(cc) BY

Штанова Антонина Валерьевна
магистрант
ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе»
г. Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ В АРХЕОЛОГИИ

Аннотация*: в данной статье рассмотрен геофизический метод исследований в археологии – магнитометрическая съёмка. Принцип действия данного метода, особенности применения, ограничения, связанные с физическими свойствами и геологическими особенностями среды исследования и свойствами объекта.*

Ключевые слова*: геофизические методы в археологии, магниторазведка, микромагнитная съёмка, магнитная индукция, напряженность магнитного поля, термоостаточная намагниченность, магнитные свойства, интерпретация данных, ограничения метода.*

Введение

Геофизические методы в археологии в настоящее время имеют широкое распространение. Использование археогеофизики помогает эффективно и оперативно решать вопросы, стоящие перед археологами. Основное преимущество геофизических методов заключается в том, что они позволяют выявить археологические объекты, не нарушая поверхностного слоя почвы, что обеспечивает физическое сохранение элементов историко-культурного наследия [3]. Кроме этого, возможность послойного изучения археологического памятника и информация о структуре культурного слоя позволяют получить его пространственную картину. Оперативность получения данной информации является важным фактором в условиях современного темпа жизни.

Для изучения археологических памятников применяют следующие геофизические методы: спектральная аэрофотосъёмка, тепловая съёмка,

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

магниторазведка, электроразведка, в том числе георадарная съёмка, гравиразведка, сейсморазведка и ядерно-физические методы [7].

Предпосылками применения геофизических методов являются контрастность свойств геологической среды и пород из которых состоит памятник, соотношение размеров и глубины залегания конструкций сооружений и уровень полезного сигнала по сравнению с уровнем помех [3].

В данной статье автор рассматривает один из самых эффективных методов геофизических исследований в археологии – магнитометрию, – принцип действия, особенности применения, ограничения, связанные с физическими свойствами, геологическими особенностями среды исследования и свойствами объекта.

Применение магниторазведки в археологии

Магниторазведка основывается на измерении магнитной индукции. Величина магнитной индукции слагается из двух компонент, напряженность внешнего магнитного поля и интенсивность собственной намагниченности тела. Намагниченность тела определяется его магнитными свойствами. Магнитные свойства очень изменчивы, они позволяют выявить погребённые археологические остатки во вмещающей среде, отражают их состояние и результат прошедших изменений, позволяют узнать историю по физическим свойствам [2]. Для поиска и выявления отдельных погребённых объектов, как правило, проводится съёмка с маленьким шагом, с минимальной высотой расположения датчика. Это повышает чувствительность метода и даёт возможность более детально интерпретировать данные исследований за счёт регистрации магнитных аномалий, связанных с присутствием в погребённых объектах различного количества магнитных окислов железа. Железо содержится в природе в почвах в виде немагнитных гидроокислов. В результате жизнедеятельности людей, в районах их проживания происходит намагничивание окислов железа за счёт экзогенных процессов, таких как, например, гниение органических остатков. На магнитную восприимчивость верхнего слоя литосферы также влияет многократная смена климатических условий. Искусственные или естественные углубления (ямы, канавы,

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

рвы) имеют свойство накапливать слои почв, имеющие повышенную намагниченность вследствие сохранения содержимого. В свою очередь, частицы верхнего слоя почвы подвержены выветриванию [5]. Так при проведении микромагнитной съёмки на Аркаиме выявлены положительные магнитные аномалии, связанные с оборонительными внутренними и наружными рвами. Данные магнитной съёмки показали, что борта канав равномерно заряжены ферромагнетиками. Накопление тяжёлых частиц магнетита объясняется ветровой эрозией и водными потоками, которые сносило в пониженные части рельефа в процессе разрушения Аркаима [6].

Существует ещё одно важное свойство, помогающее выявить археологические памятники – остаточная намагниченность, которая возникает при повышении температуры до некоторой критической точки, точки Кюри. Именно это свойство характерно обожжённым глинам, почвам, обожжённым каменным материалам, из которых выстраивались стены сооружений. Таким образом, в результате проведённой микромагнитной съёмки Большого Бельского городища, обнаружено 15 интенсивных закономерно расположенных магнитных аномалий, раскопки показали их соответствие печам, а химико-минералогические исследования позволили сделать предположение об их использовании с целью выжигания селитры в XVI–XVII веках [4]. Имеют место случаи, когда вследствие воздействия огня грунт или культурный слой, содержащий ферромагнитные минералы, приобретает локальную термоостаточную намагниченность. На таких участках, как правило, регистрируются магнитные аномалии. Однако, при интерпретации подобных аномалий может возникнуть неоднозначность. Так при проведении магнитной съёмки на Раевском городище (1998 г.) была выявлена магнитная аномалия по внешней кромке оборонительных стен, т.е. внешний облицовочный материал стен является сильномагнитным. Это, по мнению Т.Н. Смекаловой, могло говорить об облицовке стен обожжёнными кирпичами, или о сильном пожаре, при котором стены подверглись воздействию высоких температур [1]. После проведения раскопок А.А. Малышевым (2011–2015 гг., ИА

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

РАН) подтверждена версия о сильном пожаре, так как для изготовления кирпичей в районе городища не было пригодного сырья.

Ограничение применимости магниторазведки

К ограничениям метода относится влияние металлических включений в культурном слое, не относящихся к объекту исследования. Такие включения создают помехи, затрудняющие выявление полезных аномалий. Также наличие промышленных помех осложняет получение полезного сигнала в наблюдаемом поле.

Магнитная съёмка, в том числе микромагнитная съёмка, является достаточно эффективным методом обнаружения артефактов на локальных участках. При поисковых работах немаловажно использование и комплексирование нескольких геофизических методов, например магнитные методы в комплексе с электрическими, в том числе георадарными.

Заключение

Археологические памятники условно можно разделить на две группы. К первой группе можно отнести городские и освоенные человеком территории, которые подверглись большим техногенным воздействиям. В таких областях, как правило, возникают самые большие помехи, для применения разных геофизических методов. Памятники, находящиеся в условиях естественного ландшафта (грабленые курганы, разрушенные городища) имеют незначительные локальные помехи (погребённые или находящиеся на поверхности). Исследования геофизическими методами тех и других групп обладают своими особенностями, и это необходимо учитывать и исследовать в ходе дальнейших работ.

Список литературы

1. Александровский А.Л. Раевское городище и его окрестности (некоторые итоги и перспективы исследований) / А.Л. Александровский, О.Е. Вязкова, А.А. Гольева, А.А. Малышев, Т.Н. Смекалова // Древности Боспора. – Вып. 2. – 1999. – С. 7–29.

2. Кошелев И.Н. Магнитная разведка археологических памятников: Учебное пособие. Ч. 1. – М., 2013. – С. 313.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

3. Кузьмин Я.В. Геоархеология: естественнонаучные методы в археологических исследованиях. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2017. – С. 396.

4. Орлюк М. Микромагнитная съёмка Большого Бельского городища скифского времени. Полтавская область / М. Орлюк, Р. Ролле, А. Роменец, Б. Ульрих, Х. Цольнер // Геофизический журнал. – 2016. – №5. – Т. 38 [Электронный ресурс]. – Режим доступ: http://www.igph.kiev.ua/FullVersion/2016/gj5/art5416.pdf (дата обращения: 05.06.2018).

5. Смекалова Т.Н. Магнитная разведка в археологии. 12 лет применения Оверхаузеровского градиентометра GSM-19WG / Т.Н. Смекалова, О. Восс, А.В. Мельников; перевод на русский язык: А.В. Чудин, Т.Н. Смекалова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-smekalovav-arheologii.pdf (дата обращения: 05.06.2018).

6. Тибелиус В.Я. Результаты геофизических исследований на Аркаиме. // Россия и Восток: проблемы взаимодействия: Материалы конференции. Ч. V. Кн. 2. – Челябинск, 1995. – С. 184–193.

7. Хмелевской В.К. Геофизические методы исследования земной коры. – Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 1997 [Электронный ресурс]. – Режим доступна http://tehcraft.narod.ru/olderfiles/1/Geofizicheskie_metody_issledovaniy-17080.pdf (дата обращения: 05.06.2018).

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)