

# Магнітометрія скіфського курганного могильника Катеринівка у Нижньому Подніпров'ї

*К.М. Бондар<sup>1</sup>, М.М. Дараган<sup>2</sup>, В. Прилуков<sup>3</sup>, С.В. Полін<sup>2</sup>, І.В. Цюпа<sup>1</sup>, С.В. Діденко<sup>4</sup>, 2019*

<sup>1</sup>ННІ "Інститут геології", Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

<sup>2</sup>Інститут археології НАН України, Київ, Україна

<sup>3</sup>Корпорація "Науковий парк Київський університет імені Тараса Шевченка", Київ, Україна

<sup>4</sup>Національний музей історії України, Київ, Україна

Надійшла 2 липня 2018 р.

Магнітометрія могильника Катериновка (Никопольский р-н, Днепропетровская обл., Украина) на площади 3,65 га показала наличие втрое большего количества курганов, чем обнаружено визуально и дешифрировано по космоснимкам. Согласно археологическим исследованиям, проведенным на всей площади геомагнитной съемки, большинство курганов (24) относится к скифской эпохе (IV в. до н. э.), также на могильнике расположены четыре кургана золотоордынского времени (XIII—XIV вв.) и один — эпохи бронзы (начало III тыс. до н. э.). Аномалии магнитной индукции ( $B_a$ ) на могильнике связаны преимущественно с объектами, углубленными в лессовую материковую породу с магнитной восприимчивостью  $k = (0,3 \div 0,4) \cdot 10^{-3}$  ед. СИ, которые имеют затечное заполнение темным гумусированным грунтом с  $k = (0,7 \div 0,9) \times 10^{-3}$  ед. СИ. Структурные элементы скифских курганов — ямы, катакомбы, рвы и прикурганые выемки, создают слабые (2—10 нТл) аномалии  $B_a$ , которые надежно регистрируются с помощью цезиевых магнитометров даже в условиях интенсивных техногенных помех от тяжелой техники в близрасположенном карьере. Факт наличия выемок, откуда брали грунт для отсыпки скифских курганов, обнаружен впервые благодаря магнитометрии. Курган эпохи бронзы идентифицирован по полукольцевой аномалии  $B_a$  от выемки шириной 15—20 м. Из 10 захоронений только 2 наиболее глубоких создали аномалии  $B_a$  интенсивностью 1,5—5,4 нТл. Золотоордынские курганы определены на карте  $B_a$  по слабым кольцевым аномалиям от рвов, а также от завалов из обожженного кирпича над некоторыми захоронениями. Результаты геомагнитной съемки и археологических исследований аномалий доказывают, что межкурганное пространство видимых курганов насыщено курганами меньшего размера и худшей степени сохранности. Показана настоятельная необходимость применения высокоточной магнитометрии для учета и исследования курганных памятников Украины, особенно на участках интенсивного промышленного и сельскохозяйственного землепользования.

**Ключевые слова:** курганный могильник, высокоточная магнитометрия, скифская эпоха, индукция геомагнитного поля.

**Вступ.** Основним джерелом інформації для вивчення скіфської культури є поховальні пам'ятки — кургани. Серед них відомі як визначні поховання представників скіфської еліти, що перекриті насипами заввишки від 2 до 24 м, так і менші під-

курганні поховання, які складають переважну більшість. Скіфські кургани можуть містити від 1 до 10 поховань, здійснених у катакомбах або підбоях, рідше — у простих ґрунтових ямах. Кургани могли бути оточені кільцевими ровами, мати кам'яну

крепіду, панцир, а також ділянку для тризни, розміщену поруч. Скіфські кургани розташовані як по одному, так і групами з утворенням цілих курганів некрополів.

Реальна кількість курганів у некрополях, навіть повністю досліджених археологічно, невідома. Річ у тім, що степові ділянки, на яких розташовані кургани, зазвичай активно розорюють, унаслідок чого насипи багатьох курганів на поверхні візуально не простежуються і, відповідно, питання про їх дослідження навіть не виникає при розкопках могильників. Те, що реальна кількість курганів може значно перевищувати їх візуально визначене число, стало очевидним після проведення широкомасштабних розкопок великими площами на скіфському могильнику Мамай-Гора [Тоцев, 1996].

Крім того, тривалий час не приділяли потрібної уваги дослідженням міжкурганного простору, навколокурганних ровів і курганної периферії, де могла відбуватися тризна. Відкриття потужних залишків тризни в результаті довивчення скіфського царського Александропольського кургану у 2004—2009 рр. експедицією Інституту археології (ІА) НАН України під керівництвом С. В. Полина змусило повністю переосмислити уявлення про скіфський курган і навколишній простір. Уздовж західного боку кургану за межами рову на рівні давньої прикурганної поверхні були виявлені залишки тризни із фрагментів грецьких амфор, що лежали смугою завширшки 15 м й протяжністю близько 120 м, а також 11 супроводжувальних людських поховань [Полин, 2011 б; Polin, Daragan, 2011].

Те, що прикурганний простір насичений різними комплексами не тільки у Північному Причорномор'ї, а й на всьому степовому євразійському просторі, стало зрозумілим після геомагнітного обстеження німецькими вченими курганів на територіях Казахстану, Тиви, Хакасії та Північного Кавказу. Застосування високоточної магнітометрії у порівняно стислі терміни дало змогу вивчити відносно великі площі без проведення розкопок і отримати докладну інформацію про структуру як при-

курганного простору окремих курганів, так і курганних могильників загалом. Зокрема, було встановлено, що на периферії деяких великих курганів існують рови, вали, скарби, вогнища, поховання, ритуальні комплекси, залишки тризн і сліди споруд [Самашев и др., 2009; Fassbinder, 2015, 2016; Fassbinder et al., 2015 а, б; Parzinger et al., 2015, 2016].

В Україні повноцінних геомагнітних знімків курганів у степовій зоні до цього часу не проводили. Єдиним епізодом є роботи на курганній групі Мамай-Гора у Запорізькій області [Смекалова, Чудин, 2009]. Крім того, фахівці Інституту геофізики НАН України спільно з Вільним Університетом (Берлін, Німеччина) [Zollner et al., 2007; Орлюк и др., 2016] і Київським національним університетом імені Тараса Шевченка [Бондар, Башкатов, 2014] провели геофізичні дослідження насипів окремих курганів у лісостеповій зоні. Інтернаціональним колективом на чолі зі Т. Смекаловою виконано магнітне знімання трьох скіфських курганів групи Беш-Оба в Криму [Smekalova et al., 2005].

Зазначені вище дослідження проводили за допомогою магнітометрів різних типів з використанням різних методичних прийомів знімання та обробки даних. Так, роботи Й. Фассбіндера із співавторами виконані за допомогою цезієвого магнітометра Scintrex Smartmag SM4G-Special, оснащеного двома датчиками для вимірювання модуля повного вектора індукції  $B$  геомагнітного поля без реєстрації часових варіацій [Fassbinder, 2015, 2016; Fassbinder et al., 2015 а, б; Parzinger et al., 2015, 2016].

Т. Смекалова використовувала протонні оверхаузерівські магнітометри GEM system GSM-19WG, які поступаються приладам з оптичною накачкою за точністю і швидкістю, однак значно дешевші [Smekalova et al., 2005].

Мультисенсорна система з п'яти ферозондових датчиків Ferrex, яку використовувала в своїй практиці фірма Eastern Atlas на Більському городищі, має високу швидкість [Zollner et al., 2007; Орлюк и др., 2016]. Вертикальний градієнт вертикальної скла-

дової геомагнітного поля  $dBz/dr$ , вимірюваний датчиками системи, не несе в собі похибки за часові варіації. Подібні вимірювальні системи нині широко використовують для картування, наприклад, трипільських поселень площею в сотні гектарів [Rassman et al., 2016]. Однак аномалія  $dBz/dr$ , виміряна за висоти нижнього датчика 0,3 м над землею і вертикальної відстані між датчиками 1 м, набагато слабше аномалії  $B$ , виміряної на тій самій висоті. Крім того, при зазначених параметрах  $dBz/dr$  відображає неоднорідності у верхньому ґрунтовому шарі до глибини 1—2 м [Mathé et al., 2009; Fassbinder, 2017]. При дослідженні скіфських курганів наявність залишкового насипу над катакомбою може перешкодити появі над похованням аномалії  $dBz/dr$ .

Магнітометрія є ефективним методом археологічного картування, оскільки майже будь-який вид господарської діяльності людини супроводжується підвищенням магнітних характеристик (магнітної сприйнятливості ( $k$ ) та природної залишкової намагніченості (NRM)) ґрунтів як на поселеннях, так і на могильниках. Аномалії магнітного поля над археологічними об'єктами утворюються двома способами. Перший пов'язаний з набуттям термозалишкової намагніченості (TRM) об'єктами з глинистих матеріалів унаслідок дії високих температур. При випалі кераміки, виплавці заліза в печах і горнах, обпаленні фундаментів під житла, природних пожежах тощо утворюються нові магнітні мінерали — магнетит і магеміт — носії TRM. Зазвичай вона дуже сильна порівняно з NRM вмісного ґрунту, отже, такі об'єкти утворюють знакозмінні аномалії з інтенсивністю до кілька сотень нанотесла.

Другий спосіб утворення магнітних аномалій зумовлений різницею магнітної сприйнятливості ( $k$ ) об'єкта та вмісного ґрунту. При копанні ґрунтових могил, жител-землянок, господарських ям, глибина яких перевищує товщину гумусованого горизонту ґрунту, у лесовій материнській породі утворюється заглиблення, яке потім заповнюється перемішаним ґрунтом із знач-

ним вмістом гумусового матеріалу. У степовій зоні України величина  $k$  гумусового горизонту найпоширеніших степових ґрунтів — чорноземів звичайних — дорівнює  $(0,8 \div 1,2) \cdot 10^{-3}$  од. СІ, а материнських лесів — лише  $(0,3 \div 0,4) \cdot 10^{-3}$  од. СІ. Матеріалу з насипів курганів і підкурганної поверхні властиві значення  $k$   $(0,6 \div 0,8) \cdot 10^{-3}$  од. СІ. У заповненні ям часто трапляються шматки глиняної обмазки та битої кераміки, які теж сприяють зростанню величини  $k$ . Це дає підстави очікувати появу слабких (1—10 нТл) позитивних аномалій  $B$  над похованнями і ровами курганів, а також над залишками тризн.

У серпні—жовтні 2017 р. було досліджено ділянки курганного могильника біля с. Катеринівка поблизу м. Покров (колиш. м. Орджонікідзе) Дніпропетровської обл., у серці степової Скіфії, за допомогою як неруйнівних методів, так і археологічних розкопок. Особливу увагу при цьому було приділено міжкурганному простору.

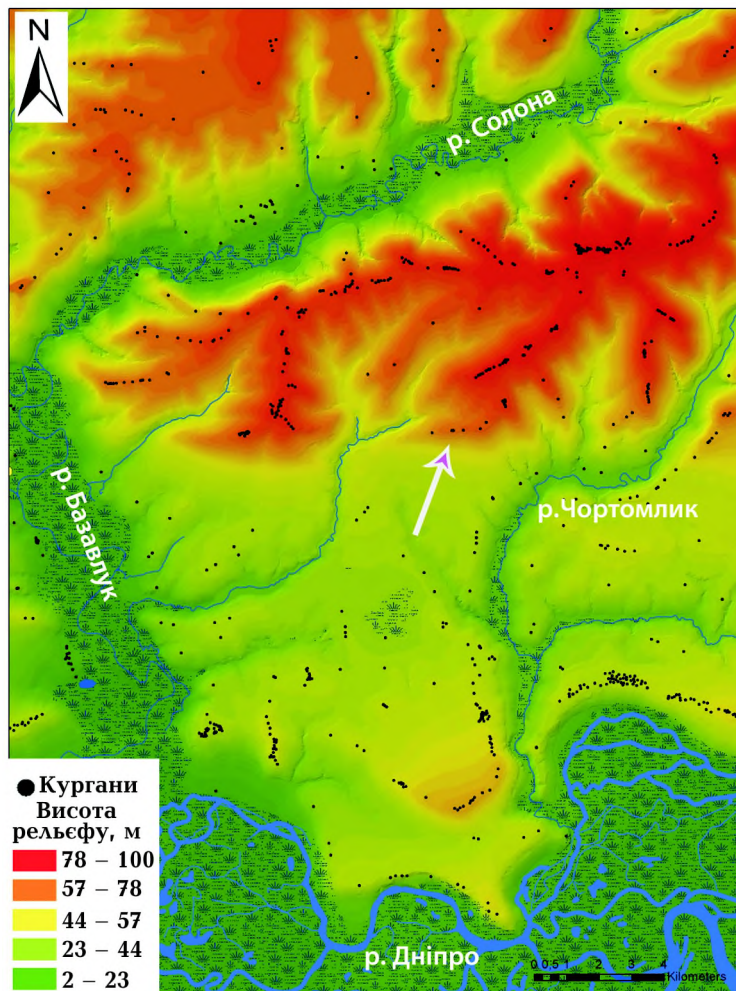
**Об'єкт і методи дослідження.** Курганний могильник біля с. Катеринівка розташований на вододілі межиріччя Базавлука, Солоні та Чортомлика в Нижньому Подніпров'ї (рис. 1). За даними Дніпропетровського обласного центру охорони історико-культурної спадщини, станом на 2000 р. на могильнику було 9 розораних курганів заввишки від 0,4 до 0,7 м.

Орджонікідзевська експедиція ІА НАН України дослідження могильника розпочала в 2003 р. і продовжила в 2007 р. Тоді було розкопано два кургани епохи бронзи і два скіфські, датовані другою чвертю—серединою IV ст. до н. е. [Полин, Черних, 2008; Полин, 2011 а; Черных, Дараган, 2014].

У 2017 р. дослідження могильника було продовжено. Роботи проводили у зв'язку з перспективним розвитком Північного кар'єру Покровського (колиш. Орджонікідзевського) гірничо-збагачувального комбінату. До 2017 р. насипи курганів, що залишилися, виявилися практично повністю зруйнованими внаслідок постійної багаторічної оранки. На поверхні візуально вирізнялися тільки чотири з них завдяки



а



б

Рис. 1. Оглядова карта (а) і карта скіфських курганів (б) на Нижньому Подніпров'ї. Місцезнаходження могильника Катеринівка показано стрілкою.





Рис. 2. Космознімок курганного могильника Катеринівка. На космознімку простежуються округлі плями окремих курганів. Ділянки геомагнітного знімання показано у вигляді червоних полігонів.

світлішому кольору ґрунту від розораних материкових викидів скіфських поховань. Для пошуку решти об'єктів, а також перевірки навколокурганного та міжкурган-

ного простору наявних насипів було заплановано геомагнітне знімання могильника.

Дослідження здійснювали у два етапи

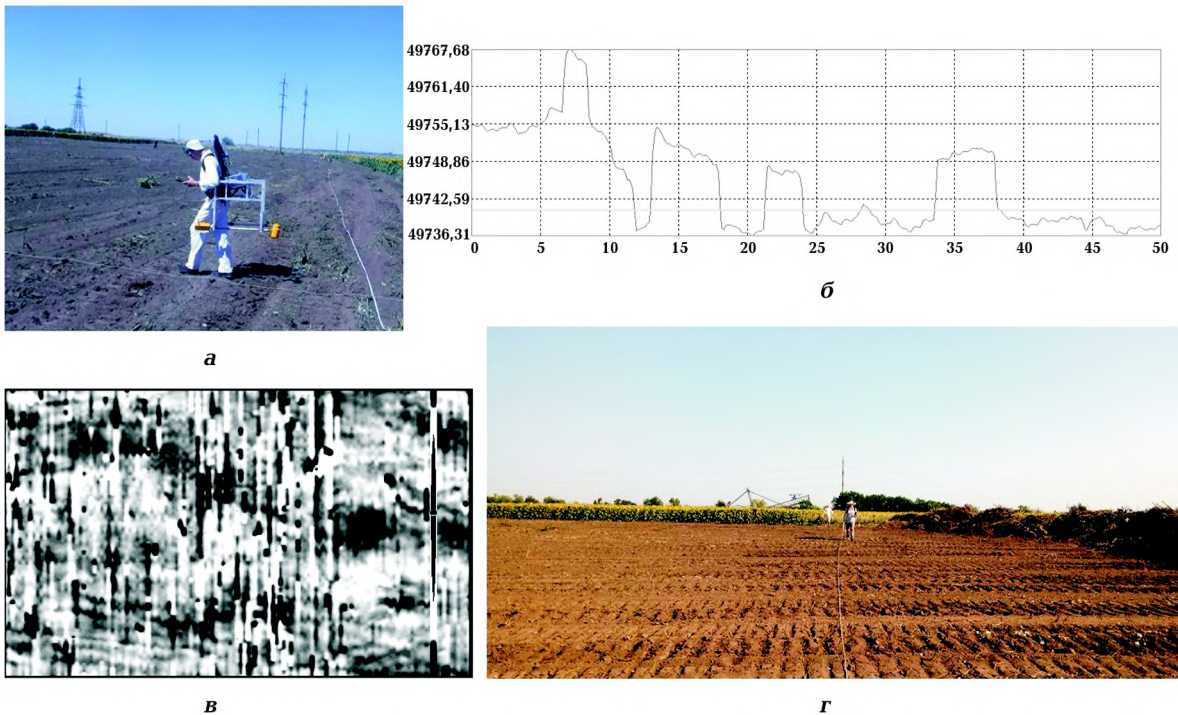


Рис. 3. Процес геомагнітного знімання: а — установка з двох цезієвих магнітометрів, закріплених на алюмінієвій рамі-підвісці на відстані 0,5 м один від одного; б — запис магнітної індукції на одному з профілів, який містить бухтоподібні техногенні завади; в — приклад магнітограми з техногенними магнітними завадами; г — територія вимірювань, неподалік в кар'єрі працює роторний екскаватор.

на трьох ділянках загальною площею 3,65 га (рис. 2).

Роботи першого етапу включали геомагнітне знімання, тахеометрію та GPS-прив'язку ділянки 1 (рис. 2), на якій протягом 3 днів необхідно було розгорнути археологічні дослідження. Ділянка охоплювала два локалізовані раніше насипи скіфських курганів. Мета дослідження — виявлення об'єктів у міжкурганному просторі.

Картографічною основою планово-висотного відображення рельєфу ділянки були дані наземного тахеометричного знімання, виконаного тахеометром Total Station/Trimble M3 5'. Геодезична прив'язка здійснена GPS-приймачами GNSS System Trimble Geo XR, GNSS System Trimble Geo XH. Знімання виконано в режимі RTK, що дало змогу досягти сантиметрового рівня точності прив'язки об'єктів<sup>1</sup>.

Модульні магнітометричні спостереження — вимірювання індукції геомагнітного поля, виконані цезієвими магнітометрами з оптичною накачкою ПКМ-1 (Геологоразведка, РФ), датчики яких мають роздільну здатність 0,001 нТл, межа СКВ-вимірювання магнітної індукції 0,01 нТл.

У перший робочий день використовували установку з двох магнітометрів, закріплених горизонтально на алюмінієвій рамі на відстані 0,5 м один від одного (рис. 3, а). При цьому контролер одного з них використовували для запуску / зупинки вимірювань на кожному профілі. Інший магнітометр був синхронізований з першим і працював у режимі безперервних вимірювань. Таким чином, у процесі руху оператора обидва магнітометри записували два сусідні профілі. Після закінчення знімання профілі, записані другим магнітометром, вибирали із запису цього приладу за часом. Обидва прилади працювали в режимі 10 вимірювань на секунду, що забезпечувало просторову роздільну здатність близько 0,15 м за профілем. Отже, індукцію геомагнітного поля реєстрували з просторовою детальністю 0,5×0,15 м.

Описана методика геомагнітного знімання аналогічна такій, що використовують при археолого-геофізичних дослідженнях, зокрема на курганах, німецькі колеги [Becker, 2001; Fassbinder, 2015, 2016 та ін.]. Знімання двома приладами одночасно без реєстрації варіацій зумовлено бажанням оптимально використати наявний апаратний ресурс (2 магнітометри). Додаткову варіацію геомагнітного поля, яка має плавний характер, враховували при відніманні середнього значення за профілем, а також на площі майданчика спостережень. Короткоперіодичні часові варіації — мікропульсації відсікали за допомогою фільтра низьких частот.

Спроба обробити результати вимірювань першого дня показала, що застосована методика не є оптимальною в даних умовах. Ділянка геомагнітних спостережень знаходилася поблизу діючого кар'єру з видобутку манганових руд (усього в 400 м), тому магнітне поле зазнавало значного техногенного впливу (рис. 3, б—г). Завади, пов'язані з функціонуванням важких машин і механізмів у кар'єрі, виявилися зіставними за часом з тривалістю проходження оператором-геофізиком одного профілю. Їх тривалість становила 3—40 с, а інтенсивність (4—10 нТл), як правило, перевищувала інтенсивність очікуваних аномалій. Завади часто мали П-подібну форму і нерегулярний характер (рис. 3, б, в).

Якщо знімання ведеться одночасно двома магнітометрами, то така завада спотворює запис відразу двох профілів. Щоб цього уникнути, було вирішено далі продовжувати знімання одним приладом, зберігаючи ту саму детальність. Однак цілком очевидно стала необхідність урахування варіацій геомагнітного поля в майбутньому.

Обробку польових спостережень першого етапу значною мірою довелося вести вручну, корегуючи запис за техногенну часову варіацію. Потім проводили процедуру вилучення фону нормального поля. Суть останньої зводилася до відніман-

<sup>1</sup>Роботи здійснені на обладнанні, придбанному М.Н. Дараган по стипендії від Alexander von Humboldt-Stiftung.

ня від значення поля в точці вимірювань поліноміальної регресії 3-го порядку за профілем. Високочастотний "шум" прибрали, застосувавши фільтр нижніх частот з арсеналу Golden Software Surfer 13. Отримані у такий спосіб залишкові аномалії відображають археологічні структури, магнітне сміття й ефекти, що виникають унаслідок оранки та проїзду важкої техніки полем.

За інтерпольованою мережею залишкових значень поля з детальністю  $0,25 \times 0,25$  м побудовано карту аномалій магнітної індукції ( $B_a$ ) (рис. 4, а). Діапазон змін поля  $\pm 3$  нТл.

Роботи другого етапу включали геомагнітне знімання двох ділянок (2 і 3) курганного могильника (див. рис. 2), а також супутні топогеодезичні вимірювання і прив'язки. На ділянці 2, яка примикала до ділянки 1, візуально був локалізований один скіфський курган. На ділянці 3 припускали наявність 4 курганів.

Магнітне знімання проводили за стандартною методикою одним цезієвим магнітометром, другий використовували під час вимірювань як варіаційну станцію, тобто записували зміни поля в часі. Знімання на ділянках 2 і 3 було попланшетним, розміри кожного планшета  $50 \times 30$  м. У межах кожного планшета довжина одного профілю дорівнювала 30 м, відстань між профілями — 0,5 м; оператор-геофізик під час знімання рухався "змією". Варіаційна станція працювала з такою самою швидкістю, що й основний магнітометр, — 10 вимірів/с. У процесі обробки польової інформації варіації враховували шляхом віднімання запису варіаційної станції, інтерпольованого сплайном Акіми, від вимірних значень на профілі.

Нормальну складову поля, апроксимовану лінійною регресією за профілем, також вилучали із запису. Масив залишкових значень був інтерпольований до регулярної мережі  $0,5 \times 0,5$  м, за ним будували карти  $B_a$  у діапазоні  $-3,0/+3,0$  нТл (рис. 4, б, в).

**Інтерпретація магнітного знімання і результати археологічних досліджень.** З урахуванням карти  $B_a$ , для подальшого археологічного дослідження були запропо-

новані окремі аномалії та їх комплекси. Встановили, що джерела виявлених аномалій — археологічні об'єкти — займають смугу завширшки 30—50 м і завдовжки більш як 1 км, у рамках цієї смуги вони розташовані відносно рівномірно. Запропонована реконструкція планової структури включала 17 передбачувано скіфських курганів, один курган був попередньо віднесений до доби бронзи. Також у міжкурганному просторі були рекомендовані до розкопок 14 аномалій [Бондарь и др., 2018].

Археологічні дослідження показали високий ступінь відповідності археолого-геофізичної реконструкції реальному розподілу об'єктів на могильнику. На рис. 5 показано розміщення досліджених у 2017—2018 рр. археологічних об'єктів на картах  $B_a$  трьох ділянок геомагнітного знімання. В ході розкопок було виявлено кургани й інші об'єкти трьох різних періодів — доби бронзи, скіфської доби та золотоординського часу.

**Об'єкти доби бронзи (початок III тис. до н. е.).** Курган 52, як і передбачалося, був споруджений в епоху бронзи (рис. 6, а). Його насип був практично повністю зруйнований внаслідок багаторічної оранки. На час розкопок висота об'єкта дорівнювала 0,4 м за діаметра близько 40 м. У дійсності реальний діаметр курганного насипу був порівняно невеликий і не перевищував 15—20 м. Буквально в 12 м від центру починалася колова (до 1 м глибини) заглибина в материк завширшки до 15—20 м, яка добре проявилася на карті  $B_a$  (рис. 4, в, 5, в, таблиця). Так само її добре простежено в процесі зняття ґрунту бульдозером завдяки чорному заповненню затічним чорноземом. У кургані виявлено 10 поховань різних епох: 6 — ямної, 2 — катакомбної та 1 — скіфської культур. Два з них (найглибші) проявилися у вигляді слабких аномалій  $B_a$  (див. таблицю).

**Об'єкти скіфського часу (IV ст. до н. е.).** Всі розкопані об'єкти скіфського часу — це кургани, які були насипані в межах другої—на початку останньої чверті IV ст. до н. е.

Скіфські кургани, як правило, утворювали комплекси аномалій, які складали-



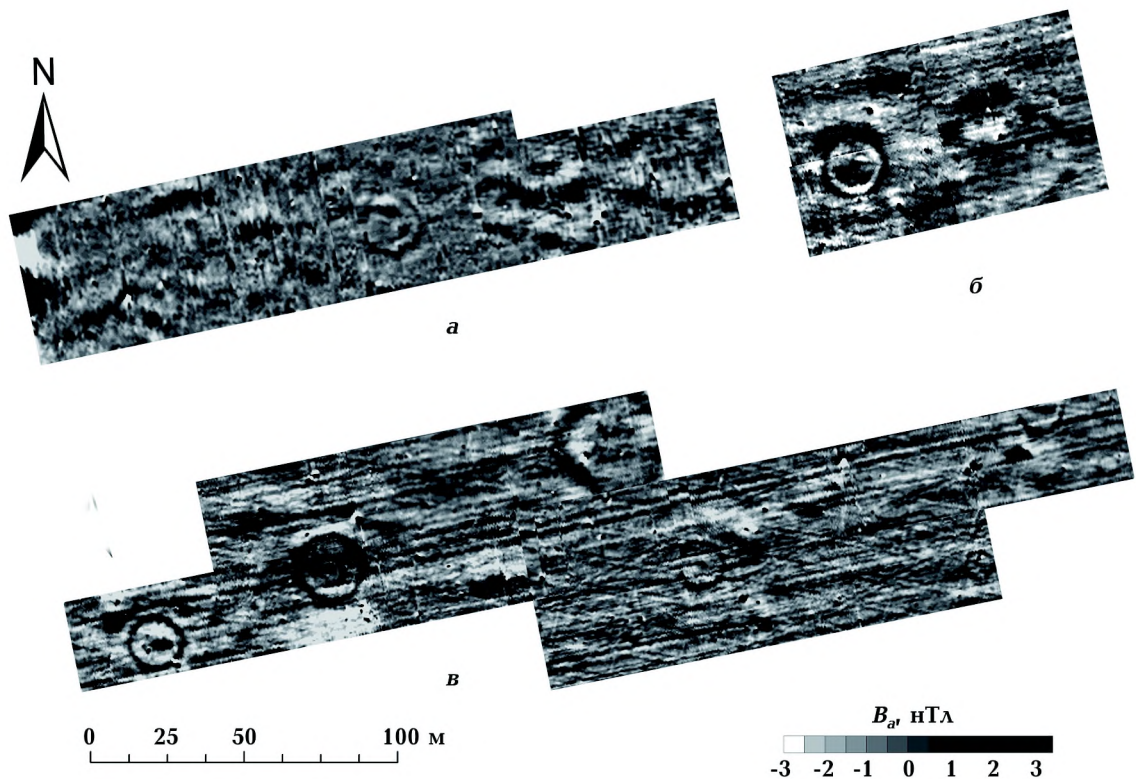


Рис. 4. Карта залишкових аномалій магнітної індукції  $B_a$  ділянок 1 (а), 2 (б), 3 (в) могильника Катеринівка.

ся із збурень від поховань, навколокурганного рову та прикурганної заглибини, звідки брали ґрунт для насипання кургану. Наявність усіх елементів спостерігали не завжди. З 24 досліджених скіфських курганів 3 з них мали всі перелічені елементи, 1 — не мав поховання всередині рову, 13 — не мали ровів, 7 — не мали заглибин (див. рис. 5, таблиця). Заглибини були врзані в материковий ґрунт на глибину 0,2—0,8 м і заповнені темним затічним ґрунтом. Їх фіксували з північного боку від поховань або рову за аномаліями місяцеподібної форми або у вигляді фрагментів-плям інтенсивністю до 7 нТл. Розміри заглибини і відповідної аномалії, а також віддаленість її від центру кургану залежали від розмірів кургану.

Навколокурганним ровам завжди відповідали кільцеві аномалії інтенсивністю 2,6—8 нТл. Рови були заглиблені в материковий ґрунт на 0,3—1,2 м. Їхнє заповнення, як і заповнення заглибин, завжди затічне. Величина  $k$ , виміряна польовим

капаметром "ПІМВ" (Геологоразведка, РФ), дорівнювала  $(0,7 \pm 0,9) \cdot 10^{-3}$  од. СІ.

Скіфські поховання на могильнику Катеринівка здійснені в катакомбах, рідше — в ямах з підбоєм. Переважну більшість захоронень пограбовано у давнину. Характер заповнення пограбованих і непограбованих катакомб та їхніх вхідних ям суттєво різниться. Вхідні ями непограбованих катакомб зазвичай заповнені пухким материковим ґрунтом, іноді перемішаним з камінням забутовки (вапняк). Якщо катакомба була пограбована в давнину, заповнення грабіжницького ходу (що часто проходив по вхідній ямі) містило більше темно-сірого затічного дуже щільного гумусованого ґрунту. Це пояснюється тим, що грабіжницька яма залишалася відкритою. Непограбовані катакомби зазвичай заповнені повітрям та вільні від ґрунту, тоді як пограбовані містять незначну кількість мішаного заповнення. Тому на магнітограмах краще відображаються вхідні ями пограбованих катакомб, а також камери, які



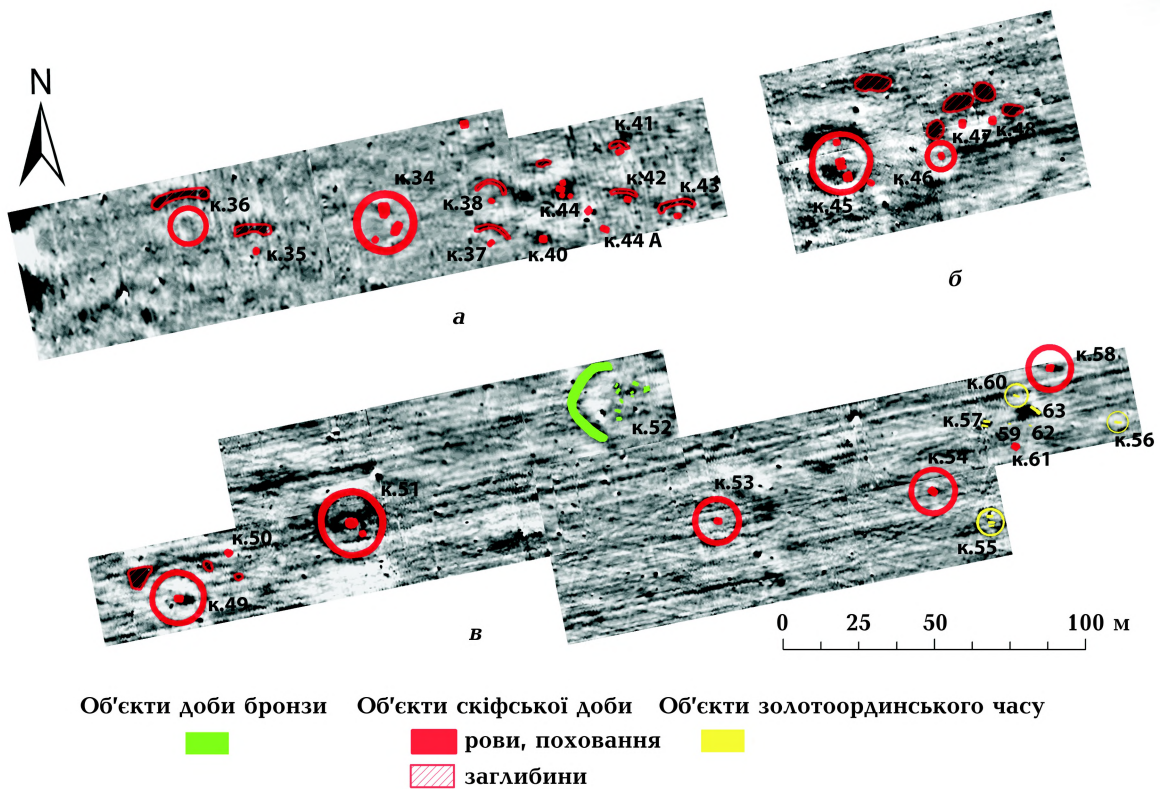


Рис. 5. Схема розташування досліджених у 2017—2018 рр. археологічних об'єктів на могильнику Катеринівка (див. рис. 4).

значною мірою затекли темним ґрунтом. Такі об'єкти створюють слабкі, але вимірювані аномалії (2—10 нТл).

Характерний приклад — скіфський курган 34 (див. рис. 4, а; 5, а; 6, в, г). Йому відповідав такий комплекс аномалій  $B_a$ : а) кільцева аномалія завширшки до 1,5 м з максимальною інтенсивністю 3,9 нТл, діаметром 19 м;

б) дві аномалії з максимальною інтенсивністю 4,5 і 2,3 нТл всередині кільцевої аномалії.

У процесі розкопок з'ясувалося, що курган мав кільцевий ровик і три катакомби (рис. 6, в, г). Перша аномалія відповідає рову діаметром 19 м, завширшки 90—100 см, завглибшки до 1 м від рівня сучасної поверхні. Дві інші аномалії відповідали скіфським катакомбам.

Північна аномалія відповідала чималій поховальній споруді з великою спільною камерою з двома вхідними ямами (рис. 6, г). Загальна довжина поховальної споруди ся-

гала 7 м. Поховальна камера містила два поховання. Глибина катакомби 4,05 м (рис. 6, б).

Південна аномалія відповідала впускному похованню. Воно облаштоване у ямі з підбосом, спрямованим до центру кургану. Дно вхідної ями з глибини 1,8 м від рівня давнього горизонту опускалось до глибини 2,4 м. Підбій мав незвично великі розміри — 3,6 × 2,4 м.

Ще одна невелика катакомба завглибшки 2,22 м на карті  $B_a$  не зафіксована.

**Об'єкти золотоординського часу (XIII—XIV ст.).** Несподіванкою виявилось відкриття 4 курганів та 1 печі золотоординського часу у східній частині ділянки 3 могильника (див. рис. 4, в, 5, в, таблиця). Навколо 3 курганів розкопками виявлені рови, на карті  $B_a$  нанесено два з них. Золотоординські поховання здійснені в ґрунтових ямах з максимальними розмірами 2,5 × 0,8 м, завглибшки 0,1—1,3 м (від рівня материка). Вони не створюють вимірюваних магнітних аномалій. Винятком є похо-

вання в кургані 57, яке було щільно засипано уламками обпаленої цегли, джеспіліту й іншого каміння — ймовірно, рештками мавзолею.

Характерним прикладом золотоординського поховання є курган 55 (див. рис. 6, б). Під час зняття чорноземного шару тут траплялися численні уламки цегли. В центрі кургану в чорноземному шарі були помічені залишки цегляної кладки. Нижче, в товщі чорнозему, лежала велика вапнякова плита, яка, очевидно, була пере-

криттям поховання, що знаходилось у центрі кургану. В кургані розкрито три захоронення, оточені кільцевим ровом діаметром 9,5 м, заглибленим у материк на 0,15—0,22 м.

Поруч було знайдено піч (об'єкт 63), в якій, ймовірно, й випалювали цеглу, розкрити в курганах.

**Обговорення результатів дослідження.** Могилище Катеринівка — перша пам'ятка на території Великої Скіфії, де дані магнітометрії були повністю перевірені роз-

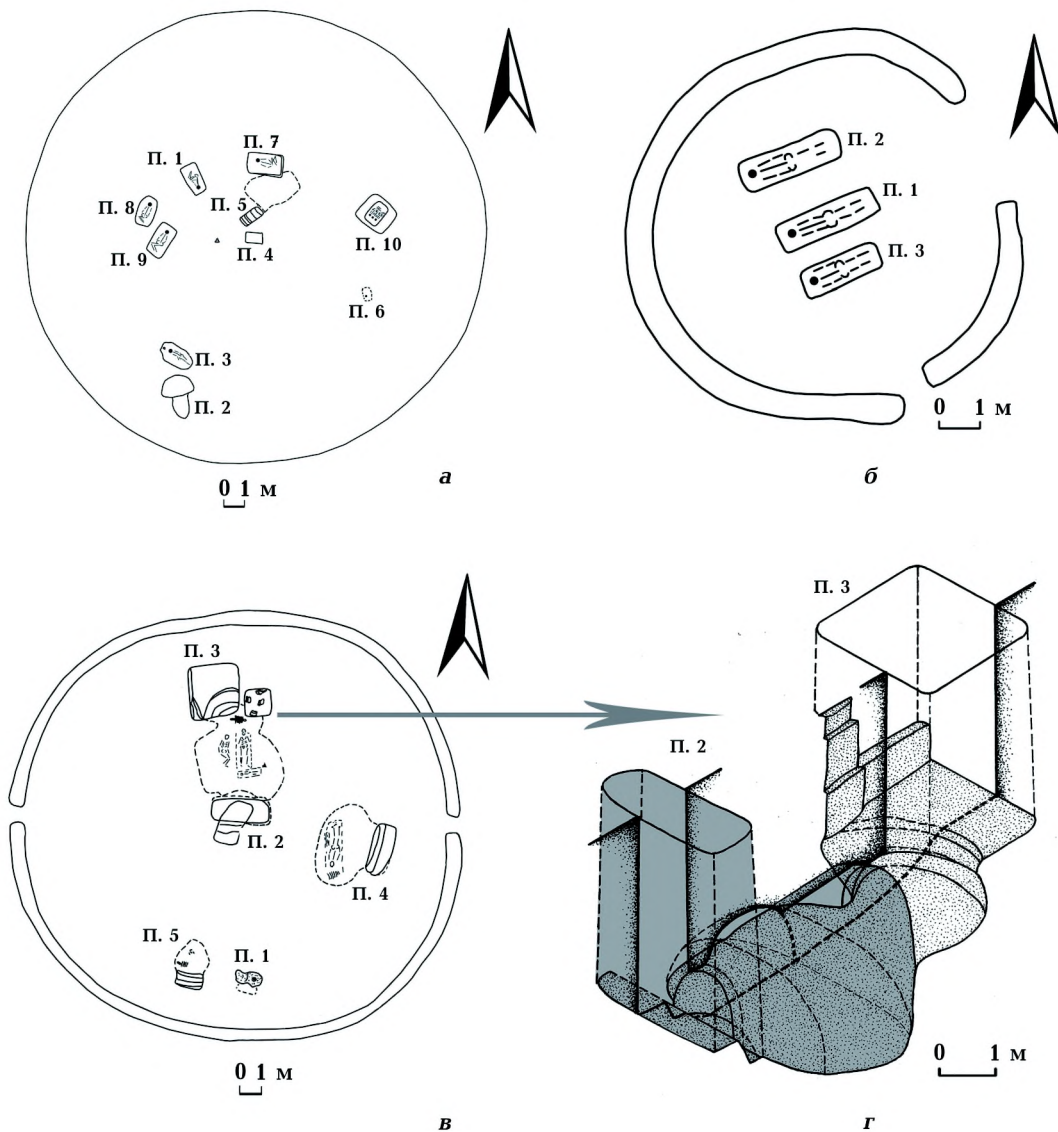


Рис. 6. Приклади різночасових курганів, виявлених на могильнику Катеринівка: а — план, розріз кургану 52 (доба бронзи, початок III тис. до н. е.); б — план, розріз кургану 55 (золотоординський час, XIII—XIV ст. н. е.); в — план, розріз кургану 34 (скіфська доба, IV ст. до н. е.), г — реконструкція катакомби кургану 34.

## Характеристики археологічних об'єктів та відповідних їм геомагнітних аномалій на могильнику Катеринівка

Номер і тип об'єкта	Час	Рів (діаметр зовнішній, ширина, глибина в материку)	Поховальні споруди (тип, розміри і глибина)	Прикурганна заглибина (наявність)	Джерела і характеристики аномалій $B_a$ (форма, розміри, максимальна інтенсивність (нТл))
Курган 36	СК	12,4 м; 0,15—0,4 м; 0,2—0,3 м	Немає	Є	Заглибина — місяцеподібна, довжина 19 м, ширина — 3 м, 3,6 нТл
Курган 34	СК	19 м; до 0,75 м; до 0,6 м	П'ять поховань та дві ями: яма 1 — 1,2 × 1,2 м, гл. — 0,1—0,15 м, яма 2 — 1,15 × 0,6 м, гл. — 0,1 м. П. 1 — 1,1 × 0,6 м, не заглиблене в материк. П. 2 и П.3 — поховальна споруда з великою спільною катакомбою та двома вхідними ямами: довжина — 7 м; гл. 4,05 м (вх. яма П. 2 — 2,4 × 1,02 м, її центральну частину поперек перетинала грабіжницька 2 × 1 м; вх. яма П.3 — 2,4 × 2,25 м); П. 4 — вх. яма — 2,05 × 1,05, гл. 2,4 м, підбій — 3,6 × 2,4 м; П. 5. — вх. яма — 1,2 × 0,7 м, гл. 2,2 м, камера — 1,6 × 1,5 м	Немає	Рів — кільцева, ширина до 1,3 м, діаметр 19 м, 3,9 нТл; П. 2—3 — прямокутна, 5,0 × 3,5 м, до 4,5 нТл; П. 4 — підквадратна, 3 × 3 м, до 1,7 м; П.1, П.5 — немає аномалій
Курган 35	СК	Немає	П. 1 — вх. яма — 2,45 × 1,2 м, гл. 2,5, підбій — 2,75 × 1,7 м	Є	Заглибина — місяцеподібна, довжина 13 м, ширина до 5 м, до 4,5 нТл П. 1 — прямокутна 2,7 × 2,0 м, до 2,4 нТл
Курган 37	СК	»	П. 1 — вх. яма — 1,15 × 0,7 м, гл. 2,5, камера — 2 × 1,8 м	»	Заглибина — місяцеподібна, довжина 19 м, ширина до 2 м, до 2,4 нТл; П. 1 — прямокутна, 3,0 × 2,5 м, до 2,6 нТл
Курган 38	СК	»	П. 1 — вх. яма — 1,4 × 0,8 м, гл. 1,95 м; камера — 1,95 × 1,15 м; гл. 2,25 м	»	Заглибина — місяцеподібна, довжина 12 м., ширина до 2,3 м, до 4,1 нТл; П. 1 — прямокутна, довжина 2,0 м, ширина 1,0 м, 1,7 нТл

Продовження таблиці

Курган 43	СК	»	П. 1 — вх. яма — 1,4 × 0,95 м, гл. 2,6 м, камера — 2,6 × 2,0 м, гл. 3,2 м	»	Заглибина — місяцеподібна, довжина 13 м, ширина до 3,0 м, 4,6 нТл; П. 1 — прямокутна, 2,0 × 1,5 м, 4,9 нТл
Курган 42	СК	»	П. 1 — вх. яма — 1,3 × 0,7 м, її стінки з гл. 0,7 м розширюються, утворюючи камеру розмірами 1,65 × 1,2 м, гл. 1,2 м	»	Заглибина — місяцеподібна, довжина 12 м, ширина до 1 м, 2,9 нТл; П. 1 — прямокутна, 2 × 1,5 м, 4,0 нТл
Курган 41	СК	»	П. 1 — вх. яма — 1,8 × 0,8 м, гл. 2,15 м, підбій — 2,2 × 0,95 м, гл. 2,5 м	»	Заглибина — місяцеподібна, довжина 9 м, ширина до 1,5 м, інт. до 4,4 нТл; П. 1 — ізометрична, 1,5 × 1,5 м, 3,0 нТл
Курган 44	СК	Немає	П. 1 — яма, 0,7 × 0,45 м, заглиблена в материк на 0,2 м, гл. від сп 0,7 м П. 2 — яма, 0,50 × 0,52 м, заглиблена в материк на 0,1 м, гл. від сп 0,6 м П. 3 — вх. яма, 1,4 × 0,65 м, заглиблена в материк на 0,5 м, від сп 1,0 м; підбій, 1,55 × 0,55 м, гл. 1,3 м П. 4 — вх. яма, 2,05 × 0,9—1,0 м, гл. 2,2 м від сп; камера, 3,0 × 1,6 м, гл. 2,8 м від сп П. 5 — яма, 0,95 × 0,85 м, заглиблена в материк на 0,2 м	»	Заглибина — витягнута, довжина 5,8 м, ширина до 1,9 м, до 4,6 нТл П. 1 — 4 — ізометрична, 6,5 × 6,5 м, до 7,4 нТл П. 5 — не проявлена
Курган 44А	СК	»	П. 1 — вх. яма, 1,75 × 0,85—0,9 м, гл. 3,2 м; катакомба, 1,7 × 2,1, гл. 3,6 м	Немає	П. 1 — не проявлене.
Курган 40	СК	»	П. 1 — вх. яма, 1,5 × 1,15 м, гл. 2,15 м; камера, 2,7 × 2—2,1 м, гл. 2,5 м	Є	Заглибина разом з П. 1 — ізометрична, 5,5 × 4,7 м, до 5 нТл
Курган 45	СК	18,5 м; до 0,5 м; 0,35 м	6 (5 у межах рову) П. 1 — вх. яма, 2,2 × 0,9—1,1 м, гл. 2,45 м від сп; підбій, 2,1 м П. 2 — вх. яма, 1,8 × 0,6 м, гл. 0,5 м від дг; підбій, 2,1 × 0,7 м, гл. 0,95 м від дг П. 3. — вх. яма, 1,6 × 0,6 м, гл. 1,1 м; підбій, 2,5 × 1,0 м П. 4 — вх. яма, 1,6 × 1,1 м, гл. 1,9 от дг; камера, 2,9 × 1,2 м П. 5. — вх. яма, 1,5 × 0,75 м, гл. 1,5 м; підбій, 2,05 × 0,8 м П. 6. — яма, 2,9 × 2,05 м, заглиблена в материк на 0,2 м	»	Заглибина — ізометрична, 9,0 × 5,0 м, до 4,0 нТл Рів — зовнішній діаметр 23 м, ширина до 2,3 м, до 6 нТл П. 1 — ізометрична, 3,5 × 3,0 м, до 5,8 нТл Інші аномалії в межах рову — можливо, сліду викиду з ям П. 2—6 — не проявлена



## Продовження таблиці

Курган 46	СК	9 м; 0,2 м; 0,1 м	П. 1 — вх. яма, 1,3 × 1,0 м, гл. 2,4 м; камера, 1,8 × 1,95, гл. 2,95 м	»	Заглибина — ізометрична, 6,0 × 5,3 м, до 5,9 нТл П. 1 — прямокутна, 2,2 × 1,2 м, до 4,0 нТл
Курган 47	СК	Немає	П. 1 — вх. яма, 1,3 × 0,8, гл. 1,35 м; камера, 2,35 × 1,1—1,6 м, гл. 1,65 м	»	Заглибина — витягнута, 16,0 × 6,5 м, до 4,9 нТл; П. 1 — прямокутна, 2,5 × 0,8 м, до 4,1 нТл
Курган 48	СК	»	П. 1 — вх. яма, 1,75 × 1,15—1,2 м, гл. 2,2 м; камера, 2,3 × 2,1 м	»	Заглибина — ізометрична, 6,3 × 4,5 м, до 5,2 нТл П. 1 — прямокутна, 2,0 × 0,8 м, до 2,6 нТл
Курган 49	СК	18 м; 0,5 м; 0,5 м	П. 1 — вх. яма, 1,8 × 1,45 м, гл. 4,1 м; камера, 2,9 × 2,9, гл. 4,6 м від дг	»	Заглибина — аномалії 29—32, ізометричні, діаметр 3—8 м, інт. 2,0—3,7 нТл Рів — довжина 18,5 м, ширина до 2 м, до 2,9 нТл П. 1 — прямокутна, 6,6 × 2,9 м, інт. до 4,3 нТл
Курган 50	СК	Немає	П. 1 — вх. яма, 1,6 × 0,8 м, гл. 2,2 м; камера, 2,7 × 1,9 м	»	Не проявлене
Курган 51	СК	20—20,5 м; 0,5—0,65 м; 0,2—0,6 м	П. 1 — вх. яма, 2,45 × 1,9 м, гл. 4,5 м від дг; камера, 3,95 × 2,6 м, гл. 4,66—4,76 м від дг П. 2 — вх. яма, 1,5—0,9 × 1,3 м, гл. 3 м від дг, 3,3 м від сп; камера, 2,6 × 1,4 м, гл. 4,3 м від сп	Немає	Рів — довжина 23 м, ширина до 3 м, до 8,1 нТл П. 1 — ізометрична, 3,2 × 2,8 м, до 10,0 нТл П. 2 — ізометрична, 2,0 × 2,0 м, до 4,6 нТл Інші аномалії в межах рову — можливо, сліду викиду з ям
Курган 53	СК	16 м; 0,35—0,5 м; 0,4—0,55 м	П. 1 — вх. яма, 1,5 × 0,9 м, гл. 3,7 м; камера, 2,7 × 2,25 м, гл. 4,2 м від дг	»	Рів — довжина 16,5 м, ширина до 1,8 м, до 7,4 нТл П. 1 — прямокутна, 2,5 × 1,0 м, до 4,3 нТл
Курган 54	СК	15,5 м; 0,4 м; 0,3 м	П. 1 — вх. яма, 2,0 × 1,3 м, гл. 3,5—3,8 м від дг; камера, 2,7 × 1,8 м, гл. 4,2 до 4,3 м	Немає	Рів — довжина 15,6 м, ширина до 0,7 м, до 2,7 нТл П. 1 — прямокутна, 3,0 × 1,8 м, до 6,5 нТл
Курган 55	ЗО	9,5 м; 0,4—0,7 м; 0,15—0,22 м	У чорноземному шарі уламки обпаленої цегли П. 1 — яма, 2,6 × 0,72 м, гл. 1,3 м від дг П. 2 — яма, 1,95 × 0,8 м, гл. 1,4 м від дг П. 3. — яма, 1,95 × 0,8 м, гл. 1,15 м від дг	»	Рів — кільцева, довжина 9,5 м, ширина до 1,0 м, до 5,2 нТл
Курган 58	СК	18 м; 0,5—0,7 м; 0,3—0,5 м	П. 1 — вх. яма, 2,4 × 1,1—1,2 м, гл. 3,4 м; камера, 6,0 × 2,3 м, гл. 3,8 м	»	Рів — кільцева, довжина 16,0 м, ширина до 1,0 м, до 5,6 нТл П. 1 — прямокутна, 5,6 × 2,2 м, 5,9 нТл

Курган 56	ЗО	7,5—8,0 м; 0,4—0,5 м; 0,2 м	У чорноземному шарі уламки обпаленої цегли П. 1. — яма, 2,5 × 0,75 м, гл. 0,5 м від дг	»	Рів — кільцева, довжина 6,5 м, ширина до 0,7 м, до 3,1 нТл
Курган 52	БР	Немає	П. 1 — яма, 1,6 × 0,85 м, гл. 0,1 м у материк, 0,9 м від сп П. 2 — вх. яма, 1,2 × 0,9 м, гл. 0,2 м у материк, 0,9 м від сп; камера, 1,7 × 1,2 м; гл. 0,2—0,3 м у материк П. 3 — катакомба, 1,9 × 1,05 м, гл. 0,1 м у материк П. 4 — яма, 0,85 × 0,6 м, гл. 0,15 м у материк, 0,65 м від дг П. 5 — вх. яма, 1,3 × 0,65 м, гл. 3 м; камера, 3,0 × 1,2—1,7 м, гл. 3,05 м від дг П. 6 — яма на рівні материка, зруйнована П. 7 — яма, 1,75 × 1,1 м, гл. 0,9 м від дг, 1,2 м від сп П. 8 — яма, 1,55 × 1,05 м, гл. 0,7 м від дг, 1 м від сп П. 9 — яма, 1,85 × 0,95 м, гл. 1,25 м від дг, 1,55 м від сп П. 10 — яма, 1,65 × 1,75 м, гл. 1,75 м від дг, 2,05 м від сп	Є	Заглибина — кільцева, довжина 37 м, ширина 4,5 м, до 3,5 нТл П. 5, П. 10 — прямокутні, 2,0 × 1,0 м, 5,4 нТл, 2,9 нТл
Курган 57	ЗО	»	У чорноземному шарі — уламки обпаленої цегли, залізної руди, каміння П. 1 — яма, 2,2 × 0,55—0,75 м, гл. 1,6 м від дг П. 2 — яма, 2,2 × 0,8—0,85 м, гл. 1,8 м від дг	Немає	П. 1 та П. 2 — ізометрична, 4,3 × 3,3 м, до 10,5 нТл
63	ЗО	—	Піч 2,4 × 0,7	—	Прямокутна аномалія, 7,0 × 5,0 м, до 8,5 нТл
Курган 61	СК	Немає	П. 1 — вх. яма, 1,6 × 1,05 м, гл. 3,5 м від дг; камера, 2,2 × 1,9 м; гл.	Немає	П. 1 — ізометрична, 1,5 × 1,5 м, до 2 нТл
59	?	—	П. 1 — яма, 1,15 × 0,5—0,55 м, гл. 0,05 м у материк, 0,5 м від дг, 4,12 м від дг	—	Не проявлена
62	?	—	П. 1 — яма, 1,15 × 0,45 м, гл. 0,2 м у материк, 0,7 м від дг	—	» »
Курган 60	ЗО	7,7—8,0 м; 0,3 м; 0,15 м	П. 1 — яма, 2,05 × 0,65—0,7 м, гл. 1,0 м від дг	Немає	» »

Примітка. П. — поховання; вх. яма — вхідна яма катакомби або підбою; дг — давній горизонт; сп — сучасна поверхня; СК — скіфська доба (IV ст. до н. е.); БР — доба бронзи (поч. III тис. до н. е.); ЗО — золотоординський час XIII—XIV ст. н. е.

копками на достатньо великій площі. Застосування геофізичного та археологічного методів не тільки допомогло оптимізувати ресурсовитрати і розставити пріоритети в археологічній практиці, а й поставило перед дослідниками нові питання.

Абсолютно новим епізодом у розумінні будівництва скіфських курганів і організації їх простору стало відкриття прикурганних заглибин, що залишилися після взяття ґрунту біля багатьох курганів скіфського часу, без спорудження рову. Їх відкриття стало можливим виключно завдяки геомагнітному зніманню. Помічено, що розташовані ці заглибини з північного боку скіфських курганів.

Прикурганні заглибини характерні для курганів доби бронзи [Черных, Дараган, 2014], але є абсолютно нетиповими для скіфських курганів. В умовах плаского рельєфу могильника Катеринівка магнітна аномалія від заглибини свідчить про те, що курган точно був насипаний, але його приблизне датування неможливе.

Ще одною несподіванкою виявилось відкриття рову скіфського часу без поховальної камери, включеної в структуру скіфського могильника (курган 35). Рів без поховання (курган 35) супроводжувався заглибиною, зафіксованою як магнітометрично, так і археологічно, тобто курган свідомо був насипаний над порожнім ровом, що дає підстави вважати його закінченим об'єктом. Ця ситуація вкрай незвичайна і, можливо, трапляється вперше у практиці розкопок скіфських курганів у Північному Причорномор'ї. Ймовірно, маємо справу з раніше невідомим різновидом скіфського поховально-поминального ритуалу.

Можливо, найголовнішим результатом дослідження завдяки магнітному зніманню стало відкриття серії скіфських курганів, не виражених у рельєфі, а також курганів золотоординського часу.

Однак ці самі дані дають змогу дійти висновку, що всі без винятку курганні могильники, які розкопані на новобудовах України за останні 50 років, досліджені у ліпшому разі наполовину, оскільки ве-

лика кількість зруйнованих і повністю знищених насипів, що залишилися невидимими для археологів, не були досліджені. Тому будь-які висновки щодо статево-вікової структури популяції, яка залишила ці пам'ятки, або ж ті, що стосуються демографії стародавнього населення загалом, не можна вважати обґрунтованими, оскільки вони спираються лише на часткові дані.

Це наштовхує на необхідність обов'язкового магнітометричного обстеження території курганних могильників з метою правильного оцінювання кількості курганів і якомога повнішого реконструювання їх просторової структури.

**Висновки.** Високоточне геомагнітне знімання на могильнику Катеринівка виконано в обсязі 3,65 га в умовах впливу інтенсивних техногенних завад. Магнітометрія зафіксувала наявність 29 курганів на площі, де візуально і за космознімками виділяли лише 7. У результаті повного археологічного дослідження всіх аномалій у 2017—2018 рр. підтверджено розкопками 24 скіфські кургани, які датуються в межах другої—початку останньої чверті IV ст. до н. е. В одному випадку комплекс аномалій відповідав кургану доби бронзи. Ще 5 аномалій пов'язані з комплексами золотоординського часу (XIII—XIV ст.).

Аномалії від ям, катакомб, ровів і прикурганних заглибин мали інтенсивність 2—10 нТл і утворилися через різницю магнітної сприйнятливості затічного гумусованого ґрунту, який заповнював археологічні об'єкти, і вмісного материкового лесу.

Вперше геомагнітним зніманням виявлено і археологічно підтверджено наявність заглибин у материковому лесі, звідки брали ґрунт для спорудження скіфських курганів.

Досвід наших робіт доводить, що геомагнітне знімання має стати обов'язковою складовою методики археологічного дослідження курганних могильників, особливо на ділянках інтенсивного промислового і сільськогосподарського землекористування.

Список літератури

- Бондар К., Башкатов Ю. Реконструкція археологічного ландшафту поселення Дмитрівка III за даними високоточної магнітометрії. *Археологія і давня історія України*. 2014. № 2 (13). С. 102—106.
- Бондарь К. М., Дараган М. Н., Полин С. В. Моделирование пространства и реконструкция погребальной обрядности на скифском курганном могильнике по данным магнитометрии и археологических раскопок: *Материалы Междунар. форума "Виртуальная археология (с воздуха, на земле, под водой и в музее)" Эрмитаж, 28—30 мая 2018 г.*, Санкт-Петербург: Изд-во Государственного Эрмитажа, 2018, С. 13—28.
- Орлюк М., Ролле Р., Роменец А., Ульрих Б., Цольнер Х. Микромагнитная съемка Большого Бельского городища скифского времени, Полтавская область. *Геофиз. журн.* 2016. Т. 38. № 5. С. 25—39. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v38i5.2016.107818>.
- Полин С. В. Амфоры и клейма из кургана № 32 у г. Орджоникидзе и некоторые вопросы амфорной хронологии. *Античный мир и археология*. 2011 а. Т. 15. С. 240—264.
- Полин С. В. К истории развития методики раскопок больших скифских курганов. Методика полевых археологических исследований. В сб.: *Греческие и варварские памятники Северного Причерноморья. Опыт методики российских и украинских полевых исследований*. Москва: ИА РАН, 2011 б. Вып. 4. С. 206—222.
- Полин С. В., Черных Л. А., Дараган М. Н., Разумов С. Н. Исследование курганов эпохи бронзы и скифского периода у г. Орджоникидзе (Украина), сезон 2007 г. (предварительное сообщение). *Revista Arheologica*. 2008. Т. IV. № 1. С. 135—145.
- Самашев З., Наглер А., Парцингер Г., Наврот М. Совместные германско-казахские исследования больших сакских курганов Семиречья: *Материалы Пятой Кубанской археологической конференции, Краснодар*. 2009. С. 350—352.
- Смекалова Т. Н., Чудин А. В. Магнитная разведка и некоторые натурные наблюдения на курганной группе Мамай Гора в Запорожской области. В кн.: *С. И. Андрух, Г. Н. Тощев (рег.), Могильник Мамай-Гора*. Книга IV. Запорожье, 2009, С. 281—293.
- Тощев Г. Н. О методике раскопок крупных могильников степной зоны: *Материалы Междунар. конф. "Северо-Восточное Приазовье в системе евразийских гревностей (энеолит—бронзовый век)"*. Донецк, 1996, Ч. 2, С. 91—92.
- Черных Л. А., Дараган М. Н. Курганы эпохи энеолита — бронзового века между речья Базавлука, Соленой, Чертомлыка (серия "Курганы Украины", Т. 4). Киев—Берлин, 2014.
- Becker H. (2001). Duo- and Quadro-sensor Configuration for High Speed/High Resolution Magnetic Prospecting with Caesium Magnetometer. In: *H. Becker & J. W. E. Fassbinder (Eds.), Magnetic Prospecting in Archaeological Sites* (pp. 20—25). Munich: ICOMOS.
- Fassbinder, J. W. E. (2016). Magnetometerprospektion sakischer Kurgane: Das Gräberfeld Žoan Tobe mit einem Großkurgan und der Kurgan bei Kegen, Süd-Ost Kasachstan. In: *A. Gass (Ed.), Das Siebenstromland zwischen Bronze- und Früheisenzeit. Eine Regionalstudie* (pp. 520—537). TOPOI. Berlin Studies of the Ancient World 28.
- Fassbinder, J. W. E. (2017). Magnetometry for archaeology. In *A. S. Gilbert (Ed.), Encyclopedia of Geoarchaeology* (pp. 499—514). Springer Science + Business Media Dordrecht. doi:10.1007/978-1-4020-4409-0.
- Fassbinder, J. W. E., Gass, A., Hofmann, I., Belinskij, A., & Parzinger, H. (2015 a). Early Iron Age kurgans from the North-Caucasus. *Archaeologia Polona*, 53, 280—284.
- Fassbinder, J. W. E., Gass, A., Hofmann, I., Belinskij, A., & Parzinger, H. (2015 б). Early Iron Age kurgans and their periphery: Latest findings and interpretations from the northern Caucasus. *Virtual Archaeology (Methods and benefits). Proc. of the Second Inter. Conf. held at the State Hermitage Museum, 1—3 June 2015* (pp. 81—88).



- Mathé, V., Lévyque, F., & Druetz, M. (2009). What interest to use caesium magnetometer instead of fluxgate gradiometer? *ArcheoSciences*, 33, 325—327.
- Parzinger, H., Gass, A., & Fassbinder, J. (2016). The latest geoarchaeological and geophysical studies: At the Foot of Royal Kurgans. *Science First Hand*, (1), 74—89.
- Parzinger, H., Gass, A., Faßbinder, J., & Belinskij, A. (2015). Interdisziplinäre Erforschung der Gräberfelder mit früheisenzeitlichen Großkurganen im Nordkaukasus. In: M. T. Kašuba, S. Reinhold & V. A. Alekšín (Hrsg.), *Der Kaukasus im Spannungsfeld zwischen Osteuropa und Vorderem Orient: Dialog der Kulturen, Kultur des Dialoges (im Gedenken an den 140. Geburtstag von Alexander A. Miller). Internationale Fachtagung für die Archäologie und Humboldt-Kolleg (5—8 Oktober 2015, Sankt Petersburg)* (pp. 49—53).
- Polin, S., & Daragan, M. (2011). Das Prunkgrab Alexandropol-kurgan. Verbericht über die Untersuchungen in den Jahren 2004—2009. *Eurasia Antiqua*, 17, 189—214.
- Rassmann, K., Korvin-Piotrovskiy, A., Videiko, M., & Müller, J. (2016). The New Challenge for Site Plans and Geophysics: Revealing the Settlement Structure of Giant Settlements by Means of Geomagnetic Survey. In *Trypillia-Megasites and European Prehistory* (Chapter 3). London. <https://doi.org/10.4324/9781315630731>.
- Smekalova, T., Voss, O., Smekalov, S., Myts, V., & Koltukhov, S. (2005). Magnetometric investigations of stone constructions within large ancient barrows of Denmark and Crimea. *Geoarchaeology*, 20 (5), 461—482. <https://doi.org/10.1002/gea.20060>.
- Zöllner, H., Ulrich, B., Rolle, R. Makhortykh, S., & Orlyuk, M. (2008). Results of Geophysical Prospection in the Scythian Settlement of Belsk (Bol'shoe Belskoe Gorodišče). *Layers of Perception: Proc. of the 35<sup>th</sup> Intern. Conf. on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Berlin, Germany, April 2—6, 2007 (Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte, Vol. 10)*. Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn, pp. 25 + CD-ROM.

## Magnetometry of the Scythian burial ground Katerinovka in the Lower Dnieper region

*K. M. Bondar, M. M. Daragan, V. Prilukov, S. V. Polin, I. V. Tsiupa, S. V. Didenko, 2019*

The magnetometry of the Katerinovka burial ground (Nikopol district, Dnipropetrovsk region, Ukraine) conducted on the area of 3.65 hectares showed three times more kurgans than they were visually detected or deciphered from satellite images. Archaeological excavations performed throughout the whole territory of geomagnetic survey area showed that most of the kurgans (24) belong to the Scythian epoch (IV century BC). There were also four burial mounds of the Golden Horde time (XIII—XIV centuries) and one — of the Bronze Age (beginning of the III millennium BC). Anomalies of magnetic induction ( $B_a$ ) on the burial ground were mainly caused by objects deepened into the loess parent rock with magnetic susceptibility  $k = (0,3 \div 0,4) \cdot 10^{-3}$  SI units and puddled with dark humus soil with  $k = (0,7 \div 0,9) \cdot 10^{-3}$  SI units. The structural elements of the kurgans — pits, catacombs, ditches, and near-kurgan grooves — create weak (2—10 nT) anomalies of geomagnetic induction, which are reliably recorded using cesium magnetometers even under conditions of intense man-made interference from a heavy machinery in a quarry nearby. The fact of the existence of the near-kurgan grooves, from where the soil was taken to pour the Scythian mounds, was discovered for the first time from magnetometry results. The Bronze Age kurgan was identified by the semiring  $B_a$  anomaly from the groove 15—20 m wide. Among 10 burials, only two, the deepest ones,

have created  $B_a$  anomalies with an intensity of 1.5—5.4 nT. Golden Horde kurgans were defined on the  $B_a$  map by weak ring anomalies from the ditches, as well as from the burnt bricks heaps covering some burials. The results of geomagnetic survey and archaeological excavations on the anomalies proved the inter-kurgan space of the visible mounds to be full of smaller sized and worse preserved kurgans. It has been shown that there is an urgent need to use high-resolution magnetometry at registering and studying the kurgan monuments of Ukraine, especially in areas of intensive industrial and agricultural land use.

**Key words:** kurgans' burial ground, high-resolution magnetometry, Scythian epoch, induction of geomagnetic field.

## References

- Bondar, K., & Bashkatov, Yu. (2014). Reconstruction of archaeological landscape on Dmytrivka III settlement from high-resolution magnetometry. *Arkheolohiia i davnia istoriia Ukrainy*, (2), 102—106 (in Ukrainian).
- Bondar, K., Daragan, M., & Polin, S. (2018). Modelling of space and reconstruction of the funeral ritual at a Scythian kurgan burial after magnetometry and archeological prospection: *Proc. of the Intern. Forum held at the State Hermitage Museum "Virtual archaeology (from Air, on Earth, under Water and at Museum)" 28—30 May 2018* (pp. 13—28). St. Petersburg: State Hermitage Publishing House (in Russian).
- Orlyuk, M., Rolle, R., Romenets, A., Ullrich, B., & Zollner, H. (2016). Micromagnetic survey of the Great Belsky Settlement Scythian time, Poltava region. *Geofizicheskiy zhurnal*, 38 (5), 25—39. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v38i5.2016.107818> (in Russian).
- Polin, S. (2011 a). Amphoras and hallmarks from the mound number 32 near the city of Ordzhonikidze and some questions of amphora chronology. *Antichnyy mir i arkheologiya*, 15, 240—264 (in Russian).
- Polin, S. (2011 b). In the history of the development of the technique of excavating large Scythian burial mounds. Field archaeological research techniques. In *Greek and barbaric monuments of the Northern Black Sea. Experience in Russian and Ukrainian field research techniques* (is. 4, pp. 206—222). Moscow: Publ. of the Institute of Archeology RAS (in Russian).
- Polin, S., Chernykh, L., Daragan, M., & Razumov, S. (2008). Study of barrows of the Bronze Age and Scythian period in the town of Ordzhonikidze (Ukraine), season 2007 (preliminary report). *Revista Arheologica*, IV (1), 135—145.
- Samashev, Z., Nagler, A., Partsinger, G., & Navrot, M. (2009). Joint German-Kazakh study of large mounds of Saka Semirechye: *Proc. of the Fifth Kuban archaeological conference*. Krasnodar (pp. 350—352) (in Russian).
- Smekalova, T.N., & Chudin, A.V. (2009). Magnetic reconnaissance and some field observations on the Mamai Gora kurgan group in the Zaporozhye region. In: *S.I. Andrukh & G.N. Toshev (Eds.), Mamai-Gora Burial Ground* (pp. 281—293). Zaporozhye (in Russian).
- Toshev, G.N. (1996). About the method of excavation of large burial grounds of the steppe zone. *Proc. of Intern. Conf. "Northeast Azov in the system of Eurasian antiquities (Eneolithic — Bronze Age)"* (pp. 91—92). Donetsk (in Russian).
- Chernykh, L., & Daragan, M. (2014). *Kurgans dated to the eneolithic-bronze age in the area of Bazavluk, Solenaya, Chertomlyk interfluve* (seriya "Kurgany Ukrainy", Vol. 4). Kiev-Berlin (in Russian).
- Becker H. (2001). Duo- and Quadro-sensor Configuration for High Speed/High Resolution Magnetic Prospecting with Caesium Magnetometer. In: *H. Becker & J.W.E. Fassbinder (Eds.), Magnetic Prospecting in Archaeological Sites* (pp. 20—25). Munich: ICOMOS.
- Fassbinder, J.W.E. (2016). Magnetometerprospektion sakischer Kurgane: Das Gräberfeld

- Žoan Tobe mit einem Großkurgan und der Kurgan bei Kegen, Süd-Ost Kasachstan. In: A. Gass (Ed.), *Das Siebenstromland zwischen Bronze- und Früheisenzeit. Eine Regionalstudie* (pp. 520—537). TOPOI. Berlin Studies of the Ancient World 28.
- Fassbinder, J. W. E. (2017). Magnetometry for archaeology. In: A. S. Gilbert (Ed.), *Encyclopedia of Geoarchaeology* (pp. 499—514). Springer Science + Business Media Dordrecht. doi:10.1007/978-1-4020-4409-0.
- Fassbinder, J. W. E., Gass, A., Hofmann, I., Belinskij, A., & Parzinger, H. (2015a). Early Iron Age kurgans from the North-Caucasus. *Archaeologia Polona*, 53, 280—284.
- Fassbinder, J. W. E., Gass, A., Hofmann, I., Belinskij, A., & Parzinger, H. (2015b). Early Iron Age kurgans and their periphery: Latest findings and interpretations from the northern Caucasus. *Virtual Archaeology (Methods and benefits). Proc. of the Second Inter. Conf. held at the State Hermitage Museum, 1—3 June 2015* (pp. 81—88).
- Mathé, V., Lévkque, F., & Druez, M. (2009). What interest to use caesium magnetometer instead of fluxgate gradiometer? *ArcheoSciences*, 33, 325—327.
- Parzinger, H., Gass, A., & Fassbinder, J. (2016). The latest geoarchaeological and geophysical studies: At the Foot of Royal Kurgans. *Science First Hand*, (1), 74—89.
- Parzinger, H., Gass, A., Fassbinder, J., & Belinskij, A. (2015). Interdisziplinäre Erforschung der Gräberfelder mit früheisenzeitlichen Großkurganen im Nordkaukasus. In: M. T. Kašuba, S. Reinhold & V. A. Alekšin (Hrsg.), *Der Kaukasus im Spannungsfeld zwischen Osteuropa und Vorderem Orient: Dialog der Kulturen, Kultur des Dialoges (im Gedenken an den 140. Geburtstag von Alexander A. Miller). Internationale Fachtagung für die Archäologie und Humboldt-Kolleg (5—8 Oktober 2015, Sankt Petersburg)* (pp. 49—53).
- Polin, S., & Daragan, M. (2011). Das Prunkgrab Alexandropol-kurgan. Verbericht über die Untersuchungen in den Jahren 2004—2009. *Eurasia Antiqua*, 17, 189—214.
- Rassmann, K., Korvin-Piotrovskiy, A., Videiko, M., & Müller, J. (2016). The New Challenge for Site Plans and Geophysics: Revealing the Settlement Structure of Giant Settlements by Means of Geomagnetic Survey. In *Trypillia-Megasites and European Prehistory* (Chapter 3). London. <https://doi.org/10.4324/9781315630731>.
- Smekalova, T., Voss, O., Smekalov, S., Myts, V., & Koltukhov, S. (2005). Magnetometric investigations of stone constructions within large ancient barrows of Denmark and Crimea. *Geoarchaeology*, 20 (5), 461—482. <https://doi.org/10.1002/gea.20060>.
- Zöllner, H., Ulrich, B., Rolle, R. Makhortykh, S., & Orlyuk, M. (2008). Results of Geophysical Prospection in the Scythian Settlement of Belsk (Bol'shoe Belskoe Gorodišče). *Layers of Perception: Proc. of the 35<sup>th</sup> Intern. Conf. on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Berlin, Germany, April 2—6, 2007 (Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte, Vol. 10). Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn*, pp. 25 + CD-ROM.