

ля від складової, обумовленої рельєфом місцевості спостережень.

2. При виконанні високоточних магнітометричних досліджень на локальних ділянках доцільно проводити топографічні роботи як в межах ділянки спостережень, так і за її контурами для врахування крайових ефектів. Такі роботи слід проводити у разі перевищення магнітних ефектів від рельєфу над похибкою вимірювань [2, с.22-24].

3. Підвищенню точності розрахунків ефектів рельєфу сприяє додаткова інформація про характер зміни I_k уздовж профілю. Дискретність визначення I_k контролюється градієнтом зміни цієї величини.

1. Логачев А.А., Захаров В.П. Магниторазведка. – Л.: Недра, 1979. – С. 351. 2. Ревякин П.С., Бродовой В.В., Ревякина Э.А. Высочоточная магниторазведка. – М.: Недра, 1986. – С. 272. 3. Булах Е.Г., Корчагин И.Н., Кутас Р.И., Цвященко В.А. Автоматизированный подбор гравитационных магнитных и геотермических аномалий: алгоритм и результаты решения модельных и практических задач. К.: ВИНТИ, 1988. С. 228. 4. Якимчук Н. А., С.П.Левашев, Корчагин И.Н., Прилюков В.В., Якимчук Ю.Н. Аппроксимация изолированных источников и слоисто-блоковых разрезов в алгоритмах автоматизированного похода гравитационных и магнитных полей: Геоинформатика – 2002. – №1. – С.48-62. 5. Корчагин И.Н., Михеева Т.Л., Панченко Н.В., Шумих С.В. О возможности подбора источников аномалий по данным трехкомпонентных измерений магнитного поля. Материали Всеукраїнської наукової конференції "Мониторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища". – К.: 2006. – С. 117. 6. Долгаль А.С. Компьютерные технологии обработки и интерпретации данных гравиметрических и магнитных съемок в горной местности. – Абакан, 2002. – 188 с.

Надійшла до редакції 04.03.07

ГЕОІНФОРМАТИКА

УДК [912:681.518] (075.8)

О.Є. Кошляков, канд. геол.-мін. наук, О.В. Диняк, асп.

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОКІВ ГРУНТОВИХ ВОД В ДОЛИНАХ МАЛИХ РІЧОК М. КИЄВА

Наведено результати математичного моделювання потоків ґрунтових вод в долині р. Либідь, визначені гідродинамічні складові формування потоку. На цій основі розроблений новий методичний підхід до математичного моделювання потоків ґрунтових вод в долинах малих річок м. Києва.

The results of mathematical modeling of underground water streams in the valley of Lybid are established. The hydrodynamic conditions forming of stream are determined. A new methodical approach to the mathematical modeling of underground water streams in the valleys of small Kiev's rivers is developed.

Постановка проблеми. В результаті широкомасштабного та інтенсивного антропогенного впливу відбувається значне перетворення геологічного середовища. Особливо значних змін зазнає верхня частина підземної гідросфери, оскільки інженерне освоєння будь-яких територій в тому чи іншому ступені викликає порушення природних умов живлення, циркуляції та розвантаження ґрунтових вод, тобто порушення умов природного водообміну. Вивчення умов формування потоків ґрунтових вод є важливим питанням, оскільки саме з ґрунтовими водами пов'язаний розвиток процесів підтоплення.

Аналіз проблеми. Перетворення водного балансу забудованих територій призводить, як показують дослідження, до збільшення живлення ґрунтових вод в результаті акумуляції схилового стоку і інтенсивної інфільтрації на ґрунтових поверхнях, техногенної інфільтрації, конденсації вологи під непронижними поверхнями та ін.

Гідродинамічні зміни потоку ґрунтових вод під впливом урбанізації полягають в зміні глибини залягання ґрунтових вод і потужності їх горизонту, які часто мають ярко виражений неусталений характер. Крім того, при відповідній геолого-літологічній будові приповерхневої товщі ґрунту на забудованих ділянках під дією техногенних процесів часто відбувається утворення лінз техногенної верховодки в раніше не обводнених ґрунтах зони аерації. Подібні лінзи можуть іноді зливатися і формувати новий перший від поверхні постійний, витриманий на відносно невеликих ділянках, горизонт підземних вод техногенного походження. В результаті можуть набуті розвитку не лише власне процеси підтоплення, а й пов'язані з ними такі небезпечні процеси як зсуви, карст, просідання та осідання земної поверхні, зміна сольового стану ґрунтів, загальної та сейсмічної стійкості ґрунтів зони аерації. Слід підкреслити, що підтоплення суттєво впливає на санітарно-епідеміологічний стан міст.

Підтоплення має помітний прояв, зокрема, в долинах малих річок на території м. Києва, русла яких можуть бути облицьовані гранітними чи бетонними блоками, замуленні техногенними відкладами, що ускладнює

природний зв'язок поверхневих вод з підземною гідросферою. Для долин малих річок характерним є густе і глибоке ерозійне розчленування. Тут ґрунтовий водоносний горизонт приурочений до алювіальних верхньочетвертинних і сучасних відкладів долин малих річок (Либідь, Сирець, Віта, Нивка) і першої надзаплавної тераси р. Либідь. В долині р. Либідь горизонти алювію заплави і першої надзаплавної тераси являють собою єдиний алювіальний водоносний комплекс. Води даного комплексу не захищені від забруднення з поверхні землі. Водовміщуючими породами є дрібнозернисті, тонко-дрібнозернисті і дрібно-тонкозернисті піски, нерідко з прошарками суглинків. Підземні води комплексу мають скрізь вільну поверхню. Статичні рівні залягають на глибинах 2-4м, у середньому 3м. Амплітуда сезонних коливань рівня ґрунтових вод складає 0,3-0,7м. У гідродинамічному відношенні ґрунтові води являють собою потоки, що спрямовані вздовж русел річок, із гідравлічними ухілами від 0,02-0,03 у верхів'ях до 0,002-0,005 у середній і нижній течіях річок. Зміни рівня ґрунтових вод викликають просадкові явища, набрякання глинистих ґрунтів, що призводить до деформацій будинків, а також до розвитку схилових процесів. При цьому основним питанням досліджень є встановлення меж можливого розвитку підтоплення в просторі та часі, тобто ділянок, де цей процес може проявитися тільки за певних сприятливих умов (потенційного підтоплення) [1]. Встановлення меж ділянок потенційного підтоплення базується на геолого-геоморфологічних, тектонічних, гідрогеологічних засадах з урахуванням виду техногенного впливу і за звичай виконується за допомогою математичного моделювання геофільтрації.

Математичне моделювання геофільтрації є одним з найбільш ефективних методів вивчення процесу підтоплення з метою запобігання негативним факторам впливу. Побудова математичної моделі взагалі і особливо для територій, що зазнають значного техногенного навантаження, є однією з важливих задач сучасних гідрогеологічних досліджень [3]. Для побудови мо-

об'єктів, φ_k – вектор намагніченості об'єктів, ΔI_k – числові параметри, які задають зміну намагніченості моделі по латералі та по вертикалі, $\Delta\varphi_k$ – зміна кута нахилу вектору намагніченості по латералі та по вертикалі, D_k – положення датчика в площині xz .

Апроксимація моделі рельєфу проводиться аналогічно запропонованій в роботі [3], сітковій апроксимації ізольованих об'єктів та розрізів з використанням часткового заповнення розрізу магнітними об'єктами із змінною величиною сітки дискретизації. Апроксимуючим елементом в алгоритмі є горизонтальний круговий циліндр нескінченного простягання, який характеризується наступним масивом параметрів:

$$\{X_{xz}^c, Z_{xz}^c, R_{xz}, l_{xz}\}, \quad (1)$$

де X_{xz}^c, Z_{xz}^c – координати центрів окремих циліндричних тіл (елементів), R_{xz} – радіуси циліндрів, l_{xz} – складові вектору інтенсивності намагнічування (сумарної намагніченості) в площині xz . Аналітичні вирази ефекту від модельного тіла наведені в роботі [1]. Напруженість магнітного поля в точці визначається, як суперпозиція ефектів впливу групи апроксимуючих елементів (розрахунок по стовпцях) та поправки за проміжні пустоти між групами модельних тіл.

На базі запропонованого алгоритму апроксимації моделі рельєфу реалізовано комп'ютерну програму з використанням об'єктно-орієнтованої мови програмування "Паскаль" (пакет програмування "Delphi-7").

Вхідними даними програми є файли з описом рельєфу профілю в дискретних точках, матриці зміни векто-

ру сумарної намагніченості в горизонтальному напрямку, висотних положень реєструючого датчика, сітки розрахунку ефекту в площині xz . Додатково наводиться опис геометричних параметрів масиву модельних тіл, в яких визначено горизонтальні розміри сіткових елементів Δx_i . При використанні горизонтального циліндру, як апроксимуючого елементу $\Delta x_i = \Delta z_i$.

Практичне використання. Для моделювання впливу рельєфу проведено розрахунки ефектів ґрунтового шару та масиву порід. Наведено результати значень магнітного поля при розрахунку прямої задачі по характерному об'єкту "Гороб'ї", (Полтавська область с. Гороб'ї). Довжина профілю – 510 м. Ґрунти – чорноземи типові. В результаті проведення лабораторних досліджень зразків ґрунтового шару, відібраних по дискретній рівномірній сітці вздовж профілю, встановлена середня сумарна намагніченість ґрунтів $10 \cdot 10^{-3}$ А/м. Графіки розрахованого ефекту та спостереженого поля наведено на рис. 1, де розраховані значення представлені в зручній для аналізу формі, величиною $V_m = V_{\text{розраховане}} + T\varphi$ нТл, де $T\varphi = 50560$ нТл – нормальна та регіональна складова. Значення поля розраховувалось при положенні датчика на висоті 0,4 м від межі земля-повітря (нижній датчик). Магнітна модель та рельєф профілю показано на рис. 2., де шар, від якого розраховувався ефект, обмежений знизу площиною на рівні точки досліджень з мінімальним значенням висоти, зверху – поверхнею рельєфу.

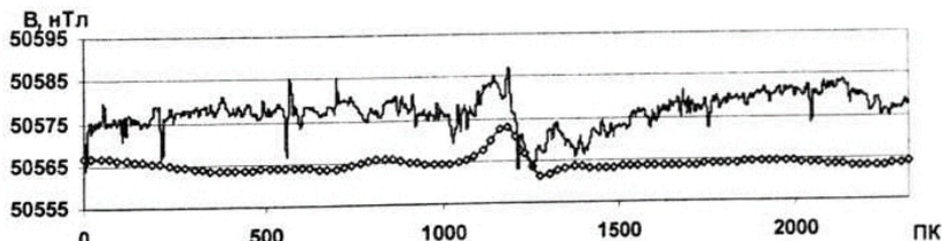


Рис. 1. Порівняльний графік модельного V_m та спостереженого поля V , нТл
—◇— V_m , нТл; —○— V , нТл (висота датчика 0,4 м)

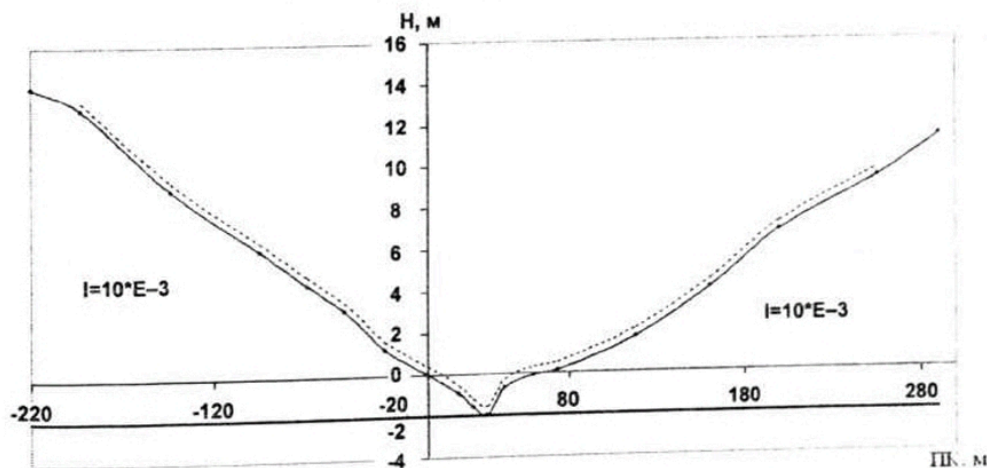


Рис. 2. Магнітна модель рельєфу при $\varphi=90^\circ$ вздовж профілю вимірювань, де I в А/м.

Висновки. Аналіз характеру впливу на значення локального магнітного поля рельєфу місцевості дає можливість констатувати наступне:

1. Для детальної параметризації моделі рельєфу можна ефективно використовувати сіткові апроксимації ізольованих об'єктів.

2. Розроблені алгоритм та комп'ютерна програма можуть знайти застосування при розрахунку та аналізі магнітних ефектів від ґрунтового шару, а також при магнітометричних вимірюваннях в археологічних цілях, для виділення "археологічної" складової магнітного по-

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 Чарторийської 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 ізом р_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 викликані 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 влєвно відображаються пониженими значеннями поляризаційної здатності (пониженими значеннями кутів фазових зсувів φ_n) та опор, 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. Закономерности размещения самородной и супутной минерализации в межах Рафалівської рудоносної площі // Доп. НАН України. – 2001. – №12 – С. 101-105.
3. Деревська К.І., Шумлянський В.О., Галецький А.С., Загитко В.М., Приходько В.Л., Безугла М.В., Шумлянський Л.В. Геолого-генетична модель рудоутворюючої системи і пошукові ознаки самородного зруденіння в трапах Волині // Мідь Волині. Наукові праці Ін-ту фунда. 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.П., 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., Загитко В.Н. Основные геолого-промышленные типы медных месторождений Украины // Мідь Волині. Наукові праці Ін-ту фунда. досл. – Київ: Знання України, 2002. – С. 93-109.

Надійшла до редколегії 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 високочотних 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 та оберненої задачі магнітометрії та гравіметрії для апроксимації збудуючих 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 слабомагнітною 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_k – параметр геометрії об'єктів, I_k – значення сумарної намагніченості