



мих споруд. Колективом СКДБ Київського університету за 2005-2007 роки було проведено ряд робіт в рамках дослідно-методичних петромагнітних і магнітометричних досліджень для вирішення завдань археологічного характеру. У даній роботі представлені результати магнітометричних досліджень сідківських зольників Більського городища проведених в 2007 році.

Більське городище є поселенням раннього залізного віку. Городище представляє собою територію обнесу валами і зростає слабо пересіченим рельєфом, що дозволяє ввведено використовувати магнітометричні методи дослідження без урахування рельєфу місцевості. У плані Більське городище за формою близьке до трикутної з двома зрізаними кутами.

Велика частина городища закартована магнітною зйомкою, яка проводилася вітчизняними і зарубіжними дослідниками (Б. Ульрихом, М.І. Орлюком, Р.Р. Ролле і ін. [1,2]) при вивченні магнітного поля над об'єктами сідківської культури. Ці роботи показали високу інформативність магнітної індукції (В) і вертикального градієнта Z-складової при виділенні археологічних об'єктів в цьому районі. Значна частина знятих площ в той же період була розкопана сумісно археологічною експедицією ДП ОАСУ «Слобожанська археологічна служба» і Музею археології і етнографії Слобідської України при ХНУ ім. В.Н.Каразіна.

Значна площа центральної та лівничної частини Більського городища не вивчена магнітометрично при наявності ділянок, що є перспективними в археологічному відношенні. За даними дослідження магнітних властивостей археологічного і фонового матеріалу показового зольника №5 було вирішено провести вивчення слабомагнітних археологічних утворень до яких віднесено зольні насипи.

**Магнітні властивості археологічного матеріалу Більського городища.** Магнітна сприйнятливості ґрунтової без видимих слідів обгорання не перевищує  $56 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{кг}$ . Керамічний посуд, черепки якого зустрічається серед археологічної речовини, мають сприйнятливості  $60 \dots 2700 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{кг}$  і високу залишкову намагніченість. Частота залежності магнітної сприйнятливості ґрунтів, як похованого, так і сучасного, вища в порівнянні з ґрунтоутворюючим лесовидним суглинком, завдяки високому вмісту ледогенних супермагнетиків. Аналіз даних магнітних властивостей археологічної речовини казує на наступні передумови використання магнітометричного методу: магнітоконтрастними об'єктами можуть служити обпалені глиняні утворення (піна обмазка і кераміка) для яких ефективні значення магнітної сприйнятливості складають величину близько  $650-2600 \cdot 10^{-6}$  од. Сі. Разом з тим похований ґрунт і культурний шар мають занижені на  $\sim 10\%$  значення  $\chi$  в порівнянні з орним шаром, що не дає можливості виділяти археологічні об'єкти за даними магнітометричної зйомки (жертовники з кістками, поховання або господарські ями), якщо вони не заповнені великою кількістю обпаленого матеріалу.

**Об'єкти досліджень.** Зольники №13 і №54 розташовані в центральній і східній частині городища відповідно. Їх розміри з виходом у фонову частину складають від 30 до 45 м в поперечнику форми близької до ізометричної. На місцевості виражені незначним поступовим зростанням висотного рівня на  $\sim 0,5$  м в бік центральної частини. За даними розкопок зольний насип №54 має складну будову і описаний в роботі [3].

В межах зольних насипів розміщені окремо одного зольного матеріалу також і культові об'єкти. До них відносяться різноманітні жертовники (алтари), виконані з глини, в'юток тварин, жертовники з камінним фундаментом і покриті зверху глиняною долякою, жертвопринищення тварин, ритуальні майданчики. Найбільш цікавими є знайдені в зольниках № 28 і № 13 культові приміщення VI ст. до н.е. з глиняними полами.

**Методика польових і лабораторних магнітометричних досліджень.** Вибір основних положень методики досліджень базується на комплексному врахуванні ряду чинників, як апаратурно-методичного плану, так і врахування характеру просторового розподілу магнітних властивостей археологічного матеріалу зольних насипів. Виходячи із забезпечення найбільшої ефективності робіт було запропоновано використовувати технологію зйомки в русі, яка була використана раніше при дослідженні Більського городища [3]. У якості реєструючого приладу використано модифікований квантовий (цеозевий) градієнтметр-магнітометр КМ-8. Точність одиничного відліку приладу складає  $\pm 0,05$  нТл. За даними контрольних вимірювань виконаних на дослідно-методичних полігонах точність зйомки при його використанні становить  $0,3-0,5$  нТл. У якості магнітоваріаційної використана магнітотелурична станція GEOMAG-3 (Україна) з дискретністю відліку по часу 1 с.

Таким чином методика польової магнітометричної зйомки має наступні особливості:

1. Ділянки досліджень розбиваються на квадрати  $50 \times 50$  м. Це дозволяє виключити зростання просторової похибки при локалізації джерела магнітної аномалії на місцевості. Основним чинником формування такого роду помилок є нерівномірність руху реєструючого датчика. Максимальне неспівпадіння координатної прив'язки з прив'язкою по графіку індукції магнітного поля розташоване в центральній частині профілю і становить  $\pm 0,25$  м.

2. Сітка спостережень вибрана по роздільній здатності методу. Виходячи з цього встановлено між профілями рівна  $0,75$  м. При цьому дискретність зйомки по профілю складає  $0,2-0,25$  м. Ця величина формується двома факторами до яких віднесено дискретність відліку магнітометра і швидкість переміщення реєструючого датчика по профілю. При такій сітці спостережень вдається зафіксувати магнітні неоднорідності археологічного походження наступних типів: печі, стінки приміщень, глиняні вироби і конструкції від вимосток до одиночних глиняних посудин.

3. Висота положення реєструючих датчиків (верхнього і нижнього) на немагнітній підвісі вибиралася виходячи з особливостей частотних властивостей магнітного поля над ґрунтовим розрізом – складним фоном для археологічних об'єктів. Заздалегідь проведені дослідження частотних особливостей магнітного поля над різними типами ґрунтів Поліської зони України показали істотну відмінність в дисперсії спектрів магнітного поля. Результати розрахунку дисперсії і середнього відхилення по серії частот спектрів магнітного поля (вазовж профілю досліджень) для трьох характерних типів ґрунтів представлені в таблиці 1.

**Таблиця 1.** Значення D, та  $\Psi$ , для різних генетичних типів ґрунтів по серії експериментальних магнітометричних профілів

Статистична величина	Генетичний тип ґрунту		
	Дерново-підзолистий та лучний	Сірий пісовий	Чорноземний
Дисперсія D,	87.213	81.162	114.608
Відхилення від середнього $\Psi$ ,	7.127	6.688	6.657

Як видно з таблиці дисперсія по спектральній потужності фіксує зростання по ряду дерново-підзолисті ґрунти – сірі лісові ґрунти – чорноземи. У виборці (з врахуванням середньої дисперсії для датчиків на висоті 0,5 м над поверхнею) порівняно з сірими лісовими ґрунтами дисперсія для дерново-підзолистого типу знижена на 1,25 %, а для чорноземів на 30 %, для відхилення від середнього відповідні значення 3,1 % та 22,9 %. Такий характер локального магнітного поля від ґрунтового покриву сформований впливом верхнього (до 20-50 см) шару, що дає можливість змінюючи висоту датчика над поверхнею землі добитися зменшення ефекту дії неоднорідностей ґрунтового покриву. Для ділянки Більського городища висота нижнього датчика вибрана 0,5 м, верхнього 1,5 м.

В лабораторних умовах вивчено магнітні властивості зразків ґрунтів і археологічних матеріалів зольників. Природна залишкова намагніченість ( $J_s$ ) виміряна на спін-магнітометрі JR-4 (Geofizyka, Чехія), питома і об'ємна низькочастотна магнітна сприйнятливості ( $\chi, k$ ) виміряна на каламістіку KLY-2 (Geofizyka, Чехія), частотна залежність магнітної сприйнятливості ( $K_m$ ) досліджена на приладі MS2 з датчиком MS2B (Bartington Instruments Ltd., Великобританія).

Обробка результатів польових магнітометричних досліджень включала в себе процедури ув'язку профілів по довжині, відбракування значень від полів-завад (металевий брухт, різка зміна орієнтації датчика та ін.), розрахунок залишкового аномального поля. Відмітно використання процедури трансформації магнітного поля у вибіркового "підсиленні" магнітного поля (динамічне підсилення), що дозволяє більш контрастно виділяти слабomagнітні аномальні зони на фоні сильномагнітних, природа яких часто не є археологічною. Ця процедура полягає у математичному розрахунку модифікованих значень  $T_{mod}$  за наступною формулою:

$$T_{mod} = T_0 + \arctan((T_0 - T_{en})/\xi)^2 \cdot \xi$$

де  $T_0$  – нульовий рівень магнітного поля від якого проводиться динамічне стиснення вихідних значень,  $T_{en}$  – спостережене значення магнітного поля,  $\xi$  – коефіцієнт динамічного стиснення. Для зольного насипу  $\xi$  вибрано рівнем 50.

**Результати досліджень.** Карта індукції магнітного поля з контурами розкопів 2005 і 2007 р., представлена на рис. 1 повністю покриває частину зольнику № 13. Зольний насип, який розміщується в південно-східній частині планшету карти контролюється зростанням магнітного поля на 15-20 нТл при використанні процедури динамічного підсилення (рис. 3) з характерним обрамленням зони позитивних високочастотних низькоамплітудних аномалій по периферії, що є, вірогідно, слідами відвалів. Ця зона особливо помітна із східної та північної сторін розкопу. Крім того, у вигляді невеликих, але інтенсивних аномальних зон фіксуються металеві репери, закопані по крайовим частинам розкопу для уточнення прив'язки.

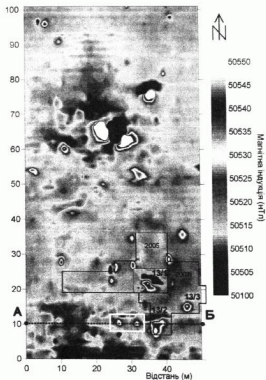


Рис. 1. Карта індукції магнітного поля східної частини 13-го зольнику з контурами розкопів 2005 і 2007 р.

Для археологічних досліджень було рекомендовано аномалії 13/2 і 13/3 – інтенсивні з спряженою негативною частиною в північній частині. Характеристики цього об'єкту подібні до 13/1, але розміри значно більші. Під аномалією були зафіксовані залишки наземного приміщення з розмірами 5,5x4,5 м. Приміщення представляло собою зруйнований елемент глиняної обмазки стін з відбитками ґрунту. Товщина обмазки становить біля 10 см. Під обмазкою в деяких місцях зафіксовані залишки глиняної підлоги.

На графіку магнітного поля 2005 р. зольнику № 13, була зафіксована аномалія високої інтенсивності (до 65 нТл), що мала продовговату форму і яскраво виражену від'ємну частину з північної сторони. Ця аномалія 13/1 показана в якості врізки на місці розкопу 2005 р. на рис. 1. Під аномалією було знайдено залишки наземної споруди [4]. За даними археологічних розкопок встановлено, що воно було розміщене на невеликій глибині і частково зруйноване розорванням. В плані споруда мала неправильну форму і максимальні розміри 300 x 310 см.

Графік індукції магнітного поля по 10 профілю, що пересікає перспективні археологічні об'єкти показано на рис. 2. На рис. 1, профіль відмічено пунктирною лінією. Висока інтенсивність і присутність спряженої негативною частини на півночі може вказувати на те, що об'єкт-джерело аномалії був обласним *in situ* і набув високу термозалишкову намагніченість в історичний час в земному магнітному полі. Таке припущення дозволяє вважати аномалію археологічно перспективною.

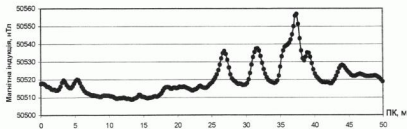


Рис. 2. Графік індукції магнітного поля по 10 профілю 13-го зольника

Аномалія 13/2 виявилась уламками снаряду часів Другої світової війни розмірами 1x1 м. Крім того, в центральній частині карти магнітного поля виділено дві крупні аномалії техногенного характеру.

Як перспективні для археологічних досліджень та закладання розкопів при плануванні археологічних робіт рекомендовано дві ділянки, що на рис. 1 виділені рамкою білого кольору. Інтенсивність аномального ефекту в центральних частинах ділянок складає 15-20 нТл.

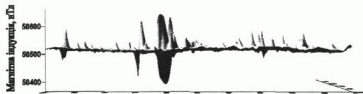


Рис. 3. Зріз поверхні магнітного поля при використанні процедури динамічного підсилення

**Висновки.** На досліджених зольниках західного укріплення Більського городища магнітними методами вдалося зафіксувати окремі об'єкти, пов'язані із зольними насипами, при відсутності ефекту в магнітному полі від зольних насипів без використання додаткових процедур трансформації магнітного поля. Територія городища знаходиться в сільськогосподарському використанні і містить металеві об'єкти не археологічного походження, що формує магнітні аномалії, подібні по формі та інтенсивності до археологічних. Для підвищення археологічної результативності мікроманітометрів в майбутньому необхідним є проведення заходів по виявленню металічного сміття на дозимономному етапі досліджень, зменшення кроку спостережень та розміщення реєструючих датчиків на мінімально можливій відстані від поверхні ґрунту.

1. Ролле Р., Ордж М., Романець Н., Ульрих Б., Цольнер Х. Археогеофізичні дослідження Більського городища та його околиць // Більське городище та його околиць. – Київ: акад. ІА НАНУ, 2006. – с. 19-32. 2. Ulych B., Zolner H., Makhortiyk S., Orlik M., Rolle R. Geophysical prospection of the Scythian Fortification of Belsk (Bel'oe Belaskoe gorodisce) // In "7<sup>th</sup> International Conference on Archaeological Prospection", Studijne zvesti Archeologicko-historickoho ustavu SAV, Nitra-41, pp. 254-256. 3. Бондар К.М., Хоменко П.В., Полос С.А. Результати мікроманітних досліджень деяких археологічних пам'яток у 2005-2006 роках. Вісн. Київ. ун-ту, Вип. 41, К. -2007. – с. 33-37. 4. Шрамко І.Б., Зайноне С.А. Культурі споруди VI ст. до н.е. Західного Більського городища // Археологічний літопис Лавобережжя України. – К. -2006. – с. 12-28.