С., Кулик В.В., Кармазенко В.В., Кашуба Г.О., Сніжко Ю.О. Використання узгодженого комплексу нейтронних методів для визначення петрофізичних властивостей колекторів // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. – 2006. – Вип. 38-39. – С. 52 – 56. 2. Аркадьев Е.А., Блюменцев А.М., Забнев Е.В., Цирульников В.П. Аппаратурно-методический

комплекс многозондового акустического каротажа АМАК-2 // НТВ "Каротажник". – Тверь: ГЕРС. – 2004. – Вып. 9 (122). – С. 66-76. 3. Определенные емкостные свойства и литологии пород в разрезах нефтегазовых скважин по данным радиоактивного и акустического каротажа / Головацкая И.В., Гулин Ю.А., Еникеева Ф.Х. и др. – Калинин: ВНИГИК, 1984. – 112 с. 4. Козьяр В.Ф., Белоконов Д.В., Козьяр Н.В., Смирнов Н.А. Акустические исследования в нефтегазовых скважинах – состояние и направления развития. // НТВ "Каротажник". – Тверь: ГЕРС – 1999. – Вып. 63. – С. 10–117. 5. Пирсон С.Д. Справочник по интерпретации данных каротажа. – М.: Недра, 1966. – 413 с. 6. Козьяр В.Ф., Белоконов Д.В., Щербатов Т.В. Акустический каротаж нефтяных и газовых скважин. Обзор. Серия "Региональная, разведочная и промысловая геофизика". – М.: ВИЭМС. – 1973. – 65 с. 7. Курганский В.Н. Петрофизические и геофизические методы изучения сложнопостроенных карбонатных коллекторов нефти и газа. – Киев: Пекин. – 1999. – 167 с.

Надійшла до редколегії 19.02.07

УДК 550.837.81:553.41

В.Г. Нурмухамедов, пров. геофізик

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ФАЗОВИХ МЕТОДІВ ВИКЛИКАНОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЇ ПРИ ПОШУКАХ САМОРОДНОЇ МІДІ В ТРАПОВИХ УТВОРЕННЯХ ВОЛИНИ

Проведено порівняння даних пошуково-оцінювального буріння на одній з перспективних на самородну мідь ділянки Рафалівського рудного вузла з результатами польових робіт фазово-спектральними методами викликанної поляризації. Доведена можливість виявлення скупчень самородної міді за величиною кута нахилу фазово-частотних характеристик викликанної поляризації в спектрі частот від 0.8-1.5 Гц до області індукційних впливів.

Data of prospect drilling on the one of the native copper promising Rafalivka mineral junction' area have been compared with results of overvoltage phase-spectral method. As well there was evaluated the opportunity for revealing of the native copper accumulations upon the angle of slope of low-frequency branches (within range from 0.8-1.5 Hz to induction area).

На Волині в межах Волино-Подільської плити виявлені численні прояви самородномідної мінералізації, яка локалізується у верхньопротерозойських трапових утвореннях волинської серії венду, максимальна потужність якої близько 450 м. Вулканогенні породи утворюють синеклізоподібну структуру – Волинську западину. Серія в основі складена гравеліто-пісковиками потужністю до 50 м, основна ж її частина представлена вулканічними породами трапової формації – базальтами, їх туфами, туфобрекчіями, агломератами. В цій товщі виділяється 10-11 горизонтів самородної мінералізації, з яких 5-6 на деяких ділянках мають промислові параметри [1-3, 6, 7]. Рудні поклади самородної міді мають плаstopодібний багатоярусний характер. Вони розміщуються в амігдалоїдних, рідше масивних базальтах, туфолавах, лавобрекчіях і туфах базальтів. Окрім стратиформних покладів поблизу крутопадаючих розломів, що супроводжуються інтенсивною тріщинуватістю, поширені лінійні рудні поклади, що мають в перетині "стовпоподібний" характер. Кількість міді у вулканітах залежить від рівня їх змінення аутометасоматичними або парагідротермальними розчинами (нагрітими підземними водами). Змінення порід трапової формації відбувається з привнесом міді в результаті перерозподілу в ефузивній товщі первинної міді [7], яка має гістеромагматичний генезис і міститься в дрібних зростках з магнетитом, титаномагнетитом та ільменітом [6]. Змінення порід починається з окислення (руйнування) магнетиту, титаномагнетиту, ільменіту та утворення гематиту, лимоніту, лейкоксену, рутилу і анатазу [7]. Відкладення міді супроводилося відновленням гематитового заліза (перетворенням його у вторинний магнетит). Виділено 4 рудні вузли – Ратнівський, Кухотськовольський, Рафалівський і Шепетівський [6].

На початок пошукових робіт на самородну мідь був невеликий досвід проведення електророзвідувальних робіт методами викликанної поляризації (ВП), в основному з метою картування трапових утворень. Разом з тим, виконані в невеликому об'ємі польові наземні роботи фазовими методами викликанної поляризації (ВПФ)

на частоті 0.3 Гц над свердловинами, що розкрили підвищений вміст міді (до 0.5-2.0%), не зафіксували аномалій ВП. Свердловинні дослідження імпульсним методом викликанної поляризації (ВПІ) на часі спаду $t = 0.5$ с (що відповідає приблизно 0.2 Гц при роботі методом ВПФ) також не відображали наявності міді. Для визначення можливості застосування методів ВП для пошуків самородної міді були досліджені фізичні властивості міденосних зразків трапових порід.

Лабораторними дослідженнями електричних властивостей зразків вулканогенних порід трапової формації, а також польовими роботами фазово-спектральними методами викликанної поляризації (ВПФС) встановлено [4, 5]:

✓ самородна мідь, починаючи з частот $f=0.8-1.5$ Гц, максимально поляризується на частотах 20-40 Гц, проте на цих частотах криві кута зсуву фаз $\varphi_n(f)$ спотворені індукційними явищами, які при лабораторних дослідженнях з'являються з 8-15 Гц, а при польових роботах – з 3-4 Гц;

✓ в області частот від 0.8-1.5 Гц до 3-4 Гц (де мідь поляризується слабкіше, ніж на $f = 20-40$ Гц), низький вміст міді (менше 1-2%) при одночастотних дослідженнях не створює практично помітних аномалій на фоні інтенсивної аномалії викликанної поляризації, яка змінюється по площі і розрізу, від магнетитів трапових утворень;

✓ магнетит поляризується в широкому діапазоні частот; чим менша концентрація магнетиту в зміненій породі та крупніша вкрапленість, тим нижча здатність до поляризації;

✓ одночастотні дослідження дозволяють розділяти по поляризаційній здатності та опорі різні за складом вулканогенні утворення – відрізняти високоомні базальти, які добре поляризуються, від низькоомних туфів, які поляризуються гірше; за зниженими значеннями поляризаційної здатності (кутів фазових зсувів φ_n) та опорі виділяти області змінених трапових утворень, що контролюють самородномідне зруденіння; картувати низькоомні зони тектонічних порушень, які погано поляризуються і таке інше;

✓ самородну мідь можна виявляти за аномальним кутом нахилу фазово-частотної характеристики – кривої

$\varphi_n(f)$ в інтервалі частот від 0.8-1.5 Гц до області впливу зони індукції.

Тангенс кута нахилу кривої $\varphi_n(f)$ у вказаному інтервалі частот, названий швидкістю зміни з частотою кута зсуву фаз (V_n^φ), обчислюється по формулі

$$V_n^\varphi = \frac{\varphi_n(f_2) - \varphi_n(f_1)}{\lg f_2 - \lg f_1}$$

Таким чином зрозуміло, що для виявлення скупчень самородної міді, з використанням цього параметру, необхідно вивчати кути зсуву фаз (у спектрі частот від

0.8-1.5 Гц до області впливу зони індукції) як мінімум на двох частотах.

При пошукових роботах на самородну мідь на першому етапі виконуються випереджувальні геофізичні дослідження електророзвідувальними фазово-спектральними методами викликані поляризації (ВПФС) на частотах – 0.3, 0.9, 1.5 і 2.1 Гц. Всі перспективні площі досліджуються методом ДОЗ-ВПФС за мережею, близькою до 800x200–400 м. Крім того, методом СГ-ВПФС вивчаються розломи північно-західного та субмеридіонального простягання за мережею 200x50 м.

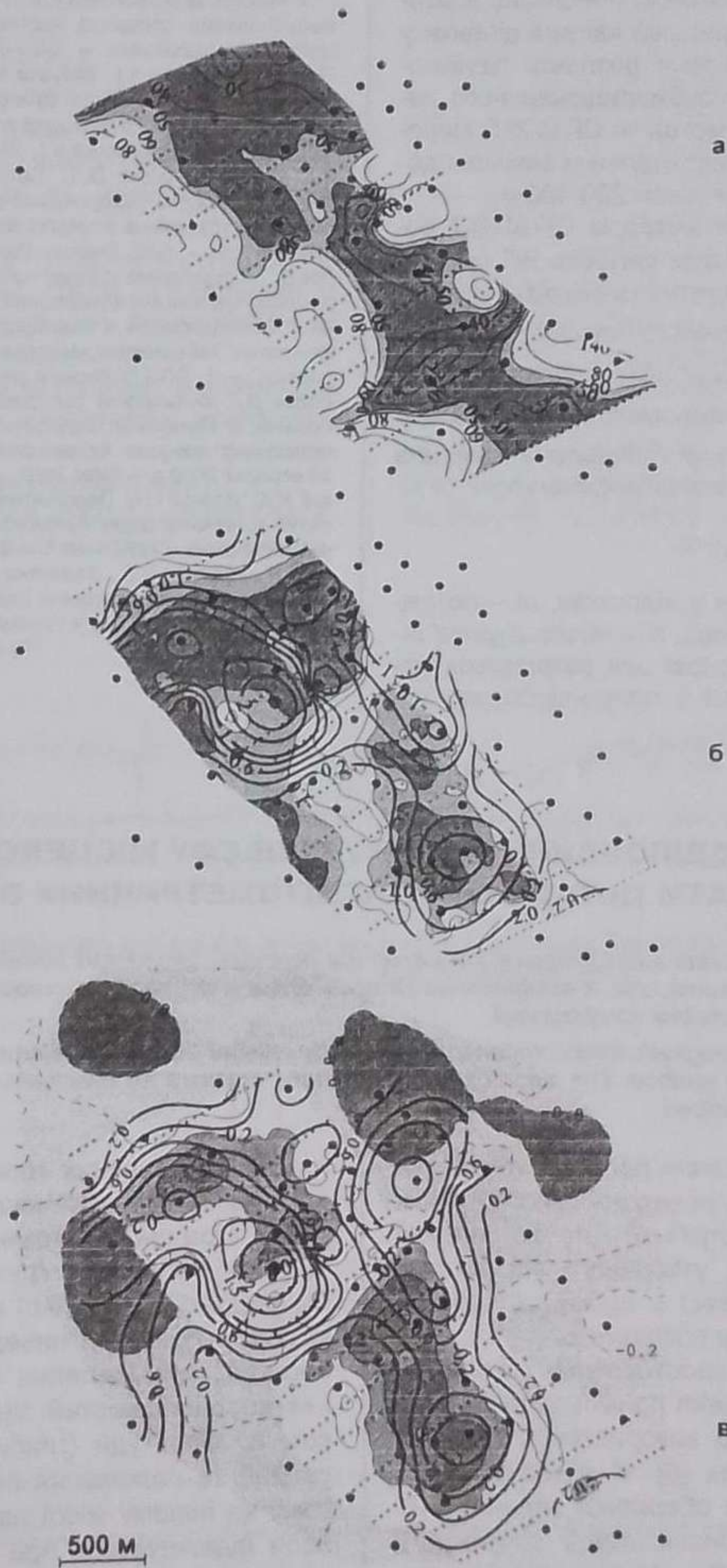


Рис. 1. Результати робіт методами ВПФС в межах Рафалівської пошуково-оцінювальної ділянки.
 Карти: ізоом ρ_n (Омм), $f = 0.3$ Гц – а; зсувів фаз φ_n (град.), $f = 0.3$ Гц – б; швидкостей зсувів фаз V_n^φ , $f_1 = 0.9$ Гц, (суцільною лінією – за допомогою установки СГ, $f_2 = 1.5$ Гц; пунктиром – ДОЗ, $f_2 = 2.1$ Гц) – в.
 1 – свердловини пошуково-оцінювального буріння, 2 – точки спостереження методом СГ-ВПФС, 3 – Ізолінії розподілу сумарної продуктивності міді (метро-відсотки)

При виконанні пошукового буріння в першу чергу завіряються контрастні електророзвідувальні аномалії, імовірно пов'язані зі скупченнями самородної міді. Потім, з урахуванням даних геофізичних досліджень, виконується площове буріння свердловин за мережею, близькою до 1600x600-800 м із згущенням кроку буріння до 300-400 м при вивченні міденосності розломів північно-західного та меридіального простягання. В межах перспективних ділянок проводиться пошуково-оцінювальне буріння свердловин за мережею 400x400 і 200x200 м.

На Рафалівській пошуково-оцінювальній ділянці виконане буріння свердловин з густотою приблизно 1 свердловина на 0.1 кв. км. В центральній частині ділянки у вузлі перетину Чарторійської зони розломів північно-західного простягання з зоною субмеридіонального напрямку проведені дослідження методом СГ-ВПФС мережею 200x50 м, в крайових частинах ділянки виконані дослідження методом ДОЗ-ВПФС кроком 200-400 м.

За даними електророзвідки методом СГ-ВПФС побудовані карти ізоом ρ_n , зсуву фаз сигналів ВП (φ_n), які відображають поляризаційну здатність розрізу, і швидкості зміни з частотою кута фазового зсуву V_n^Φ (рис. 1). Карта швидкості за даними СГ-ВПФС доповнена значеннями V_n^Φ , отриманими за допомогою методу ДОЗ-ВПФС. Для кожної свердловини обчислена сумарна продуктивність (P) ратнівської товщі за формулою

$$P = \sum_{i=1}^n C_{Cu} \cdot m_i$$

де C_{Cu} – вміст самородної міді у відсотках, m – потужність рудного інтервалу в метрах, n – число рудних інтервалів в свердловині. На основі цих розрахунків побудована карта продуктивності в метро-відсотках, су-

міщена з картами зсуву фаз сигналів викликаної поляризації φ_n і швидкості зміни кутів зсуву V_n^Φ (рис. 1)

Порівняння отриманих матеріалів свідчить про те, що змінені в тій чи іншій мірі вулканіти, які вміщують самородну мідь, достатньо впевнено відображаються пониженими значеннями поляризаційної здатності (пониженими значеннями кутів фазових зсувів φ_n) та опору, а скупчення міді фіксуються аномальними значеннями швидкості зміни з частотою кута зсуву фаз V_n^Φ .

1. Гурский Д.С., Есипчук К.Е., Калинин В.И. и др. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Т. 1. Металлические полезные ископаемые. – Киев-Львов: Изд-во. "Центр Европы", 2005. 785с.
2. Деревська К.І., Безугла М.В., Приходько В.Л., Александров О.Л. Закономірності розміщення самородномідної та супутньої мінералізації в межах Рафалівської рудоносної площі // Доп. НАН України. – 2001. – №12. – С. 101-105.
3. Деревська К.І., Шумлянський В.О., Галецький А.С., Загнитко В.М., Приходько В.Л., Безугла М.В., Шумлянський Л.В. Геолого-генетична модель рудоутворюючої системи і пошукові ознаки самородномідного зруденіння в трапах Волині // Мідь Волині. Наукові праці Ін-ту фонд. досл. – Київ: Знання України, 2002. – С. 74-83.
4. Нурмухамедов В.Г. Применение фазово-частотных характеристик вызванной поляризации при поисках самородной меди в трапповых образованиях Волини // Тези доповідей II Міжнародної наукової конференції "Геофізичний моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища". – К.: ВПЦ "Київський університет", 2001. – С. 54-55.
5. Нурмухамедов В.Г. Физические свойства меденосных трапповых образований Волини. // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції "Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану середовища", м. Київ, 21-24 вересня 2006 р. – Київ: 2006. – С. 137-139.
6. Приходько В.Л., Косовський Я.А., Іванів І.Н. Перспективи меденосності вулканогенних образований волинської серії Луковско-Ратненської горстової зони // Геологічний журнал. – 1993. – № 4. – С. 138-143.
7. Шумлянський В.А., Приходько В.Л., Жикаляк Н.В., Загнитко В.Н. Основные геолого-промышленные типы медных месторождений Украины // Мідь Волині. Наукові праці Ін-ту фонд. досл. – Київ: Знання України, 2002. – С. 93-109.

Надійшла до редакції 21.02.07

УДК 551.31

Р.В. Хоменко, асп.

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ НА РЕЗУЛЬТАТИ ДЕТАЛЬНИХ МАГНІТОМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

В роботі методом моделювання аналізуються характер та величини складових магнітного поля, обумовлених рельєфом ділянки детальних магнітометричних вимірювань. Описані алгоритм та комп'ютерна програма розрахунку ефектів від магнітоактивних об'єктів складної конфігурації

The character and intensity of magnetic field components caused by relief of the area of micromagnetic survey are analysed in the article applying magnetic modeling method. The algorithms and computer software for calculation of the effects from magnetoactive objects with composite form is described.

Постановка задачі. Врахування рельєфу земної поверхні є необхідним у випадку проведення високоточних зйомок [2]. Вклад рельєфу потрібний для зіставлення аномального магнітного поля, утвореного від об'єктів геологічної природи з присутньою в ньому складовою, обумовленою рельєфом ділянки досліджень.

Ефект від рельєфу ділянки спостережень може бути розрахований шляхом розв'язання прямої задачі магнітометрії. Такі прийоми широко використовуються при гравіметричних спостереженнях [6]. В алгоритмах та програмах розв'язку прямої та оберненої задач магнітометрії та гравіметрії для апроксимації збурюючих джерел (в тому числі і рельєфу ділянки досліджень) використовуються апроксимуючі елементи (комірки) простої геометричної форми починаючи від точкових мас до багатогранників [3,4].

Враховуючи вплив рельєфу при магнітометричних дослідженнях вибір типу апроксимуючої одиниці з простих моделей визначається параметрами моделі геологічного середовища. У випадку дослідження розрізу, складеного слабomagнітною речовиною, розрахункова модель апроксимується набором вертикальних тонких

пластів, заповнених горизонтальними циліндрами малого діаметру нескінченного простягання за координатою Y. При цьому параметри апроксимуючих тіл визначаються потужністю ґрунтового розрізу та координатами верхньої та нижньої кромки моделі рельєфу. Як показали розрахунки наведені в роботі [2], інтенсивність аномалії, обумовлених впливом наявних морфологічних неоднорідностей залежить від градієнту зміни висот, їх амплітуди (глибина долини, висота хребта чи уступу) та положення по висоті датчика вимірювача в тому чи іншому місці над формою рельєфу. Значення поля підвищується при збільшенні крутизни рельєфу, зменшенні висотного положення датчика (наближення до поверхні), збільшенні амплітуди відношення максимальної до мінімальної абсолютної відмітки ділянки досліджень та магнітних властивостей порід.

Алгоритм розв'язку прямої задачі магнітометрії дає змогу отримати значення двох компонент магнітного поля: H – горизонтальна та Z – вертикальна складові в кожній точці. Компоненти магнітного поля є функціями наступних параметрів моделі рельєфу: F_h – параметр геометрії об'єктів, I_h – значення сумарної намагніченості