

ІНФОРМАТИВНІСТЬ УЛЬТРАДЕТАЛЬНИХ МАГНІТНИХ ТА МАГНІТОМЕТРИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ ТА МОНІТОРИНГУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА

Розглянуто основні аспекти вивчення інформативності ультрадетальних магнітних та магнітометричних досліджень. Основну увагу приділено аналізу інформативності магнетизму ґрунтового покриву. Наведено деякі приклади використання зазначеної інформації при вирішенні геологорозвідувальних, природоохоронних, сільськогосподарських завдань.

Ключові слова: магнетизм; ультрадетальна магнітометрія; ґрунтовий покрив; екологія; інформативність.

На сучасному етапі функціонування геологічної галузі України перспективи розвитку мінерально-сировинної бази пов'язуються, перш за все, із завданням підвищення ефективності відповідних пошукових та розвідувальних робіт. Реалізація такого підходу стає можливою за рахунок розробки нових наукових засад та залучення сучасних технологій геологорозвідки. Серед методів геофізики, без яких сьогодні будь-які прогнози та пошукові роботи неможливі, високу ефективність, експресність та економічну доцільність демонструють засоби магнітометрії. При цьому одним із ключових факторів стає детальність відповідних робіт. Мова йде про перехід від детальної магнітометрії до ультрадетальних магнітометричних робіт.

Під ультрадетальною магнітометрією ми розуміємо комплексні магнітометричні дослідження геологічного середовища, які включають магнітну зйомку з необмеженою деталістю та вивчення петро- та педомагнітних характеристик, зокрема ефективної намагніченості природних об'єктів.

Відповідні тенденції спостерігаються у галузі рок-магнетизму, на фундаменті якого в останні десятиріччя (особливо у новому тисячолітті) сформувався новий науковий напрямок – педомагнетизм. Дослідженням магнетизму ґрунтового покриву у Світі займаються з 50-х років минулого століття, в Україні з середини 90-х. Рівень сучасних педомагнітних досліджень та їх поширення добре ілюструють матеріали симпозіумів з палео- та рок-магнетизму, що регулярно організовуються нашими колегами з Чехії та Словаччини [Busco *et al.*, 2010; Dlouha *et al.*, 2010]. Їх результати, що знайомі нам особисто, свідчать про високу ефективність вивчення магнетизму ґрунтів, зокрема при екомагнітних дослідженнях, а також в археології, мінералогії, ультрадетальній магнітометрії.

Отримані значущі, науково важливі результати, які знайшли своє відображення у наукових статтях, виробничих звітах. Захищено декілька кандидатських дисертацій по проблемі педомагнетизму (К.М. Бондар, О.В. Круглов, О.І. Меньшов), які відобразили найсучасніші погляди на проблему магнетизму ґрунтів взагалі та

магнітні властивості ґрунтового покриву України. Було створено магнітні моделі ряду ґрунтів різних ґрунтово-кліматичних зон України, проілюстровано розподіли педомагнітних характеристик по вертикалі в ґрунтових розрізах та латералі в ландшафті, досліджено ґрунтову мінералогію. Крім того, окреслені подальші перспективи використання педомагнітної інформації у різних наукових напрямках.

Дальший поступ педомагнітних робіт, а головне їх впровадження як інструмента розв'язання практичних задач має бути забезпеченим проведенням спеціальних теоретично-експериментальних досліджень.

На даному етапі очевидно є необхідність системного аналізу зв'язків між власне педомагнітними характеристиками та можливістю на цій основі використання інформації про магнітні властивості ґрунтів в різних галузях науки. Для успішного вивчення інформативності педомагнетизму необхідно вирішити цілу низку проблем. Головною особливістю зазначеного аналізу має стати виокремлення фундаментальних та прикладних задач педомагнетизму, з'ясування комплексності розгляду проблеми магнетизму ґрунтового покриву в Україні та за її межами. Аналіз інформативності педомагнетизму у своїй структурі має включати наступні етапи.

Узагальнення існуючих на даному етапі методичних та технічних підходів, що реалізуються в педомагнетизмі та були сформовані на основі рок-магнітних технологій. На даній основі розробка власної (а не оптимізованої в кожному випадку окремо) методики педомагнітних досліджень для кожної із можливих сфер застосування: методика екомагнітних досліджень, методика педомагнітних досліджень при пошуках вуглеводнів, тощо.

Дослідження інформативності педомагнетизму при вирішенні геолого-розвідувальних задач в рудо та нафтогазоперспективних регіонах. Має включати, перш за все, критерії вибору доцільності чи недоцільності впровадження педомагнітних досліджень у комплекс геолого-розвідувальних робіт за геологічною характеристикою території, залежно від об'єкту пошуку, можливості реалізації магнітних та

грунтових досліджень, тощо. Реалізується при ультрадетальному картуванні територій, які вкриті шаром осадових та слабкомагнітних кристалічних порід, пошуках корисних копалин, які генерують слабкі магнітні аномалії. Визначення існування зв'язків між власне магнетизмом ґрунтів та наявністю покладів вуглеводнів.

Аналіз інформативності педомагнетизму при вирішенні екологічних завдань. Картування забруднень мегаполісів, потужних комбінатів, автошляхів, родовищ вуглеводнів (забруднення нафтопродуктами).

Визначення інформативності педомагнетизму в сільському господарстві. В історичному плані дослідження інформативності магнетизму ґрунтів взяло свій початок саме із даної галузі (агрогеофізика). Визначення за магнітними показниками гумусності, показників родючості, необхідності внесення або пересичення ґрунтів мінеральними та органічними добривами.

Дослідження інформативності педомагнетизму в ґрунтознавстві. Геофізична технологія як більш сучасна та експресна методика вирішення ґрунтознавчих завдань, картування ґрунтів, геофізика подвійного призначення.

Існує низка інших сфер вивчення інформативності педомагнетизму: археологія, біологія і т.д.

Перейдемо до розгляду перспектив вивчення інформативності ультрадетальних магнітних та магнітометричних робіт на конкретних прикладах для вирішення різних завдань народного господарства.

Перспективи використання ультрадетальної магнітної зйомки при геологічній зйомці територій зводяться до можливості виявлення елементарних магнітних тіл, у першу чергу магнітних маркерів, які при існуючій детальності магнітних зйомок виявляються неповністю, хибно корелюються, або навіть «провалюються» у мережу спостережень. Відтак постановка детальної магнітної зйомки зразка кінця ХХ ст. виправдовується лише при побудові карти масштабу не крупніше 1:200 000. Це призводить до втрати маркуючих горизонтів, невиправданої генералізації геологічного простору (генерації віртуальних геологічних об'єктів). З другого боку навіть наддетальне вивчення магнітних властивостей існуючих відслонень і свердловин не дає можливості ефективного використання матеріалів з магнетизму гірських порід у інтерпретаційних задачах. У результаті надзвичайно інформативна галузь геологічної петрофізики, якою є магнетизм гірських порід, вироджується у суто академічні дослідження. Поєднання ультрадетальної магнітної зйомки з настільки ж докладним вивченням магнетизму природних об'єктів (наприклад прибортових відслонень) створює принципово нові умови для розуміння природи аномального магнітного поля, зокрема при вивченні кристалічного фундаменту.

Одним із основних завдань геологічної галузі України є пошуки нафти і газу. Існують науково обґрунтовані засади використання при цьому інформації про магнітні властивості природних об'єктів, що розташовані в межах покладів вуглеводнів, в тому числі й педомагнітної інформації. При проведенні відповідних досліджень значущих результатів досягли китайські магнітологи. Розглянемо приклад інформативності магнітних методів на території покладів вуглеводнів нафтоносної провінції Мавангміао у Китаї [Liu та ін., 2006]. Зразки відбиралися з продуктивної свердловини (М36) у інтервалі 4,6-1433,5 м (інтервал 1349-1414 м характеризується як продуктивний) та сухої свердловини (М46) у інтервалі 5,7-1506 м та 1617 м. Поряд з магнітними вимірюваннями залучалася мікроскопія для визначення важких металів та відповідних мінералів. Для свердловини М36 відзначаються помітні аномалії у продуктивному інтервалі. Мінералогічний аналіз показав, що більшість залізистих мінералів у зразках з обох свердловин представлені магемітом, сидеритом, піритом, у меншій частині зразків – гематит, ільменіт, пірит. Вміст магеміту вищий у зразках зі свердловини М36, особливо з нафтопродуктивних горизонтів порівняно зі свердловиною М46. Вміст сидериту та піриту дещо вищий у М46. Аналіз параметрів магнітної жорсткості підтвердив, що аутогенний магеміт з нафтоносних прошарків свердловини М36 сформувався за рахунок заміщення сидериту під час комплексних геохімічних процесів.

Використання інформації про магнітні властивості ґрунтових покривів для потреб природоохоронної галузі є одним з найбільш вивчених напрямків. Загрозливими тенденціями для сталого розвитку виступає техногенний вплив на ґрунтовий покрив, нижчезалягаючі горизонти, палеопедосферу. Широко відомі випадки забруднення територій у десятки і сотні гектарів вторинними вуглеводневими продуктами [Rijal та ін., 2010]. У результаті флуктуації підземних вод іде процес утворення вторинних магнітних мінералів, які стають джерелами магнітних аномалій, що фіксуються при ультрадетальних магнітометричних роботах та мають бути оптимальним чином проінтерпретовані. Крім того, відбувається омагнічування ґрунтового покриву у наслідок впливу металургійної промисловості, теплоелектростанцій, автошляхів, тощо. Дані аспекти ультрадетальної магнітометрії сучасної геологічної зйомки успішно вивчає як в Україні [Sukhorada та ін., 2004], так і за її межами [Strzyszc та ін., 1999] такий напрямок магнетизму природних об'єктів як екопедомагнетизм.

Серед низки задач, що вирішуються засобами ультрадетальної магнітометрії у агропромисловому комплексі особливий науковий та практичний інтерес викликає можливість застосу-

вання її результатів для вимірювання ерозійних параметрів ґрунтів, моніторингу ерозійних процесів, калібрування та апробації моделей ерозії – основи стратегії планування проведення протиерозійних заходів. Наразі, регламентована нормативними документами USLE (Універсальне рівняння втрат ґрунту Уїшмейєра-Сміта) (ГОСТ) і поширювана у Європі та США WEPP потребують серйозних доопрацювань для введення у повсякденний вжиток землевпорядних організацій та господарюючих суб'єктів.

Література

- Dlouha S., Petrovsky E., Boruvka L., Drabek O. Magnetic susceptibility and heavy metal distribution in alluvial soils heavily polluted with lead, zink and cadmium // *Travaux Geophysiques. Abstracts of the 12th "Castle Meeting" New Trends in Geomagnetism. Paleo, Rock and Environmental Magnetism*, vol. XXXIX. – 2010. – P. 22.
- Buchko M.S., Magiera T., Johanson B., Petrovsky E., Pesonen L.J. Identification of vehicle-derived metal particles accumulated on roadside snow using magnetic, geochemical and micromor-

phological analyses // *Travaux Geophysiques. Abstracts of the 12th "Castle Meeting" New Trends in Geomagnetism. Paleo, Rock and Environmental Magnetism*, vol. XXXIX. – 2010. – P. 9.

- Liu Q., Liu Q., Chan L., Yang T., Xia X., Cheng T. Magnetic enhancement caused by hydrocarbon migration in the Mawangmiao Oil Field., Jiangnan Basin China // *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 53. – 2006. – P. 25-33.
- Rijal M.L., Appel E., Petrovsky E., Blaha U. Change of magnetic properties due to fluctuation of hydrocarbon contaminated groundwater in unconsolidated sediments // *Environmental Pollution*, 158(5). – 2010. – P. 1756-1762.
- Strzyszczyk Z. Heavy metal contamination in mountain soils of Poland as a result of antropogenic pressure // *Biol. Bull.*, 26. – 1999. – P. 593-605.
- Sukhorada A., Bondar K., Jeleńska M., Hasso-Agopsowicz A., Kądziałko-Hofmokr M., Matviishina Z. Spatial distribution of ferrimagnetic pollution from iron-ore open-cast mines and metallurgical enterprises of Kriviy Rig and Mariupol // *Contributions to Geophysics & Geodesy*, 34. – 2004. – P. 145-146.

ИНФОРМАТИВНОСТЬ УЛЬТРАДЕТАЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ И МАГНИТОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПРОГНОЗЕ И МОНИТОРИНГЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

А.И. Меньшов, А.В. Сухорада

Рассмотрены основные аспекты изучения информативности ультрадетальных магнитных и магнитометрических исследований. Основное внимание уделяется анализу информативности магнетизма почвенного покрова. Приведены некоторые примеры использования отмеченной информации при решении геологоразведочных, природоохранных, сельскохозяйственных задач.

Ключевые слова: магнетизм; ультрадетальная магнитометрия; почвенный покров; экология; информативность.

INFORMATIONAL CONTENT OF THE HIGH-SCALE MAGNETIC AND MAGNETOMETRIC INVESTIGATIONS FOR PREDICTION AND MONITORING OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT

O. Menshov, A. Sukhorada

The main aspects of the study of the informational content of high-scale magnetic and magnetometric investigations are considered. It focuses on the analysis of information content of soil magnetism. Some examples of using this for solution of geological, environmental and agricultural problems are given.

Key words: magnetism; high-scale magnetometry; soils; ecology; informational content.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ