

УДК 551.31+902.2

К. Бондар, канд. геол. наук,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ
В. Ерліх, д-р іст. наук,
Державний музей мистецтв народів Сходу, Москва, Росія
І. Віршило, канд. геол. наук, Д. Кравченко, канд. геол. наук
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ПРОСТОРОВА СТРУКТУРА ЕШЕРСЬКОГО ГОРОДИЩА АНТИЧНОЇ ДОБИ ЗА ДАНИМИ ВИСОКОТОЧНОЇ МАГНІТОРОЗВІДКИ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, ст. наук. співроб. М.І. Орлюком)

У статті обговорюються результати високоточних магнітних вимірювань на Ешерському городищі - унікальній фортифікаційній споруді античної доби. В результаті археологічної інтерпретації геофізичних аномалій встановлені особливості планування городища, виявлені окремі об'єкти пам'ятки.

Вступ. У серпні-вересні 2010 рр. вперше на території Абхазії проведені геофізичні дослідження археологічної пам'ятки. На Ешерському городищі - унікальній фортифікаційній споруді античної доби - виконані магнітні вимірювання високої точності і детальності. Роботи виконані археолого-геофізичною групою Київського національного університету імені Тараса Шевченка на замовлення Кавказької археологічної експедиції в рамках спільного проекту Російського Гуманітарного Наукового Фонду і АН Республіки Абхазія "Ешерське городище - ключ до Древньої Діоскурії" № 10-01-18142е/А.

Ешерське городище - об'єкт геофізичних досліджень. Ця пам'ятка унікальна тим, що є на сьогоднішній день єдиною фортифікаційною спорудою античної доби на території Абхазії. Городище знаходиться в 10 км на захід від Сухума на правому березі річки Гуміста, на території села Нижня Ешера.

Пам'ятка є багатозаровою. Тут відомі окремі знахідки доби пізньої бронзи (імовірно ця територія використовувалася як могильник цього часу). На верхньому майданчику городища виявлений шар архаїчного часу (VI ст. до н.е.), імовірно тут знаходилася садиба представника місцевої еліти, що мав торгові або обмінні зв'язки з греками-колоністами.

Починаючи з епохи елінізму городище забудовується капітальними фортифікаційними спорудами (стіни і вежі), які зводяться переважно з каменю. Стіни були завтовшки до 2-х метрів. На нижньому майданчику споруджується велика будівля громадського призначення, звідки походять залишки бронзової таблички з грецьким написом кінця IV ст. до н.е. Городище мало власну систему водопостачання, що складалася з керамічних труб. Не пізніше першої половини 1 ст. до н. е. в результаті нападу місцевих племен воно було зруйноване і спалене вщент [2].

Ще на початку 20 ст. усе городище було вкрито лісом, вирубанім в 20-х роках. У 1968 р. схили пагорба терасували за допомогою плантажної оранки глибиною до 80 см.

Подробиці існування поселення і стан ґрунту на городищі винятково важливо знати для того, щоб вірно інтерпретувати польові геофізичні дані.

Постановка завдання. Оскільки Ешерське городище є багатозаровою археологічною пам'яткою, для його дослідження необхідний геофізичний метод, що дозволяє за короткий час отримати уявлення про просторове розташування об'єктів, тобто, карту. Завдання геофізичного картування в більшості випадків успішно вирішуються за допомогою магнітної зйомки [2]. Магнітометричне картування і вивчення магнітних властивостей археологічної речовини стали важливими елементами дослідження археологічних пам'яток різних епох [2-5]. Зокрема, значний об'єм магнітних досліджень ан-

тичних поселень Криму та Тамані виконаний російськими фахівцями [6, 7].

Пошукова здатність магніторозвідки визначається контрастом намагніченості археологічного об'єкту і вміщуючого ґрунту. Означена різниця намагніченості майже завжди достатньо висока, щоб створити аномалію магнітної індукції від одиниць до тисяч нТл, яка з високим ступенем достовірності фіксується сучасною апаратурою.

Зокрема, із застосуванням сучасних цезієвих магнітометрів, якими можна виконувати детальні зйомки в русі, успішно виявляються аномалії низької інтенсивності, джерелами яких виступають житла-землянки, окремі вогнища і керамічні вироби в ґрунті [3]. При цьому слід відзначити високу виробничу здатність і ефективність досліджень.

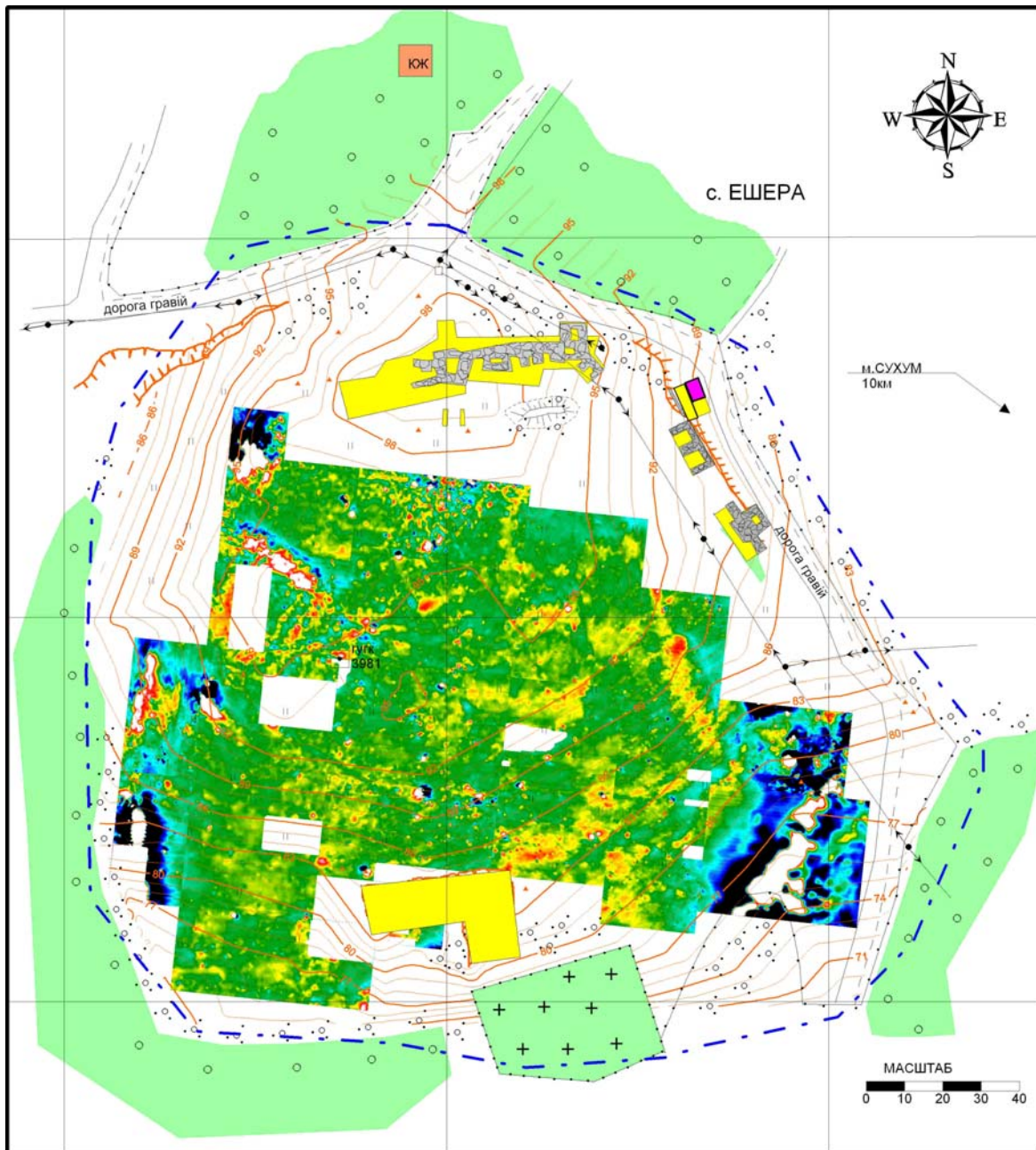
Методика і результати дослідження. Загальна площа обстеженої території склала близько 2,5 га. Рельєф місцевості неоднорідний, тому територія городища була розділена на невеликі ділянки. Методика вимірювань на кожній з ділянок залежала від характеру рельєфу місцевості та наявної рослинності.

Магнітометрична зйомка виконана двосенсорною установкою на базі цезієвого магнітометрів ПКМ-1 (Геологоразведка, РФ) з роздільною здатністю датчиків 0,001 нТл. Установка являє собою змонтовані на рами підвісі і синхронізовані за часом магнітометри, розташовані на відстані 0,5 м один від одного. За один прохід оператора записуються два паралельні профілі. Крок за профілем в режимі автоматичних вимірювань (10 вимірювань в секунду) складає в середньому 15 см. Найбільш круті схили обстежені за допомогою одного магнітометра ПКМ-1 з тією ж деталістністю вимірювань.

Первинна обробка магнітометричної інформації включала упорядкування вимірювань в єдиному масиві і їх просторову прив'язку. Інформативною частиною магнітного поля вважалася його аномальна складова. Нормальна складова магнітного поля враховувалася шляхом віднімання від первинних вимірювань середнього або медіанного значення магнітної індукції для кожного профілю. Цей прийом дозволив також позбутися впливу геомагнітних варіацій.

У результаті була отримана карта локальних аномалій магнітної індукції. На рис. 1 магнітна карта, розфарбована за райдужною шкалою кольорів, накладена на топографічний план городища.

Інтерпретація магнітних даних. Виділення археологічно перспективних магнітних аномалій і їх подальша інтерпретація завжди несе в собі елемент неоднозначності. У цьому зв'язку задача інтерпретатора - запропонувати деяку несуперечливу модель на підставі результатів попередніх археологічних розкопок на даній пам'ятці або аналогічних та синхронних їй.



аномальна магнітна індукція, нТл
 -50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50
 позитивні аномалії з інтенсивністю більше +50 нанотесла пофарбовані у білий колір, негативні аномалії з інтенсивністю більше -50 нанотесла пофарбовані у темно-синій колір
 система координат умовна, система висот балтійська, горизонталі проведені через 1м

умовні позначення

←•→	ЛЕП	КЖ	будинок
•••••	кущі		лугова рослинність
— — —	межі городища		

Рис.1. Топографічний план Ешерського городища з накладеною на нього картою локальних магнітних аномалій.

При інтерпретації магнітної карти Ешерського городища слід враховувати можливу переробку культурного шару плантажної оранкою і корінням дерев. З цієї причини буває складно визначити межі окремих споруд. Також викликають сумнів відносно дрібні аномалії, розташовані поблизу великих, оскільки вони можуть створюватись шматками древніх споруд, розтягнутих плугом. Тому подальші пояснення стосуються тільки найбільш великих і чітко виражених аномалій. На інтерпретаційні схеми (рис. 2) представлені збурення магнітного поля, джерелами яких можуть виступати як археологічні так і техногенні об'єкти.

Прикладом техногенних збурень може служити структура магнітного поля в західній частині городища,

на північ від аномалії 13. Тут проходить лінія електропередач, а також валяються кузови автомобілів.

Скупчення дрібних знакозмісних аномалій спостерігається на північному краю карти (рис. 2). Таким чином проявляють себе уламки снарядів та інше металеве сміття. За свідченнями місцевого населення, північна частина городища інтенсивно обстрілювалася під час війни 1992–93 рр.

У північно-східному куті городища знаходиться сильномагнітний об'єкт, ймовірно, вежа (аномалія 1) (рис. 2). Її розташування, розміри і форма подібні до раніше розкопаних на городищі фрагментів "житлових стін" (рис. 1).

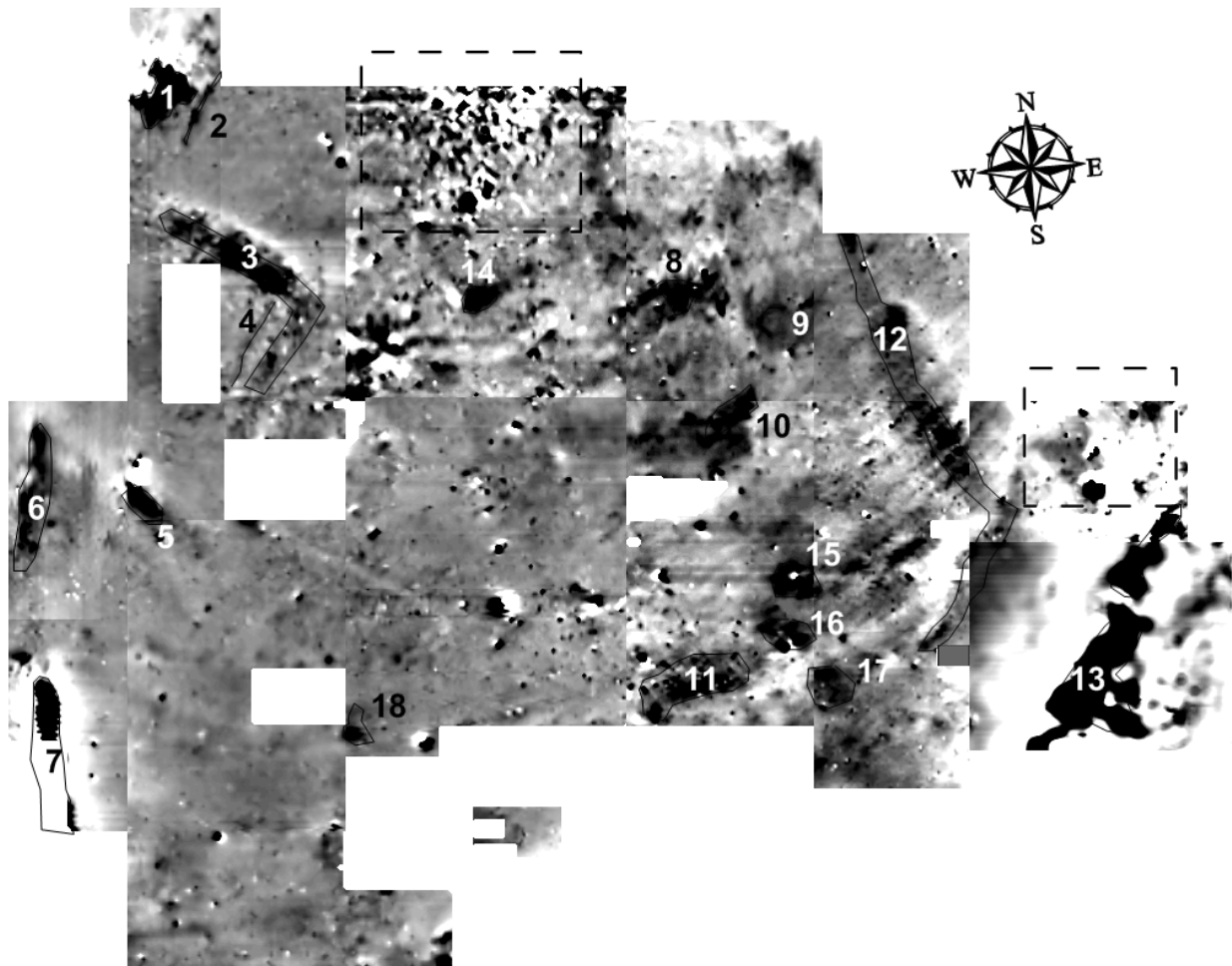


Рис. 2. Інтерпретаційна схема ймовірного розташування археологічних об'єктів на підставі карти магнітних аномалій:
 1 – залишки вежі; 2,4 – фрагменти водогону; 3,6,7,12,13 – фрагменти стін; 5, 8-11, 14-18 – залишки давніх споруд.
 Штриховими прямокутниками позначені скупчення техногенних аномалій.

Найбільш інтенсивні позитивні аномалії (до 1000 нТл) зі спряженими негативними частинами з північної сторони, ймовірно пов'язані із стінами фортеці. Це аномалії 6, 7 і 13.

Фортифікаційні укріплення можуть створювати і такі аномалії як 3 і 12. Причому стіна 12 сильно пошкоджена плантажної оранкою, що добре видно на магнітній карті. Джерелами цих аномалій також можуть виявитись залишки великих будівель.

На західному краю ділянки зйомки, біля аномалій 6 і 7 в серпні 2010 р. був розбитий розкоп площею близько 25 кв. м. Даний розкоп був закладений на крутому схилі, в місці сходження верхньої та нижньої площадок городища, з метою виявлення західної стіни і межі культурного шару. Вибір місця розкопу був обумовлений тим, що тут спостерігалися виходи каменю. В розкопі великі камені розташовувалися хаотично і, швидше за все, були фрагментами змитих з пагорба обвалених стін городища. Отже, через руйнування частини стіни, утворився розрив у лінійній структурі аномалій 6-7.

Стародавні споруди всередині городища також можуть бути джерелами контрастних знакозмінних магнітних аномалій. Яскравими прикладами служать об'єкти 3 і 5. На користь їх археологічного походження свідчить північне розташування негативної частини аномалії. Менш потужними, меншими за розмірами, і гірше збереженими (більш зруйнованими), ймовірно, є споруди 8,10,11, 14-18. Цікавий об'єкт 9, який створює кільцеву позитивну аномалію правильної

форми. Не виключено, що це можуть бути залишки поховальної або культової кромлехоподібної споруди доби пізньої бронзи.

Цілком ймовірно, що лінійна аномалія 2, що знаходиться в північно-східній частині городища, біля вежі 1; а також аномалія 4, можуть виявитись фрагментами древнього водогону.

Магнітні властивості гірських порід і ґрунтів городища. Для того, щоб визначити чому фортифікаційні споруди створюють аномалії різної інтенсивності, вивчалася польова магнітна сприйнятливості ґрунтів і валунів, з яких споруджені розкопані раніше північні й східні стіни Ешерського городища. Магнітна сприйнятливості (χ) показує концентрацію магнітних мінералів в гірській породі. Вимірювання виконані портативним капаметром ПІМВ (Геологорозвідка, РФ).

Ґрунт на городищі має сприйнятливості $\chi = 4 \cdot 10^{-4}$ од. СІ. Обпалені ґрунтові шари мають червонуватий відтінок. Вони значно збагачені магнетиками, їх χ досягає $3 \cdot 10^{-3}$ од. СІ.

В результаті вимірювань з'ясувалося, що гірські породи, використані при будівництві фортеці, можна умовно розділити на 2 групи: слабкомагнітні - сприйнятливості яких подібна до сприйнятливості необпаленого ґрунту, і сільномагнітні, χ яких може в сотні разів перевищувати χ ґрунту.

До першої групи відносяться вапняки ($1 \dots 3 \cdot 10^{-5}$ од. СІ), пісковики й алевроліти ($3 \dots 5 \cdot 10^{-4}$ од. СІ), діабаз (4 ... $15 \cdot 10^{-4}$ од. СІ).

До другої групи належать пегматоїдні граніти ($1,5 \cdot 10^{-5}$ од. СІ), а також обпалені діабазы, які в результаті пожежі набули магнітної сприйнятливості до $3 \cdot 10^{-2}$ од. СІ.

За візуальною оцінкою близько 40% всього каміння в основі фортечних стін становлять саме діабазы.

Обговорення результатів. Для того, щоб вірно інтерпретувати особливості магнітної структури Ешерського городища, з'ясуємо, що відбувається зі спорудами при пожежі і як змінюється створюване ними магнітне поле.

Висока магнітна сприйнятливість обпалених гірських порід порівняно з необпаленими свідчить про перетворення мінералів заліза. Під впливом високої температури утворилися феромагнетити – магнетит і магеміт. При збільшенні χ зростає індуктивна намагніченість породи (\vec{J}_i):

$$\vec{J}_i = \chi \vec{H},$$

де \vec{H} – напруженість магнітного поля, яка прямо пропорційна його індукції.

Будь-яке намагнічене тіло, до складу якого входять феромагнетити, може здобувати як індуктивну, так і залишкову намагніченість \vec{J}_r . Сумарна намагніченість тіла визначається як векторна сума намагніченостей того й іншого походження:

$$\vec{J} = \vec{J}_i + \vec{J}_r.$$

У вогні порода додатково намагнічується. Процес намагнічування йде тим легше, чим вища температура, і навіть в слабкому магнітному полі виникає велика намагніченість, яка закріплюється при охолодженні речовини. Така намагніченість називається термозалишковою.

Отже, під час пожежі породи фортечних стін набули високої термозалишкової намагніченості (найсильнішої з усіх видів залишкової намагніченості), орієнтованої за напрямком магнітного поля. Завдяки цьому, фортечні споруди нині є джерелами значних збурень магнітного поля. Вони утворюють сильні знакозмінні магнітні аномалії. З північного боку від фортечних споруд, обпалених *in situ*, формується потужна негативна аномалія.

На цій підставі ґрунтується висновок, що вежа 1, а також стіни 6,7,13 побували в потужній пожежі. Пожежа охопила все городище [2], отже можна припустити, що

джерела знакозмінних аномалій, споруди 5 і 3, також постраждали від вогню.

Фортечна стіна, яка не горіла, повинна створювати помірну позитивну аномалію за рахунок сумарної індуктивної намагніченості окремих блоків. Кожен камінь у споруді має свій напрямок вектора залишкової намагніченості і в мурі безліч різноспрямованих векторів взаємно компенсуються. Тож, можна припустити, що стіна 12 не горіла, або обпечена не так сильно, як стіни 6,7,13 і вежа 1.

Висновки. Проведені магнітні дослідження дозволили відновити планування Ешерського городища і виділити окремі споруди в його внутрішньої частини. Фортечні стіни формують потужні магнітні аномалії завдяки тому, що складені, в основному, діабазами і сильно обпалені у пожежі.

Для більш точної інтерпретації магнітних даних необхідна перевірка виділених аномалій. Водночас, отримані результати вже зараз дозволяють організувати планомірне дослідження городища з наступною консервацією кам'яних стін і підготувати цей важливий об'єкт історичної спадщини Абхазії і Східного Причорномор'я в цілому до музейного показу.

Список використаних джерел:

1. Кошелев И. Н. Магнітна розвідка археологічних пам'яток / И. Н. Кошелев. – К., 2004. – 337 с.
2. Шамба Г.К. Эшерское городище. Основные результаты археологических раскопок 1968, 1970-77 гг. / Г.К. Шамба. – Изд-во "Мециниереба", 1980. – 68 стр.
3. Becker, H. and Fassbinder J.W.E., 1999. Magnetometry of a Scythian settlement in Siberia near Cichah in the Baraba Steppe 1999. In "3rd International Conference on Archaeological Prospection", pp. 168-172.
4. Garrison, E., 2001. Physics and Archaeology. *Physics Today*, 54: 32-36.
5. Seeing the unseen. Geophysics and Landscape Archaeology / Eds. S. Campana, S. Piro / Institute of Technologies Applied, 2009 Taylor & Francis Group, London, UK, 330 p.
6. Смекалова Т.Н. Дистанционные и геофизические исследования поселений античной эпохи в северо-западном Крыму / Т.Н. Смекалова – Симферополь: Изд-во "Доля", 2011. – 296 с.
7. Смекалов С.Л. Магнитная разведка на античных памятниках Крыма и Тамани в 2009 г. / С.Л. Смекалов. – Археология и геоинформатика. Вып.6. – М.: ИА РАН, 2010 – ISBN 978-5-94375-097-7. (электронное издание).

Надійшла до редколегії 11.02.13

К. Бондар, канд. геол. наук

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

В. Ерлих, д-р ист. наук

Государственный музей искусств народов Востока, Москва, Россия

И. Виршило канд. геол. наук, Д. Кравченко, канд. геол. наук

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ЭШЕРСКОГО ГОРОДИЩА АНТИЧНОЙ ЭПОХИ ПО ДАННЫМ ВЫСОКОТОЧНОЙ МАГНИТОРАЗВЕДКИ

В статье обсуждаются результаты высокоточных магнитных измерений на Эшерском городище - уникальном фортификационном сооружении античной эпохи. В результате археологической интерпретации геофизических аномалий установлены особенности планирования городища, обнаружены отдельные объекты достопримечательностей.

K. Bondar, Cand. Sci. (Geol.)

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

V. Erlikh, Dr. Sci. (Hist.),

The State Museum of Oriental Art, Moscow, Russia

I. Virshylo, Cand. Sci. (Geol.), D. Kravchenko, Cand. Sci. (Geol.)

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

SPACE STRUCTURE OF ANTIQUE ESHERA SETTLEMENT FROM HIGH-PRECISSION MAGNETIC PROSPECTING

The paper discusses the results of high-precision magnetic measurements on Eshera settlement - the unique fortification structure of ancient times. Peculiarities of the settlement plan and separate buildings were discovered, from archaeological interpretation of geophysical anomalies.