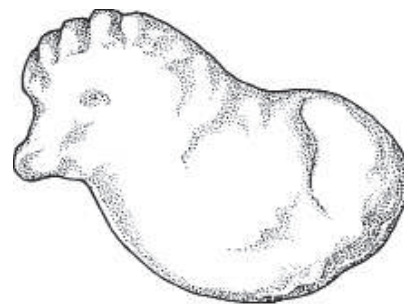


# Методика археологических исследований

УДК: [902.6 : 904.4] (477.63/.65) "638"



М. Матера, М. Богацкий, В. Малковский \*

## НЕИНВАЗИВНЫЕ И АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЗДНЕСКИФСКОГО / ПОСТСКИФСКОГО КОНСУЛОВСКОГО ГОРОДИЩА

*Представлены результаты аэрофотосъемки и геофизических методов исследования городищ Нижнего Поднепровья. Подробное описание этих методов позволит успешно внедрить их в полевые исследования других археологических памятников. Проведенная археологическая верификация результатов, полученных в ходе применения неинвазивных методов разведок памятников показала успешность их применения при исследовании однослойных поселенческих структур.*

*К л ю ч е в ы е с л о в а: аэрофотосъемка, геофизические методы исследования, магнитометрические измерения, Нижнее Поднепровье, Консуловское городище.*

Группа позднескифских/постскифских <sup>1</sup> городищ, расположенных в районе Нижнего Днепра, подвергалась археологическим исследованиям разных видов. Проводились как раскопочные, так и неинвазивные работы (более подробно см.: Гаврилюк, Крапивина 2007, с. 54—57; Gavrilyuk, Kravivina 2007, p. 564—567.)

Однако геофизические методы применялись лишь при исследованиях Красномаяцкого

городища, где в 2006 г. Т.Н. Смекаловой была проведена магнитная съемка (Гаврилюк и др. 2009, с. 90—94). Ее результаты оказались достоверными, а такая методика оказалась оправданной для работы на территории нижнеднепровских городищ. Учитывая факт постоянного разрушения (Гаврилюк 2009, с. 97; Гаврилюк 2013, с. 543 и сл.; Никоненко 2015, с. 95) позднескифских/постскифских городищ и некрополей, методы неинвазивных исследований могут в какой-то мере послужить способом сохранения хотя части научной информации об этих памятниках. С использованием новейшего, современного оборудования такие исследования (на этапе сбора данных, т. е. полевых работ) проводятся довольно быстро. По сравнению с масштабными археологическими раскопками, их стоимость довольно невысокая.

В августе 2015 г. неинвазивные исследования проводились на территории Консуловского городища, расположенного у с. Республиканец Бериславского р-на, Херсонской обл. <sup>2</sup>. План работ предусматривал аэрофотосъемку территории памятника, картографические работы, а также геофизические исследования с помощью двух методов: магнитной съемки и измерений электросопротивления грунта. В этом же году началась также археологическая верификация полученных результатов.

### Аэрофотосъемка

Главной целью аэрофотосъемки являлось получение фотографий памятника как вертикальных, так и наклонных, показывающих его

\* БОГАЦКИЙ Мирон — доктор, научный сотрудник Института археологии Варшавского университета.

МАЛКОВСКИЙ Веслав — магистр, младший научный сотрудник Института археологии Варшавского университета.

МАТЕРА Марчин — доктор гуманитарных наук в области археологии Института археологии Варшавского университета.

<sup>1</sup> Термин постскифская культура впервые предложили Н.А. Гаврилюк и В.В. Крапивина (Гаврилюк, Крапивина 2005, с. 66 и сл.). Дискуссия о терминах позднескифский/постскифский и аргументация за использованием второго из них для нижнеднепровских городищ см.: Гаврилюк 2013, с. 542; Гаврилюк, Матера 2016, с. 121—135). Другой точки зрения придерживается А.В. Симоненко (Симоненко 2016, с. 476—483).

© М. МАТЕРА, М. БОГАЦКИЙ,  
В. МАЛКОВСКИЙ, 2017

<sup>2</sup> Работа проведена в ходе реализации польско-украинского договора о сотрудничестве между Варшавским университетом, Институтом археологии НАН Украины и Национальным заповедником «Хортица».

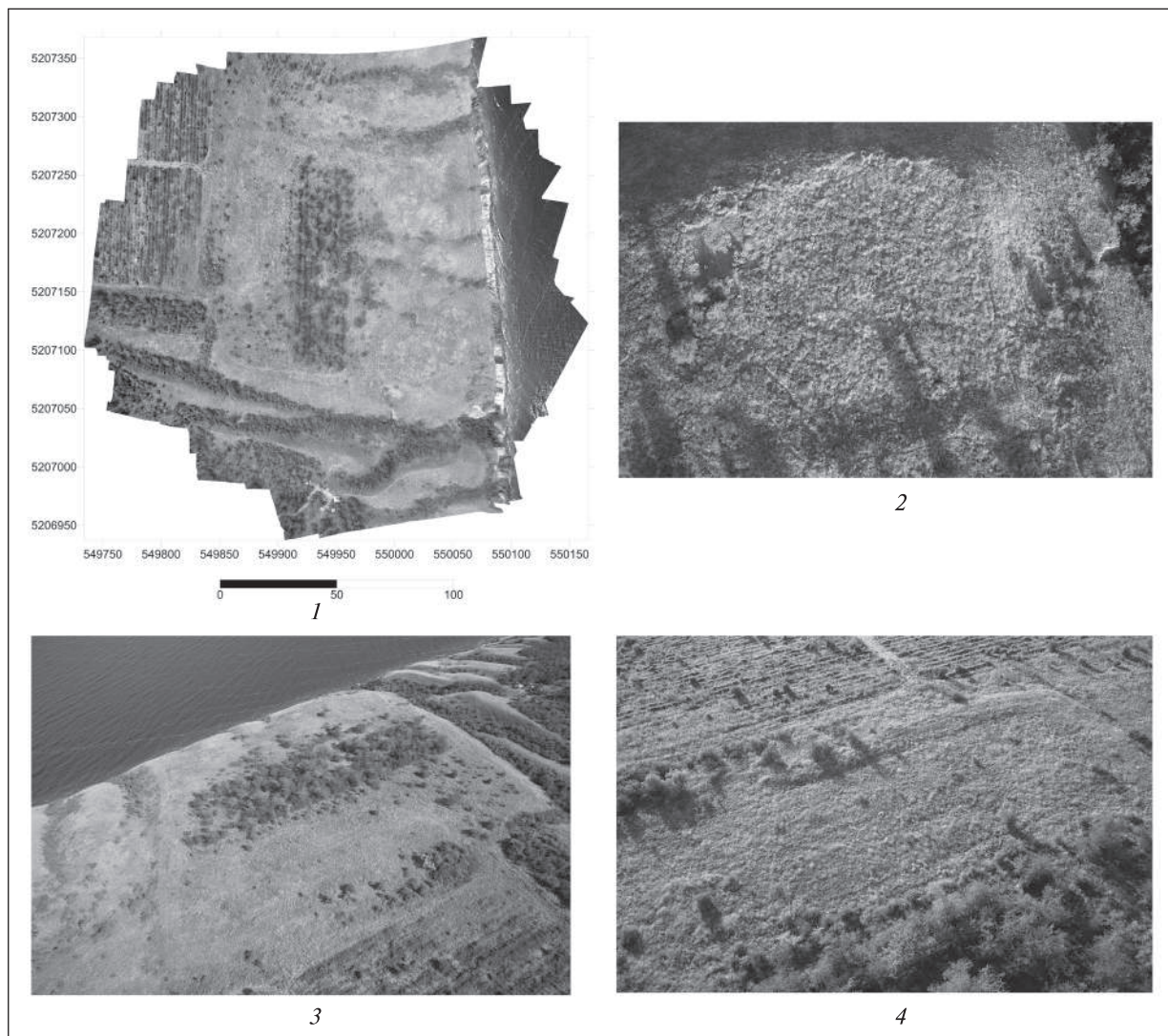


Рис. 1. 1 — ортофотокарта Консуловского городища, составленная из 89 снимков с воздуха (М. Богацкий); 2 — вертикальный снимок раскопа 1 и валов, ограничивающих цитадель (М. Богацкий); 3 — наклонный снимок всей территории Консуловского городища. Вид с северо-запада (М. Богацкий); 4 — северо-западный угол основной территории Консуловского городища. Вид с юго-востока (М. Богацкий)

территорию с разной высоты и точек обзора. В дальнейшем такие фотографии послужили созданию ортофотокарты (рис. 1, 1) и цифровой модели поверхности (Digital Surface Model) Консуловского городища.

План фоторабот был подготовлен на базе информации, полученной во время анализа карт и спутниковых фотографий памятника. Использованы данные интернет платформы Google Maps (<https://maps.google.pl/>), на которой самые новые снимки датированы июнем 2013 г. На них видно, что 1/3 территории памятника (центральная часть городища) покрыта деревьями, из-за чего она недоступна для геофизических исследований. Аэрофотоснимки этого участка городища также лишены археологического субстрата. Остальная территория пригодна для использования неинвазивных методов проспекции. На

спутниковых снимках хорошо видны были укрепления основной территории городища, однако, укрепления юго-восточной части городища, т. н. цитадели, не прослеживались. Они частично видны лишь на черно-белых снимках сентября 2009 г. Современная ситуация на земле не отличается от видимой на снимках с 2013 г. — укрепления как основной части городища, так и его цитадели хорошо прослеживаются на территории памятника.

Во время исследований главной проблемой являлась степная растительность, которая на разных участках памятника на момент съемки достигала высоты 1,2 м от поверхности земли. Для того чтобы, основываясь на базе фотogramметрической конверсии, сделать точную цифровую модель рельефа, все растения на поверхности памятника должны быть удалены.

Довольно большая поверхность городища, относительно короткий срок полевых работ экспедиции, ее немногочисленный состав не позволили сделать это.

В связи с тем, что следы тропинок, проплетанных людьми или животными, усложняют позднейшую интерпретацию растительных маркеров, аэрофотосъемка проводилась в первую очередь, еще до начала раскопок на территории памятника. Изменения в росте растений особенно одного вида часто являются индикатором находившихся под землей археологических остатков (Wilson 2000, p. 67). Однако, если часть растений затоптана, верификация растительных маркеров на памятнике практически невозможна. Затоптанная растительность может также, из-за помех, привести к погрешностям в фотограмметрически созданной цифровой модели поверхности (Digital Surface Model). Часть модели в таком случае может показывать уровень затоптанной растительности.

Определенные трудности в проведении аэрофотографии создал также высокий, обрывистый берег Днепра. Он не позволил перейти достаточно далеко на восток, чтобы сделать соответствующие снимки для создания детальной трехмерной модели береговой части памятника. Из-за этого район берега в некоторых местах не виден на ортофотокарте (рис. 1, I).

Аэрофотосъемка проводилась при использовании метода, развиваемого Мироном Богачким с 2006 г. и проверенного на многих археологических памятниках (Bogacki 2012, p. 77—91; Bogacki et al. 2010, p. 121—130; Bogacki 2015, p. 73—80) — фотографии с воздуха. Это метод аэрофотосъемки основан на выносе фотоаппарата на высоту с помощью змея, являющегося его платформой. Для условий Консуловского городища этот метод оказался оптимальным. На открытом пространстве нижнеднепровских степей, где преобладает сильный ветер, использование змея с целью вынесения фотоаппарата представлялось вполне оправданным. Это подтвердили уже первые попытки аэрофотосъемки. Во время проводимых работ на памятнике дул довольно сильный, постоянный юго-западный ветер, который позволял работать со змеем и вынести фотоаппарат на высоту около 130 м над поверхностью земли. С такой высоты удалось сделать как вертикальные, так и наклонные снимки всей территории памятника (рис. 1, 2—3). Были совершены четыре фотосессии, во время которых сделано около 1200 снимков.

Для аэрофотосъемки Консуловского городища были выбраны парашютные змеи (Bogacki 2014, p. 159—160) трех разных размеров, предназначенные для разной силы ветра. Наиболее часто использовался средний змей размерами 3,00 × 2,66 м. Вылетает он под углом около 60°, благодаря чему на вертикальных снимках не видны ни веревка, ни обслуживающая оборудование, команда. Во время работы использовались фотоаппараты Canon 5d и Canon 5d mk2 с объективами Canon 24mm f/2.8 и Canon 35mm f/2.0.

Под змеем была подвешена рулевая рама новой конструкции. Она изобретена на базе карданового подвеса (gimbal)? подвешенного под октокоптером типа Mikrokopter HiSight SLR2 (<https://www.mikrocontroller.com/>, МК HiSight SLR2 [HISIGHT\_SLR2]), который подвергся нескольким модификациям. Был изменен сервопривод (serwo), контролирующий движения на оси наклона, добавлен механизм оборота в оси панорамы (pan) на сервоприводе на движение на 360°, а также добавлены ножки, видео передатчик 5,8 ГГц и приемник сигнала дистанционного управления вместе с подключенным к нему кабелем спуска затвора. Как и в ранее использованных конструкциях, рама была прикреплена к веревке с помощью добавочной самовыравнивающейся системы типа пикавет (Picavet Suspension Pendulaire Elliptique) (Picavet 1912, s.p.; <http://cerfvolantancien.free.fr/picavet/suspension.htm>). Самым большим преимуществом новой конструкции являлась, редко встречаемая в управляемых рамах для змея, возможность контроля движения наклона (roll). В случае, когда система пикавет недостаточно выравнивала наклон горизонта, существовала возможность полной компенсации этого с помощью карданова подвеса.

Консуловское городище по форме приближается к квадрату со сторонами в 250 м. Это довольно большая территория для фотографии с низкого уровня (Small Format Aerial Photography) (Aber и др. 2010). Чтобы снять всю территорию на одном снимке, надо бы вынести фотоаппарат значительно выше, чем обычно. Это достигается с помощью змея подвешенного на высоту 150 м или использованием более широкоугольного объектива. В обоих случаях это привело бы к значительному ухудшению разрешения изображений. Поэтому были сделаны вертикальные снимки отдельных частей памятника, которые во время дальнейшей обработки соединялись в одну картину с высоким разрешением (рис. 1, I).

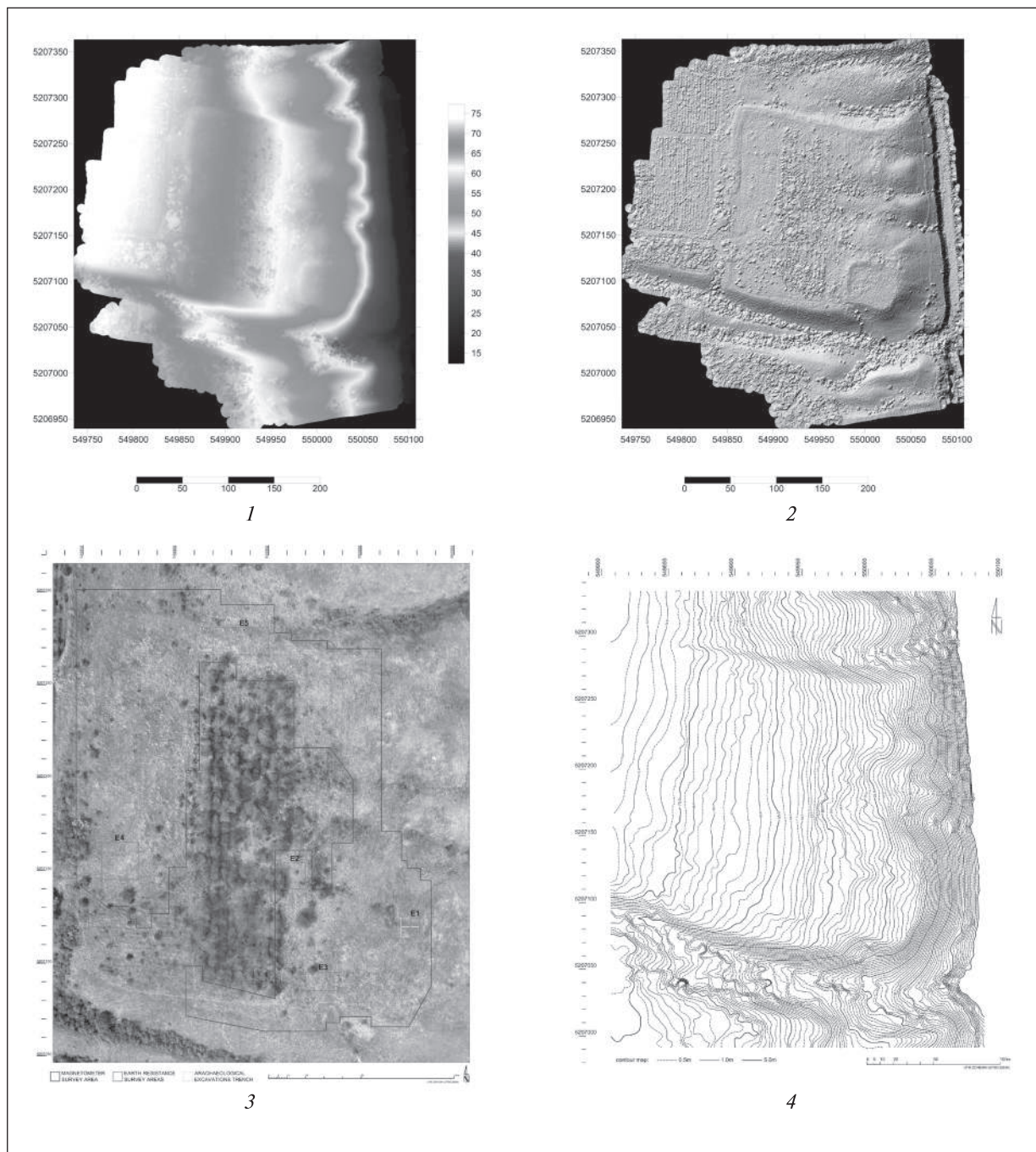


Рис. 2. 1 — Консуловское городище — цветной градиент рельефа (М. Богацкий); 2 — Консуловское городище — отмывка рельефа на базе цифровой модели рельефа (М. Богацкий); 3 — локализация районов геофизических исследований на ортофотокарте (М. Богацкий, В. Малковский); 4 — топографический план Консуловского городища, составленный в ходе исследований 2015 г. (В. Малковский)

На этапе фотограмметрической обработки были отобраны 89 вертикальных снимков, которые с помощью программы Photoscan Pro 1.1.6 (<http://www.agisoft.ru/products/photoscan/>) превращены в трехмерную модель местности и ортофотокарту. Полученные разработки были внедрены в систему координат WGS 84/UTM 36N EPSG 32636. Это стало возможным благодаря размещенным на территории па-

мятника фототочкам. Их локализация проводилась при использовании аппаратуры GPS RTK. Точность определения локализации с помощью такого оборудования достигает нескольких сантиметров. Цифровая модель поверхности была создана с помощью программного обеспечения для работы с графическими информациями, такими как OBJ и PDF, а также в виде облака точек TXT и DEM. Ортофо-

токарты, базирующиеся на трехмерных моделях поверхности, были сохранены в формате GeoTiff. Снимки сделаны в формате RAW.

Анализ принятой методики исследований, а также анализ, которому подвергались как вертикальные, так и наклонные фотографии привели к следующим выводам.

В условиях Консуловского городища метод аэрофотосъемки с использованием змея и подвешенного под ним фотоаппарата вполне оправдался. При постоянном, довольно сильном ветре без проблем были сделаны снимки всей поверхности памятника. Учитывая тот факт, что похожих условий можно ожидать и на других нижнеднепровских позднескифских городищах, этот метод неинвазивного исследования для нижнеднепровских городищ является оптимальным.

Как растительные, так и теневые маркеры не показывают наличия оборонительного рва с напольной стороны, перед основной линией укреплений городища с запада. На наклонных снимках не виден также ров защищающий территорию цитадели. Зато на наклонных снимках хорошо видны валы, окружающие как основную часть городища, так и его цитадель, практически во всю свою длину (рис. 1, 3–4). Интересным наблюдением является присутствие понижения западного вала центральной части городища. Оно наблюдается около 25 м на север от юго-западного угла укреплений на протяженности около 50 м.

Некоторые данные относительно археологических структур, находившихся на территории памятника, могут предоставить также границы встречаемости отдельных видов растений. Однако это наблюдение нуждается в дальнейших исследованиях и в их археологическом подтверждении.

Аналізу подверглась также цифровая модель поверхности. При этом были созданы несколько цветных версий градиента и так называемая отмывка рельефа (hill shading) (рис. 2, 1–2). В результате этих действий сильнее обозначился перерыв в западной части основного вала городища. На отмывке рельефа видны также следы современной распашки территории. Они локализируются в районе юго-западного угла городища, а также в его западной и северо-восточной частях.

### *Геофизические исследования*

Геофизические исследования проводились с использованием двух методов: магнитометри-

ческого и измерений электросопротивления грунта.

**Магнитная съемка.** Магнитометрические измерения были предприняты с целью исследования возможно наибольшей территории памятника для определения локализации и определения магнитных аномалий. Магниторазведкой была исследована площадь 2,5 гектара (рис. 2, 3).

Физические основы использования магнитных измерений для археологических исследований объясняются свойствами магнитного поля Земли, параметрами горных пород, а также других материалов, из которых состоят археологические объекты. Изменения напряжения магнитного поля являются эффектом магнитных свойств пород и грунтов, фиксированных как повышения или понижения регистрируемых величин или результатом остаточной намагниченности, полученной во время разного рода термической обработки или контакта с огнем (Misiewicz 2006, p. 77). В последнем случае регистрируемые аномалии имеют четко обозначенную полюсную структуру (диполовую) с минимальными и максимальными значениями вблизи объекта, являющегося их источником.

Исследования проводились при помощи цезиевого магнитометра Geometrics G-858G с использованием синхронной локализации с помощью приемника GNSS RTK. Аппаратура Geometrics G-858G позволяет регистрировать изменения величины вектора общей напряженности магнитного поля с частотой 0,1 Гц (сек.) и точностью 0,01 нТл. Метод одновременного использования магнитометра с приемником GNSS RTK позволяет дать точную регистрацию изменений величин магнитного поля при синхронной регистрации ландшафта. Сопоставление данных магнитометрических измерений с высотными данными дает возможность ответа на вопрос о влиянии этого фактора на регистрацию изменений магнитного поля. Использование этого метода делает возможным точное выделение скоплений аномалий, определение границ памятников, а также получение информации, позволяющей дать оценку уровню сохранности археологических объектов (David et al. 2008). Кроме того, использование приемника GNSS RTK позволяет составить четкий, сориентированный по координатам, топографический план памятника с изогипсами в расстоянии 0,5 м (рис. 2, 4). В свою очередь, точные координаты позволяют сопоставить полученный план с другими планами памятника. Такая работа была сдела-

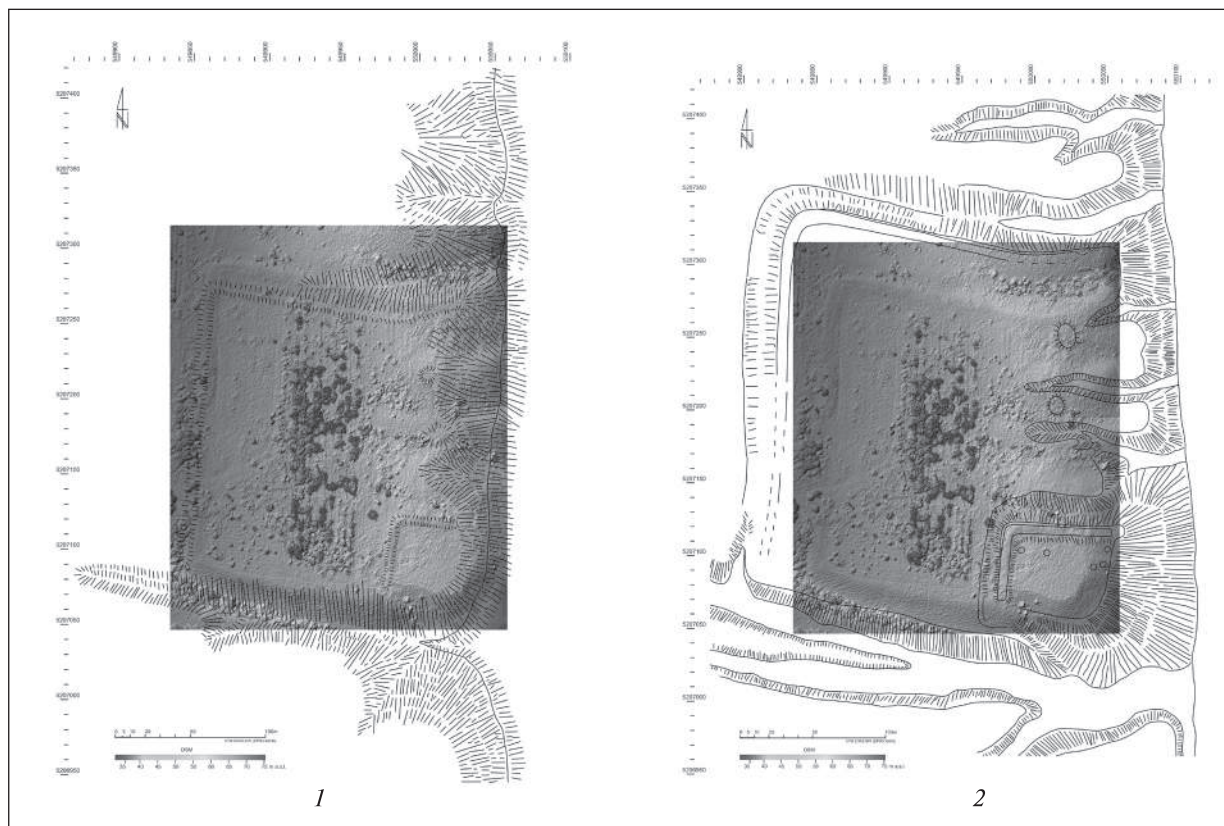


Рис. 3. 1 — топографический план Консуловского городища, составленный В.И. Гошкевичем и наложенный на цифровую модель поверхности с цветным градиентом рельефа; 2 — топографический план Консуловского городища, составленный Д.Д. Никоненко, и наложенный на цифровую модель поверхности с цветным градиентом рельефа

на как для плана, составленного В.И. Гошкевичем (Гошкевич 1912, с. 8) (рис. 3, 1), так и для плана Д.Д. Никоненко (Никоненко 2015, с. 94, рис. 3, 2) (рис. 3, 2). В результате проведенных измерений были созданы карты магнитных аномалий, локализованных на исследованной территории (рис. 4; 5, 1).

Зафиксированные значения вектора полной напряженности магнитного поля в диапазоне 49460—50070 нТл свидетельствуют о больших локальных разницах среднего магнитного поля. Их представление на карте магнитных аномалий с использованием визуального контраста значительно ограничивает предельные значения поля до диапазона 49710—49810 нТл (рис. 4; 5, 1). Вторая карта, созданная на базе магнитных измерений, показывает изменения псевдо-градиента составляющей горизонтального вектора общей напряженности магнитного поля в диапазоне  $-3/+3$  нТл/м. На карте значений псевдо-градиента хорошо виден характер аномалии, благодаря указанию распределения минимальных и максимальных значений. Обе карты взаимно дополняют картину магнитных аномалий, регистрируемых на исследованной территории.

Показанные на обеих картах дипольные аномалии встречаются нерегулярно на всей исследованной территории и связаны с присутствием одиночных металлических предметов в приповерхностном слое. В западной части, где рельеф менее сложный, наблюдается большее число одиночных дипольных аномалий. В этой части памятника находится тоже несколько скоплений дипольных аномалий. Внимания заслуживают, прежде всего, две группы аномалий, обозначенные на карте как I и II (рис. 5, 1). Первая группа занимает территорию около 410 м<sup>2</sup>, вторая — около 450 м<sup>2</sup>. Общая площадь свыше 950 м<sup>2</sup>. Обе группы изолированы друг от друга, что свидетельствует об их разных источниках происхождения. Диапазон значений вектора общей напряженности магнитного поля, регистрируемых на территории обеих групп, превосходит 100 нТл, что может свидетельствовать о наличии на этой территории артефактов из железа или развала сильно пережженного материала.

На юг от северо-западного угла укреплений основной части городища, в районе вала, прикрывающего оборонительные сооружения, находится еще одна большая группа диполь-

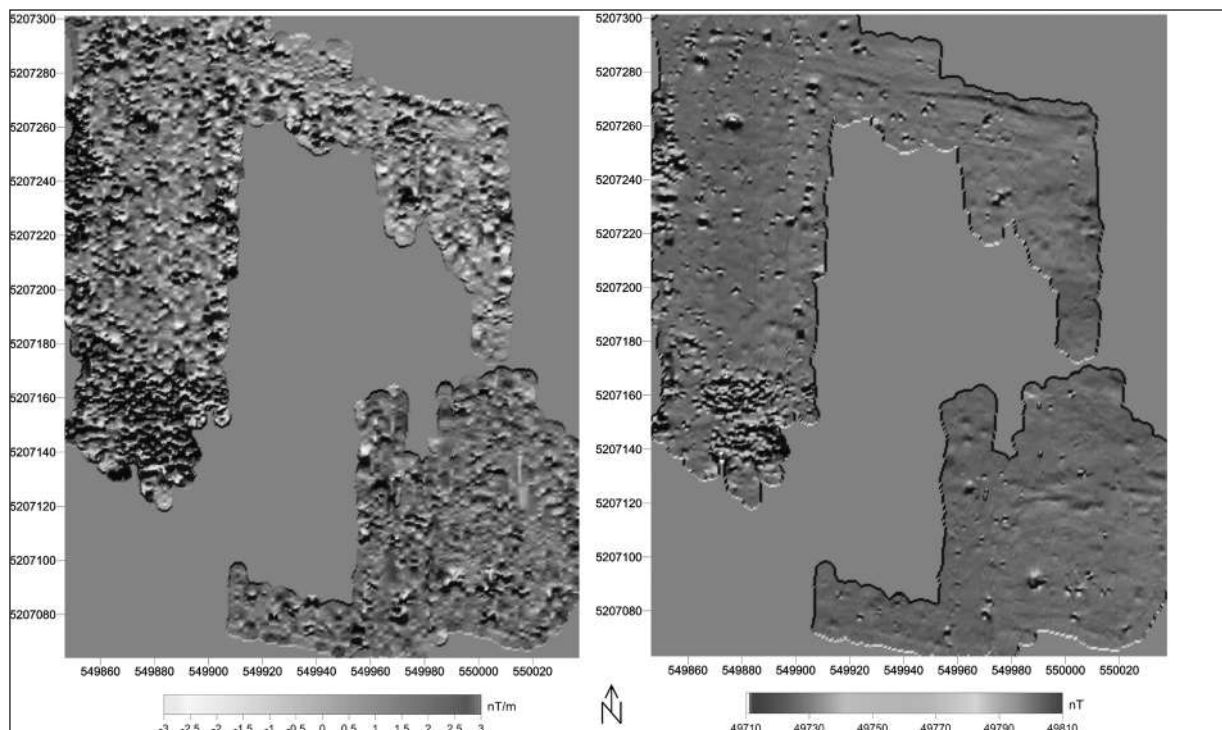


Рис. 4. Карты магнитных аномалий, регистрируемых на территории Консуловского городища. Слева — карта распределений псевдо-градиента горизонтальной составляющей вектора полной напряженности магнитного поля в диапазоне  $\pm 3$  нТл/м. Справа — карта вектора суммарной интенсивности магнитного поля между 49710—49810 нТл (В. Малковский)

ных аномалий, обозначенная на карте как III (рис. 5, I). Она занимает территорию около 300 м<sup>2</sup>. Однако линия оборонительных сооружений проходит в этом месте в направлении север—юг, а дипольные аномалии видные на карте как отклоненные на северо-запад.

Дальше на юг видны две линейные (рис. 5, I), перпендикулярные к линии вала аномалии обозначенные как IV (севернее) и V (южнее). Длина каждой из них достигает 8,0 м. Аномалия IV отдалена от южного края группы аномалии, обозначенной как III, приблизительно на 6,0 м. Расстояние между аномалиями IV и V около 8,0 м. В 20 м на юг от аномалии V находится следующая перпендикулярная к линии вала аномалия длиной в 7,0 м. Она на карте обозначена как VI.

Описывая магнитные аномалии, расположенные в районе западной линии укреплений основной части Консуловского городища, надо упомянуть три аномалии, наблюдаемые вблизи двух групп дипольных аномалий I и II (рис. 5, I). Аномалия, обозначенная как VII, повторяет линию вала залегающего над западной линией укреплений основной части городища. Ее длина 17 м. Двенадцать метров дальше на юг наблюдается следующая аномалия — VIII. Ее зафиксированная длина 6,0 м. Она

перпендикулярна линии вала и расположена вблизи современной дорожки ведущей на территорию памятника. В связи с этим возможно, что присутствие аномалии VIII, а также пространства, разделяющего находившиеся далее на северо-восток группы аномалий I и II, связано с функционированием этой же дорожки. То есть, описанные выше аномалии I и II могут являться результатом современных действий человека на территории памятника. Ответ на этот вопрос могут дать только археологические шурфы. Вблизи западной линии укреплений основной части городища находится еще одна дипольная аномалия длиной в 7,0 м. Она расположена у северного края аномалии VII почти перпендикулярно к ней (рис. 7, I).

Среди аномалий, зафиксированных в восточной части памятника, внимания заслуживают три точечные аномалии обозначены как X, XI и XII (рис. 5, I). Они полюсного характера и, несмотря на их небольшой диапазон (от 49760 до 49770 нТл), могут быть результатом присутствия материалов подвергшихся термической обработке. Расположены они на расстоянии около 8,0 м друг от друга. При этом эти аномалии создают как-бы вершины треугольника.

Похожие, небольшие, значения вектора общей напряженности магнитного поля колеб-

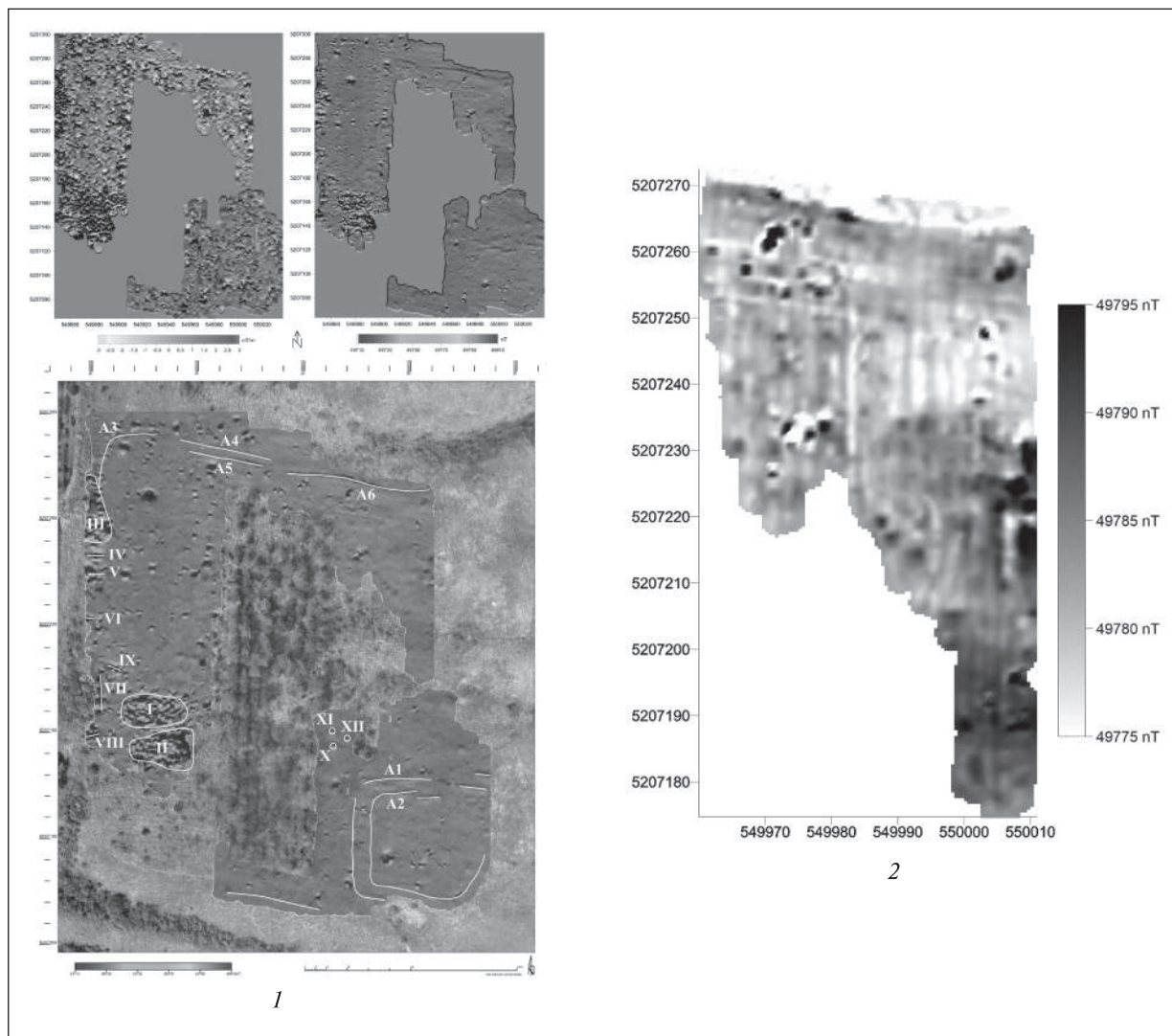


Рис. 5. 1 — карта магнитных аномалий, наложенная на ортофотокарту (М. Богацкий, В. Малковский); 2 — карта магнитных аномалий, зафиксированных в северо-восточной части Консуловского городища (М. Пиш)

лющиеся в диапазоне 10 нТл, наблюдаются также в линиях валов окружающих как основную часть городища, так и его цитадель. Эти сравнительно небольшие значения вызваны, скорее всего, наличием довольно небольшого количества ферромагнитных веществ в каменном материале конструкций оборонительных стен перекрытых валами. Этим материалом, наверное, являются куски осадочной породы в виде местного известняка. Анализ их химического состава мог бы принести добавочную информацию по этой теме.

Надо отметить, что наблюдаемые на карте распределения магнитных аномалий элементов системы укреплений городища отвечают наблюдаемым в поле формам рельефа, то есть линиям земляных валов.

Интересным является факт наличия двойной линии аномалий в районе валов, окружающих

цитадель Консуловского городища. Предположение о том, что это свидетельствует о технических особенностях конструкции укреплений с двумя линиями каменных структур, подтвердилось в ходе археологической верификации. Как в раскопе I, расположенном на северном вале цитадели, так и в раскопе II, заложенном на территории западного вала, была открыта двухпанцирная крепостная стена. Среднее расстояние между аномалиями, обозначенными на карте как A1–A2, достигает 7,0 м (рис. 5, 1) и не отвечает ширине открытой оборонительной стены. Перерыв в аномалии, наблюдаемой в центральной части вала, окружающего цитадель с севера, предположительно можно связывать с наличием в этом районе перехода соединявшего ее с остальной частью городища.

В северной части памятника аномалии, связанные с существованием оборонитель-



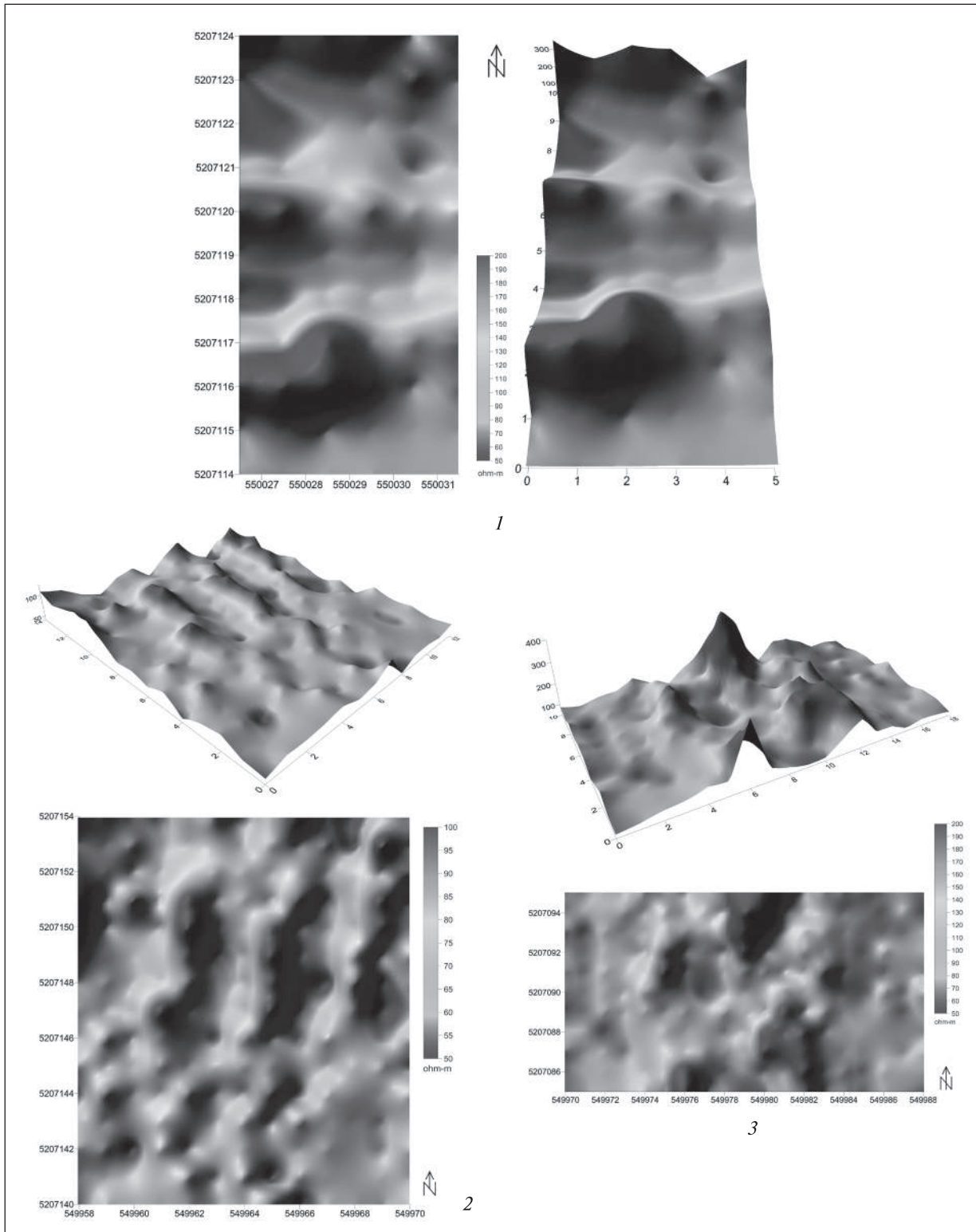


Рис. 6. 1 — распределение удельного сопротивления грунта в диапазоне 50—200 Ом-м для участка E1 (В. Малковский); 2 — распределение удельного сопротивления грунта в диапазоне 50—100 Ом-м для участка E2 (В. Малковский); 3 — распределение удельного сопротивления грунта в диапазоне 50—200 Ом-м для участка E3

ного вала, фиксируются от северо-западного угла городища (А3) до крутого склона плато, на котором оно расположено (восточный край линии АБ). Длина аномалии, наблюдаемой

в северо-западном углу городища, достигает около 50 м. В центральной части вала, похоже как в случае с цитаделью городища, на расстоянии около 45 м фиксируется двойная линия

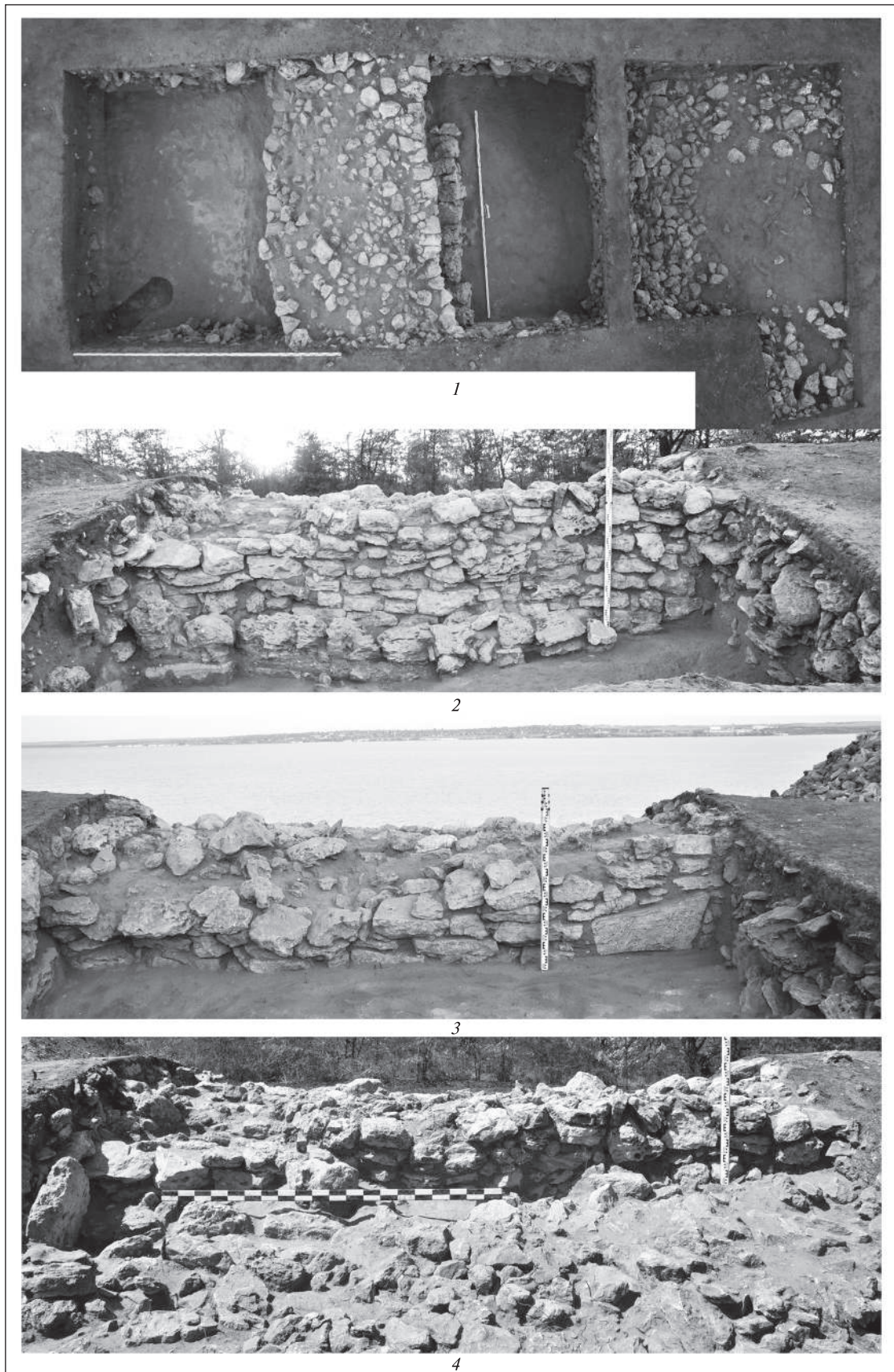


Рис. 7. 1 — Консуловское городище, раскоп II. Ортофотокарта, А. Волков; 2 — Консуловское городище, стена 1 — восточный фас оборонительной стены в раскопе II, М. Матера; 3 — Консуловское городище, стена 2 — западный фас оборонительной стены в раскопе II, М. Матера; 4 — Консуловское городище, кладка стены 2 и каменный завал на восток от нее, М. Матера

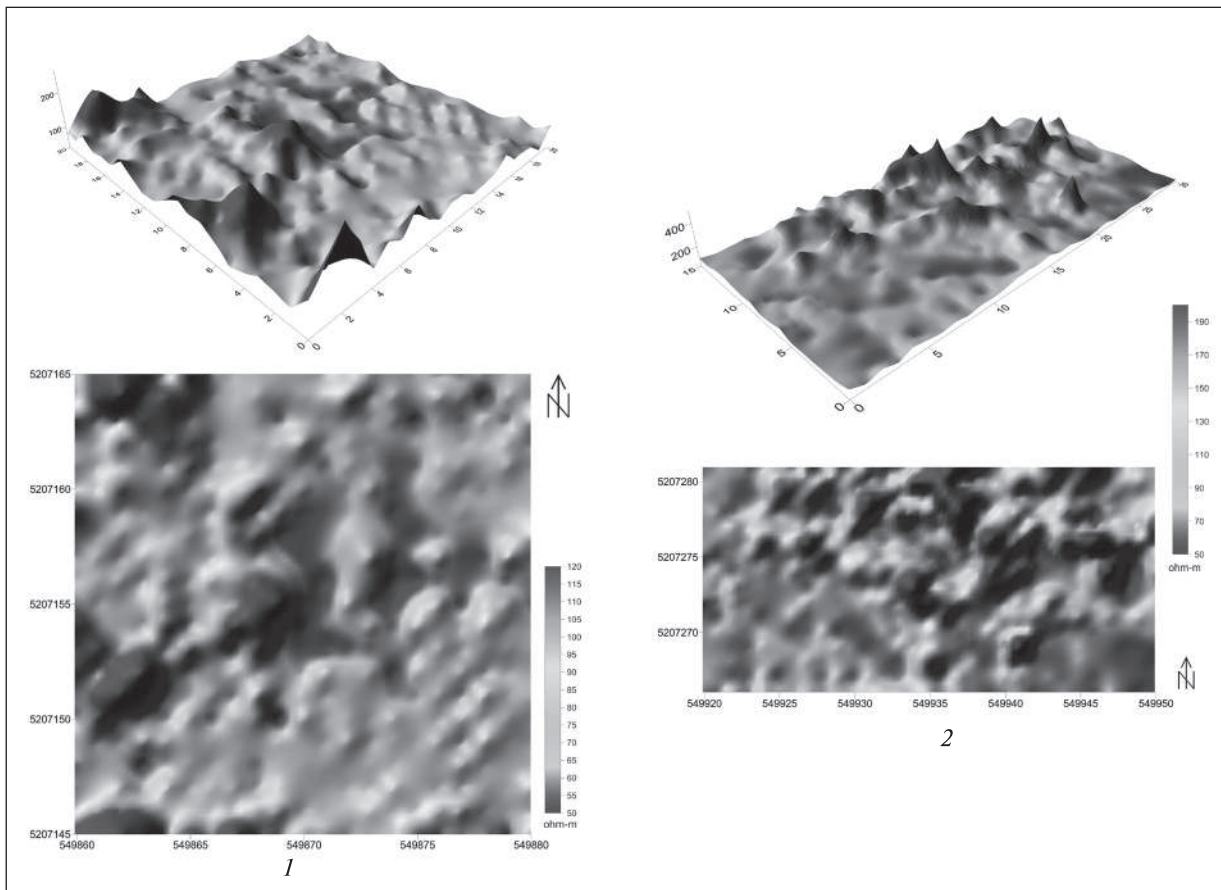


Рис. 8. 1 — распределение удельного сопротивления грунта в диапазоне 50—120 Ом-м для участка Е4, В. Малковский; 2 — распределение удельного сопротивления грунта в диапазоне 50—200 Ом-м для участка Е5, В. Малковский

аномалии (А4—А5). Вероятно, она также связана с присутствием оборонительной стены с двумя каменными панцирями и забутовкой в середине. Длина аномалии, обозначенной на карте как А6, достигает 70 м (рис. 5, 1).

Интересные наблюдения сделаны в северо-восточной части городища (рис. 5, 2), где зафиксирован ряд линейных аномалий. Их характеристики и форма свидетельствуют об антропогенном происхождении. Возможно, это следы жилой (?) застройки городища. Их довольно регулярное расположение с большой долей осторожности можно принять как свидетельство внутренней планировки в этой части городища.

С целью пополнения информации, полученной в ходе магнитной съемки, были сделаны также измерения электросопротивления грунта на выбранных участках городища. Одновременно это была попытка проверки возможностей использования обоих методов в дальнейших исследованиях позднескифских городищ Нижнего Поднепровья.

**Измерения электросопротивления грунта.** Для измерений электросопротивления грунта

использовалась аппаратура ADA-7 с дипольной системой расстановки электродов. Исследования проводились способом, позволяющим провести детектирование приповерхностных слоев. В связи с этим, измерения производились с расстановкой питающих и измеряющих D-электродов на расстояние равное 2,0 м. Такой выбор метода исследований был продиктован данными, полученными в ходе археологических исследований, проведенных экспедицией Национального заповедника «Хортица» летом 2014 г. В шурфах, тогда заложенных на территории цитадели городища, материк появился уже на глубине 1,0—1,2 м (Никоненко 2015, с. 95).

Измерения электросопротивления были сделаны на пяти участках городища — Е1—Е5 (рис. 5, 2; 6; 7, 1), разбитых с помощью приемника GNSS RTK.

**Участок Е1** (рис. 6, 1) размерами 5,0 (В—З) × 10 (С—Ю) м находился в северо-восточной части цитадели городища в районе вала окружающего ее с севера. Он непосредственно примыкал с востока к территории раскопа I. Исследования на участке Е1 проводились с целью добавочного

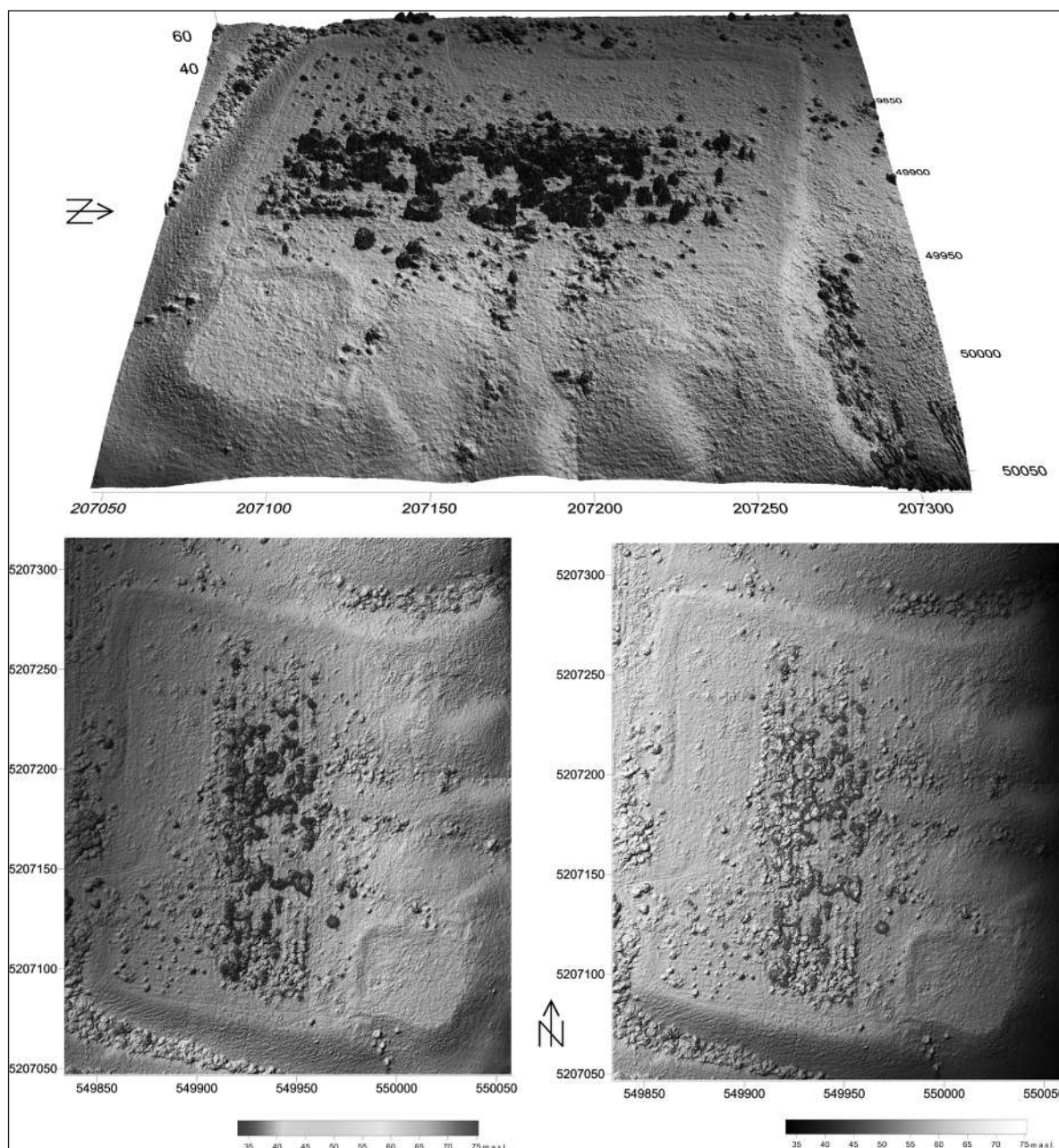


Рис. 9. Цифровая модель поверхности Консуловского городища, В. Малковский

опознавания структур, присутствие которых было ранее зафиксировано во время магнитной съемки. На полученной карте распределения сопротивления грунта зафиксированы три аномалии расположенные по линии восток—запад (рис. 6, 1). Они были интерпретированы как линейные, каменные конструкции отдаленные друг от друга в пределах 4,0—5,0 м. В дальнейшем эти данные подтвердились открытием остатков каменной крепостной стены.

**Участок E2** размерами 14 (С—Ю) × 12 (В—З) м располагается в центральной части городища на северо-запад от его цитадели (рис. 6, 2). Сделанные на его территории из-

мерения сопротивления грунта проводились с целью лучшего понимания результатов, полученных в ходе магнитометрических исследований. На карте магнитной съемки в этом районе находились три точечные дипольные аномалии, которые возможно связаны с наличием термической обработки археологических объектов (рис. 4; 5, 1). В связи с этим измерения сопротивления были направлены на получение добавочной информации о контексте зафиксированных магнитных аномалий. На территории участка E2 были отмечены четыре линейные аномалии расположенные в направлении север—юг. Расстояние между отдельными

ми линиями аномалии около 3,0 м (рис. 6, 2). Интерпретация полученных результатов вызывает определенные трудности. Отсутствуют однозначные предпосылки позволяющие связывать эти аномалии с деятельностью человека. Ответ на вопрос об их возможном антропогенном происхождении может принести только археологическая верификация.

**Участок Е3** размерами 10 (С—Ю) × 18 (В—З) м, расположен на территории западного вала цитадели, вблизи ее юго-западного угла (рис. 6, 3). На полученной в ходе исследований карте распределения сопротивления грунта (рис. 6, 3) хорошо видны две линейные аномалии высоких (до 200 Ом-м) значений. Они идут по линии С—Ю и отдалены друг от друга максимумом 7,5 м в направлении В—З. Эти аномалии могут являться результатом присутствия каменных стен и мощных каменных завалов непосредственно к ним прилегающих. Такую ситуацию показали работы, проведенные в августе и сентябре 2016 г. в раскопе II расположенном на север от участка Е3 поперек вала ограничивающего территорию цитадели с запада. Во время раскопок был открыт участок оборонительной стены длиной 5,0 м (рис. 7, 1). Она ориентирована по линии С—Ю. Это двухпанцирная стена шириной около 2,6 м с забутовкой, состоящей из среднего и мелкого ломаного камня, утрамбованного вперемешку с глиной. Кладка как восточного, так и западного фаса из крупных ломаных камней, сложенных на глиняном растворе, постелистая, нерегулярная (рис. 7, 2—3). Строительным материалом являлся местный известняк. Верхняя часть этой стены могла быть сложена из сырцовых блоков, о чем свидетельствует присутствие довольно большого количества розмытого сырца. Во время исследований встречены мощные каменные завалы на восток и запад от конструкции стены. Местами встречаются «схавшие» довольно большие фрагменты кладки (рис. 7, 4). Понижение удельного сопротивления грунта, зафиксированное между выше описанными линейными аномалиями, возможно, вызвано присутствием глиняно-каменной забутовки.

**Участок Е4**, размерами 20 × 20 м, расположен в юго-западной части городища (рис. 8, 1), где во время магнитной съемки зафиксирована довольно таки большая группа дипольных аномалий. Она занимала территорию поверхности около 950 м<sup>2</sup>. Измерения электросопротивления на этом участке были направлены на получение добавочной информации о характере структур, создающих магнитные аномалии в этой части

памятника. Результатом проведенных измерений является картина с четко фиксируемыми аномалиями в распределении удельного сопротивления грунта. В восточной части участка Е4 определены структуры с низким удельным сопротивлением. В его западной части отмечены высокие значения на участках, расположенных рядом с группой аномалий, показанных на карте магнитной съемки. Интересным является факт, что они не совпадают местами друг с другом. На месте магнитных аномалий были зафиксированы как раз низкие сопротивления грунта (рис. 4). Скорее всего, это указывает на различные факторы, влияющие на фиксирование магнитных аномалий и аномалий в удельном сопротивлении грунта. Интерпретация полученных результатов затруднительна, но возможно, регистрируемые аномалии связаны с современной деятельностью человека.

**Участок Е5** — еще одна территория, исследованная с помощью метода измерения электросопротивления. Он расположен в центральной части вала защищающего городище с севера (рис. 8, 2). Участок Е5 размерами 15 (С—Ю) × 30 (В—З) м. На карте, показывающей величины вектора общей напряженности магнитного поля (рис. 4), виден перерыв в аномалии, созданной конструкцией оборонительных сооружений перекрытых земляным валом. Длина этого перерыва около 11 м. Измерения электросопротивления грунта показали, что, несмотря на карту магнитных аномалий, в этом районе фиксируются высокие значения в распределении удельного сопротивления достигающие до 500 Ом-м (рис. 8, 2), что может свидетельствовать о наличии большого числа камней. На цветной карте распределения удельного сопротивления четко видны две линейные аномалии, которые можно предположительно связывать с конструкцией крепостной стены (два каменных панциря). Кроме того, в линии вала видны и другие аномалии. Они, возможно, связаны или с перестройками самой конструкции стены или с присутствием в линии укреплений добавочных оборонительных сооружений.

Результатами неинвазивных исследований проведенных в 2015 г. на территории Консуловского городища являются ортофотокарта, цифровая модель поверхности (рис. 9), а также карты магнитных аномалий и удельного сопротивления грунта. Благодаря использованию этих методов были получены новые данные. Это позволит в будущем разработать и использовать полученные результаты в виде пространственной информационной системы, базирую-

шейся на объединенной системе локализации объектов городища в системе координат. Такая система в дальнейшем позволит провести избирательную селекцию выбранных сегментов данных и информации для рационального исследования памятника. Археологическая верификация геофизических исследований проведена в 2015 и 2016 гг., принесла добавочную информацию о характере и конструктивных особенностях укреплений, зафиксированных в ходе как магнитных, так и электрических измерений. Полученные археологические материалы сделали возможным датировку открытых фортификационных остатков.

Использование неинвазивных исследований вместе с их археологической верификацией может принести большой блок информации о любом с нижнеднепровских городищ, и являться не только первым этапом широкомасштабных раскопочных работ, но также довольно эффективным способом спасения научной информации о приднепровских городищах и тем самым культурного и исторического наследия юга Украины.

*Гаврилюк Н.А.* Нижнеднепровские городища и актуальные проблемы их изучения и сохранности // X Боспорские чтения. Боспор Киммерийский и варварский мир в период античности и средневековья. Актуальные проблемы. — Керчь, 2009 — С. 95—101.

*Гаврилюк Н.А.* Экономика Степной Скифии VI—III вв. до н. э., — К., 2013

*Гаврилюк Н.А., Крапивина В.В.* Нижнеднепровские городища (к проблеме возникновения и развития) // VI Боспорские чтения. Боспор Киммерийский и варварский мир в период античности и средневековья. Периоды дестабилизации и катастроф — Керчь, 2005 — С. 66—73.

*Гаврилюк Н.А., Крапивина В.В.* Постскифские городища Нижнего Поднепровья и Ольвия // Древности Северного Причерноморья в античное время. Сборник статей. — Симферополь, 2007. — С. 52—65.

*Гаврилюк Н.А., Матера М.* «Пізнньоскіфські» чи «постскіфські» городища Нижнього Подніпров'я // Археологія. — 2016. — № 4. — С. 121—135.

*Гаврилюк Н.А., Смекалова Т.Н., Чудин А.В.* Магнитометрическое исследование позднескифского городища у села Червоный Маяк в южной части течения Днепра // X Боспорские Чтения. Боспор Киммерийский и варварский мир в период античности и средневековья. Актуальные проблемы. — Керчь, 2009. — С. 90—94.

*Гошкевич В.И.* Летопись музея за 1909, 1910 и 1911 годы. — Херсон, 1912. — Вып. 2.

*Никоненко Д.Д.* Пізнньоскіфське Консулівське городище // Археологія. — 2015. — № 1. — С. 91—99.

*Симоненко А.В.* О происхождении позднескифской культуры Нижнего Днепра // Стародавнє Причорномор'я. — 2016. — XI. — С. 476—483.

*Aber J.S., Marzolf I., Ries J.* Small-Format Aerial Photography: Principles, Techniques and Geoscience Applications. Elsevier, 2010.

*Bogacki M.* Archaeological kite aerial photography in Ptolemais in years 2006—2008 / Ptolemais in Cyrenaica. Studies in memory of Tomasz Mikocki. Ptolemais. Ed. J. Żelazowski. — Warsaw, 2012. — Vol. 1. — P. 77—91.

*Bogacki M.* Fotografia z powietrza przy użyciu balonu i latawca jako metoda dokumentacji w archeologii. — Warszawa, 2014. — неопублікована дисертація на ступінь кандидата історических наук.

*Bogacki M.* Kite aerial photogrammetry / Unveiling the past of an ancient town. Akrai/Acrea in south-eastern Sicily. Ed. Chowaniec R. — Warsaw, 2015 — P. 73—80.

*Bogacki M., Giersz M., Prządka-Giersz P., Matkowski W., Misiewicz K.* GPS RTK Mapping, Kite Aerial Photogrammetry, Geophysical Survey and GIS Based Analysis of Surface Artifact Distribution at the pre-Hispanic site of the Castillo de Huarmey, North Coast of Peru / 30th European Association of Remote Sensing Laboratories Symposium for Science, Education, and Natural and Cultural Heritage UNESCO, Paris, 31 May — 3 June 2010. Ed. R. Reuter — Paris, 2010. — P. 121—130.

*David A., Linford N., Linford P.* Geophysical survey in archaeological field evaluation. — Swindon, 2008.

*Gavrilyuk N.A., Krapivina V.V.* Lower Dnieper Hillforts and the Influence of Greek Culture (2nd Century BC — 2nd Century AD) / Ancient Greek Colonies in the Black Sea 2. Eds. D.V. Grammenos, E.K. Petropoulos. British Archaeological Reports. International Series 1675 (1). — Oxford, 2007. — Vol. 1. — P. 563—590.

*Misiewicz K.* Geofizyka archeologiczna. — Warszawa, 2006.

*Picavet P.L.* Suspension Pendulaire Elliptique // Revue du Cerf-Volant. — 1912.

*Wilson D.R.* Air Photo Interpretation for Archaeologists. — Gloucestershire, 2000.

*Надійшла 03.03.2017*

*М. Матера<sup>1</sup>, М. Богацькі<sup>2</sup>, В. Малковські<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Доктор, науковий співробітник Інституту археології Варшавського університету.

<sup>2</sup> Магістр, молодший науковий співробітник Інституту археології Варшавського університету.

<sup>3</sup> Доктор гуманітарних наук в галузі археології Інституту археології Варшавського університету.

## НЕІНВАЗИВНІ ТА АРХЕОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІЗНЬОСКІФСЬКОГО/ПОСТСКІФСЬКОГО КОНСУЛІВСЬКОГО ГОРОДИЩА

Представлені результати аерофотозйомки та геофізичних методів дослідження Консулівського пізнньоскіфського/постскіфського городища у Нижньому Подніпров'ї. Докладно описано проведення розвідкових досліджень на городищі, що датується 1 ст. до н. е. — 1 ст. н. е. Наводяться ортофотокарта та топографічні плани городища, карти магнітних аномалій та результати вимірів електроопору ґрунту, накладені на ортофотокарту і карту магнітних аномалій. Чітко виявлені під час таких розвідок «незвичайні» місця на території цитаделі Консулівського городища зробили можливим виявлення та успішне археологічне дослідження кам'яної двопанцирної оборонної стіни

під земляним валом городища. Детальний опис неінвазивних методів розвідок дозволить успішно впровадити їх в польові дослідження інших археологічних пам'яток. Проведена археологічна верифікація результатів, отриманих під час застосування цих методів розвідок пам'яток показала корисність їх застосування при дослідженні одношарових поселенських структур.

*Ключові слова:* аерофотозйомка, геофізичні методи досліджень, магнітометричні виміри, Нижнє Подніпров'я, Консулівське городище.

Marcin Matera<sup>1</sup>, Miron Bogacki<sup>2</sup>, Wiesław Malkowski<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dr, research fellow in the Institute of Archaeology, the University of Warsaw

<sup>2</sup> Dr, research fellow in the Institute of Archaeology, the University of Warsaw

<sup>3</sup> Research associate in the Institute of Archaeology, the University of Warsaw

## NON-INVASIVE AND ARCHAEOLOGICAL RESEARCH AT LATE/POST SCYTHIAN KONSULIVSKE HILL-FORT

Presented are the results of aerial photography and geophysical research methods at Konsulivske Late/Post Scythian hill-fort in the Dnipro River lower region. Described in detail is the location archaeological prospecting conducted at the hill-fort dated by the period from the 1<sup>st</sup> century BC to the 1<sup>st</sup> century AD. Given are an orthophoto-map and topographical plans of the hill-fort, maps of magnetic anomalies and the results of electrical resistance measurements of soil mapped on an orthophoto-map and a map of magnetic anomalies. «Unusual» places clearly found during such prospecting at the territory of citadel at Konsulivske hill-fort enabled the discovery and successful archaeological research of a stone two-armoured defensive wall under the hill-fort's bank. A detailed description of non-invasive methods of the archaeological prospecting will allow to implement them successfully in field research at other archaeological sites. Archaeological verification of the results obtained during the application of these methods at the sites showed the usefulness of their application during the research at one-layer settlement structures.

*Keywords:* aerial photography, geophysical research methods, magnetometer measurements, the Dnipro River lower region, Konsulivske hill-fort.

## References

- Aber J.S., Marzolf I., Ries J. Small-Format Aerial Photography: Principles, Techniques and Geoscience Applications. Elsevier, 2010.
- Bogacki M. Archaeological Kite Aerial Photography in Ptolemais in years 2006-2008. In: *Ptolemais in Cyrenaica. Studies in memory of Tomasz Mikocki. Ptolemais*. Ed. J. Żelazowski. Warsaw, 2012, vol. 1, pp. 77-91.
- Bogacki M. Fotografia z powietrza przy użyciu balonu i latawca jako metoda dokumentacji w archeologii. Warszawa, 2014. неопублікована дисертація на ступінь кандидата історичних наук.
- Bogacki M. Kite Aerial Photogrammetry. In: (Eds. R. Chowanec) *Unveiling the Past of an Ancient Town. Akrai/Acrea in South-Eastern Sicily*. Warsaw, 2015, pp. 73-80.
- Bogacki M., Giersz M., Prządka-Giersz P., Malkowski W., Misiewicz K. GPS RTK Mapping, Kite Aerial Photogrammetry, Geophysical Survey and GIS Based Analysis of Surface Artifact Distribution at the pre-Hispanic site of the Castillo de Huarmey, North Coast of Peru. In: (Eds. R. Reuter) *30th European Association of Remote Sensing Laboratories Symposium for Science, Education, and Natural and Cultural Heritage UNESCO, Paris, 31 May - 3 June 2010*. Paris, 2010, pp. 121-130.
- David A., Linford N., Linford P. Geophysical Survey in Archaeological Field Evaluation. Swindon, 2008.
- Gavryliuk N.A., Krapivina V.V. Lower Dnieper Hillforts and the Influence of Greek Culture (2nd Century BC - 2nd Century AD). In: (Eds. D.V. Grammenos, E.K. Petropoulos) *Ancient Greek Colonies in the Black Sea 2*. British Archaeological Reports. International Series 1675 (I). Oxford, 2007, vol. 1, pp. 563-590.
- Gavryliuk N.A. *Ekonomika Stepovoi Skifii VI-III vv. do n. e.* Kyiv, 2013.
- Gavryliuk N.A. Nizhnedneprovskie gorodishcha i aktualnye problemy ikh izucheniia i sokhrannosti. *X Bosporskie chteniia. Bospor Kimmeriiskii i varvarskii mir v period antichnosti i srednevekovia. Aktualnye problemy*. Kerch, 2009, pp. 95-101.
- Gavryliuk N.A., Krapivina V.V. Nizhnedneprovskie gorodishcha (k probleme vzniknoveniia i razvitiia). *VI Bosporskie chteniia. Bospor Kimmeriiskii i varvarskii mir v period antichnosti i srednevekovia. Periody destabilizatsii i katastrof*. Kerch, 2005, pp. 66-73.
- Gavryliuk N.A., Krapivina V.V. Postskifskie gorodishcha Nizhnego Podneprov'ia i Olviia. *Drevnosti Severnogo Prychornomoria v antichnote vremia. Sbornik statei*. Simferopol, 2007, pp. 52-65.
- Gavryliuk N.A., Matera M. «Piznoskifski» chy «postskifski» horodyshcha Nyzhniioho Podniprov'ia. *Arkheolohiia*. 2016, no. 4, pp. 121-135.
- Gavryliuk N.A., Smekalova T.N., Chudin A.V. Magnitometricheskie issledovanie pozdneskifskogo gorodishcha u sela Chervonyi Maiak v yuzhnoi chasti techeniia Dnepra. *X Bosporskie chteniia. Bospor Kimmeriiskii i varvarskii mir v period antichnosti i srednevekovia. Aktualnye problemy*. Kerch, 2009, pp. 90-94.
- Goshkevich V.I. Letopis muzeia za 1909, 1910 i 1911 gody. Kherson, 1912, iss. 2.
- Misiewicz K. *Geofizyka archeologiczna*. Warszawa, 2006.
- Nykonenko D.D. Piznoskifskie Konsulivske horodyshche. *Arkheolohiia*. 2015, no. 1, pp. 91-99.
- Picavet P.L. Suspension Pendulare Elliptique. *Revue du Cerf-Volant*. 1912.
- Symonenko A.V. O proiskhozhdenii pozdneskifskoi kultury Nizhnego Dnepra. *Starodavnie Prychornomoria*. 2016, iss. XI, pp. 476-483.
- Wilson D.R. *Air Photo Interpretation for Archaeologists*. Gloucestershire, 2000.