

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БОРОДИНСКОГО ПОЛЯ

Для поиска захоронений 1812 г. на Бородинском поле выполнен большой объем геофизических исследований методами магниторазведки, срединного градиента, электротомографии и георадиолокации. Основные работы были выполнены на площади вокруг батареи Раевского, где происходили наиболее кровопролитные бои, и обе стороны потеряли огромное число убитых пехотинцев и кавалеристов. В работе рассматриваются три типа захоронений:

- квадратные в плане могилы, в которых происходила полная или частичная кремация тел;
- рвы оборонительных сооружений, где останки людей должны быть непо потревоженными со дня сражения;
- естественные и искусственные понижения рельефа, которые были до сражения.

Результаты исследований осложняются очень сильным влиянием фона Великой Отечественной войны, так как в 1941 г. здесь проходила одна из линий обороны Москвы. Результаты полевых геофизических исследований выявили аномалии, соответствующие трем типам захоронений.

Бородинское сражение под Москвой называют «битвой гигантов», в которой две самые могущественные армии Европы проявили беспримерную стойкость, организованность и массовый героизм, от нижних чинов и до командующих армиями. В результате кровопролитного сражения в течение одного дня, 26 августа 1812 г., погибло не менее 35 тыс. человек и 15 тыс. лошадей¹. После решающих неудач под Тарутиным и Малоярославцем, которые переломили весь ход войны, французская армия начала отступление в Европу. При этом в течение четырех месяцев поле генерального сражения оставалось заброшенным. Нетронутыми, вперемешку с землей, лежали тела людей, лошадей, искореженное оружие и военная амуниция². После изгнания наполеоновских войск из России, не дожидаясь весны, на территории Бородинского поля началось планомерное захоронение останков двух армий. В результате уборки территории было открыто порядка 300 могил, в которых в настоящее время совместно покоится прах солдат французской и русской армий и их лошадей.

Основная часть останков была захоронена путем кремации в могилах квадратной формы со стороной от 2 до 4 м. При этом заполнение могил производилось в несколько циклов: сначала сжигали трупы, затем их пересыпали землей, потом сжигали новую партию и снова перекладывали землей, и так несколько раз до тех пор, пока не доходили до поверхности земли. Трупов было так много, что в ряде случаев окончательное заполнение самого верхнего слоя производили останками без кремации. В каждую из таких могил помещались останки нескольких сот человек. Такого рода захоронение было обнаружено сотрудником Бородинского музея Н.И. Ивановым в 1962 г. в Утицком лесу³.

Второй тип захоронений связан с заполнением телами убитых рвов и волчьих ям во время боя. Что касается рвов, то вблизи батарей они обнаруживаются сравнительно легко как элементы фортификационных сооружений, сопряженные с валами. Но продолжение рвов в виде так называемых флангов вызывает массу проблем, потому что за 200 лет ландшафт сильно изменился. Характер сооруженных флангов, насколько это были мощные укрепления, чтобы оставить о себе след в земле на два столетия, - вопросы, решаемые с низкой долей вероятности. Тем более что на их возведение было затрачено около 10 часов - с вечера 25 до утра 26 августа. Даже сама батарея Раевского была окружена не очень мощным оборонительным валом и контрэскарпом, высота которого составляла около

1,5 м. Местонахождение волчьих ям неизвестно. Вероятно, они были случайно разбросаны на полях перед позициями русских войск на расстояниях в 100-300 м. Размеры их могут быть незначительны, а количество невелико, потому что эти земляные работы могли быть выполнены только в темноте в ночь перед битвой.

Третий тип захоронений соответствует понижениям рельефа, которые были до битвы - это овраги, выемки и углубления, куда могли прятаться раненные во время боя. Искусственные выемки по ходу исследования найти достаточно сложно, потому что сначала нужно локализовать инфраструктуру поселения, понять назначение, форму и размеры объектов. Найти древние овраги, как нам представляется, проще. Они являются продолжением современных оврагов, их положение можно уточнить по старым картам, они являются объектами достаточно большой протяженности, возможно, в десятки метров. А ширина их может достигать более 2-3 м. Тем не менее масштаб карт, выполненных штабными офицерами двух армий, совершенно не соответствует масштабу поисков. Многие элементы карт были составлены в спешке, а подлинные размеры объектов, нанесенных на планах, и их положение изображены схематично. Самое удивительное, что после уборки территории Бородинского поля никто не составил и не зафиксировал план захоронений. Где расположены 300 общих могил воинов этого грандиозного сражения, никто до сих пор не знает.

Со всех точек зрения чрезвычайно важно найти эти могилы. Это важно с морально-этической стороны, как дань памяти героическому прошлому нашей страны, как поклонение праху людей, погибших при выполнении своего солдатского долга. Это важно с исторической точки зрения, потому что только артефакт является материальным подтверждением идей, домыслов, документов и множества других косвенных свидетельств.

В настоящий момент обнаружено ничтожно мало останков участников Бородинского сражения: две могилы в Утицком лесу, несколько десятков скелетов солдат во рвах укрепления на территории Спасо-Бородинского монастыря и небольшое число останков, найденных во время современных раскопок во рве батареи Раевского. Отдельные находки случайно обнаружены в разное время в разных местах Бородинского поля. Найти массовые захоронения людей до сих пор так и не удалось. Площадь поисков захоронений огромна. Длина фронта, где происходили наиболее кровопролитные боевые столкновения, составляла 4 км, а глубина перемещений фронта - от нескольких сот метров до 1 км. При этом необходимо помнить, что французская и русская артиллерии значительно расширяли зону поражения пехоты и конницы. К тому же во время сражения происходило перемещение раненых в тыловые части своих армий на сравнительно большую глубину. Поэтому общая площадь, на которой могут быть найдены захоронения, составляет не менее 5-6 км².

Таким образом, достаточно грубый расчет показывает, что площадь захоронений составляет лишь 0,05% от общей территории военных действий. Еще одним осложняющим фактором является наложение более поздних военных событий, связанных с Великой Отечественной войной 1941-1945 гг. Тогда в середине октября 1941 г. во время обороны Москвы Бородинское поле опять превратилось в арену ожесточенных боев, а по интенсивности воздействия на ландшафт -сравнимую с битвой 1812 года. Как показывает опыт, отделить эти два события друг от друга по малозаметным сегодня останкам фортификационных и инженерных сооружений чрезвычайно трудно. К тому же территория Бородинского поля до XIX в. достаточно интенсивно использовалась и заселялась. И это также накладывает свой отпечаток на неоднородность грунтов, почвенного слоя и, как следствие, вызывает неровность микрорельефа местности. С другой стороны, во второй половине XX в. происходит интенсивная глубокая тракторная распашка полей, и многие поверхностные детали, которые до этого момента были видны, подверглись сглаживанию. Борьба за посевные площади привела к заметному изменению ландшафта. В такой ситуации

искать могилы воинов вслепую, без использования современных методов сканирования грунтов - задача практически безнадежная.

С 2005 г. геологический факультет МГУ им. Ломоносова и ЗАО «НПЦ Геотехнология» проводят на территории Бородинского музея-заповедника интенсивные геофизические работы по поискам захоронений воинов, павших во время сражения 1812 года. Территория поисков охватывает большую площадь. Главным образом наши усилия были сконцентрированы на участках, прилегающих к батарее Раевского и ручью Огник, включая его правый берег. Здесь, между левым берегом Огника и батареей Раевского, в течение последних лет было обследовано около 5 га площадей. В полукилометре к востоку от д. Семеновское было обследовано два участка, каждый из которых имел площадь 50 х 50 м (место пересечения современной ЛЭП и старой дороги из Семеновского на Горки). Третья группа участков располагалась в верховьях Большого и Малого Горецких оврагов и в 500 м за восточной окраиной д. Горки, примерно в 100 м от шоссе на Можайск. Здесь было обследовано три участка общей площадью около 0,75 га. Четвертый участок (возле Спасо-Бородинского монастыря, между главным входом и часовней преподобной Рахили) был избран как опытно-методический, на котором применялись все методы геофизики.

Методы изучения. Общая методическая концепция применения геофизических методов на Бородинском поле заключается в проведении площадных исследований производительными методами и последующей детализации выделенных аномалий более точными методами. Значительная роль отводится межметодному комплексированию. Определение разных физических свойств объекта позволяет более надежно интерпретировать получаемые аномалии. При изучении Бородинского поля применялись все основные геофизические методы решения археологических задач. По методике исследования их можно разделить на площадные и профильные методы. К площадным методам относятся магниторазведка, профилирование в варианте срединного градиента (СГ) и электромагнитное профилирование. К профильным - электротомография (ЭТ) и георадиолокация (ГРЛ).

Магниторазведка изучает аномалии стационарного магнитного поля Земли или его градиента по определенной сети наблюдений⁴. Как правило, магнитные измерения носят площадной характер. С помощью этого метода, помимо поиска металлических объектов, в археологии решается целый ряд задач⁵. В магнитном поле находят отражение неоднородности приповерхностного слоя, имеющие как природное, так и антропогенное происхождение. Поэтому места крупных земляных работ должны быть видны в магнитном поле. Математическое моделирование перекопа на глубину два метра показывает, что амплитуда магнитной аномалии должна быть 2-3 нТл, что вполне доступно для точности современной магнитной съемки, которая составляет порядка 0,5-0,7 нТл. Если учесть, что наиболее яркие аномалии должны возникать над местами, где происходила кремация, должны возникать аномалии в 50-70 нТл.

Профилирование методом СГ позволяет установить распределение электрического сопротивления на площади наблюдений. Это один из самых информативных параметров. Электрическое сопротивление грунта зависит от геометрии неоднородностей, размера частиц грунта, его состава и влажности. Чувствительность электрического сопротивления к этим параметрам достаточно высока. Например, малые изменения глинистости приводят к заметному понижению сопротивления. Поэтому метод сопротивлений в модификации СГ является одним из основных геофизических методов при площадных поисках захоронений.

Результаты моделирования электрического поля для установки СГ. Неоднородность в виде перекопа находится в слоистой среде типичной для Бородинского поля. Выполненное численное моделирование показывает, что положительные аномалии кажущегося сопротивления составляют примерно 15% от фона кажущегося сопротивления и могут достигать в абсолютных величинах порядка 20 Ом-м.

Напряженность магнитного поля и электрическое сопротивление являются для горных пород независимыми друг от друга величинами.

Поэтому совместное использование магниторазведки и СГ дает более полное описание объектов на исследуемом участке.

Одной из важнейших характеристик, определяющих минимальный размер объектов, доступных изучению, является плотность наблюдений. При исследованиях на Бородинском поле измерения проводились по сети 1 x 1 м, что позволяет обнаруживать объекты диаметром 1 м и более.

Площадные методы могут находить объекты и определять их плановое положение. Для построения разрезов требуются методы, позволяющие определять изменение электромагнитных свойств в зависимости от глубины. Таковыми являются электротомография и георадиолокация.

Основным методом детализации площадных аномалий является электротомография (ЭТ) - модификация метода сопротивлений, которая позволяет автоматически получать геоэлектрический разрез по профилю наблюдений. При этом геоэлектрический разрез является изображением зависимости удельного сопротивления от пикета и глубины. Электротомографические наблюдения проводятся с шагом по профилю 0,5 м или 1 м.

Георадиолокация (ГРЛ) основана на изучении отраженных электромагнитных волн от различных объектов верхней части исследуемого разреза. Также является профильным методом, который изучает разрез по вертикали. Некоторые ограничения на использование георадиолокации связаны с экранированием сигналов суглинистыми отложениями, которые практически везде встречаются на Бородинском поле.

В меньшем объеме для решения задачи поиска захоронений проводились исследования методами электромагнитного профилирования (для поиска больших скоплений железных объектов) и векторной съемки (для уточнения положения проводящих неоднородностей), которые являются модификациями электроразведки.

Участок возле деревни Горки. В соответствии с описанием генерального сражения здесь стояли части русской 1-й Западной армии, которые закрывали дорогу на Можайск⁶. Здесь же по результатам топографической съемки Бородинского поля 1913 г. зафиксирована могила. Поэтому на местности были выполнены геофизические работы на квадратном участке со сторонами 40 м. Результаты площадных и профильных измерений показали яркие результаты, которые не вызывают сомнения, что здесь находится засыпанный овраг.

Магнитное поле на этом участке характеризуется резкой сменой простираций аномалий на западе и востоке планшета: магнитные максимумы, формирующие в центральной части субширотные линейные зоны повышенных значений магнитного поля, с запада и востока резко меняют знак и простираение. Особенно четко это прослеживается на западе планшета.

На спокойном по стоянному фону магнитного поля, характерном для этого участка, выделяется серия локальных магнитных максимумов и минимумов. Отмеченные субширотные линейные зоны повышенных значений магнитного поля могут фиксировать участки ненарушенного почвенно-растительного слоя. Источники локальных магнитных минимумов могут быть вызваны антропогенными объектами.

По результатам СГ с запада на восток весь участок пересекает субширотная аномалия высокого сопротивления. Амплитуда этой аномалии в среднем составляет около 20 Ом·м относительно фоновых значений. Ширина этой аномалии 5-8 м. К ней примыкает несколько гораздо более слабых аномалий, имеющих субмеридиональное простираение. Амплитуда самой сильной из них составляет также 20 Ом·м. Результаты СГ позволяют предположить, что здесь существовала целая система овражков, впадающих в основной большой овраг. В настоящий момент эти углубления заполнены песчаным материалом.

Это предположение также подтверждается результатами георадарной съемки и работами методом электротомографии. Георадиолокационные

измерения выполнялись по системе параллельных профилей длиной по 60 м, расположенных на расстоянии 10 м друг от друга. На радарограммах отчетливо выделяется верхний слой, являющийся неоднородным, глубина подошвы этого слоя составляет 1-1,3 м. Также достаточно хорошо прослеживаются углубления во втором слое, что подтверждает версию об овраге, засыпанном песком.

Методом электротомографии на участке «Горки» было отработано два профиля. Геоэлектрические разрезы ЭТ имеют трехслойное строение. Верхний слой (до глубины 1-2 м) имеет высокое сопротивление (100-250 Ом·м) и сложен преимущественно песками разной степени влажности. Второй слой достаточно хорошо выдержан по мощности (около 3 м) и сложен суглинками, сопротивление которых меняется от 15 до 25 Ом·м. Основанием разреза служат достаточно высокоомные пески (их сопротивление составляет от 60 до 100 Ом·м). Необходимо отметить, что в районе пикетов 20-28 первого профиля ЭТ и пикетов 28-36 второго профиля ЭТ по результатам двумерной инверсии данных электротомографии уверенно выделяется линза высокоомных пород, представленных, вероятнее всего, сухими песками.

Таким образом, по результатам работ на участке «Горки» можно сделать следующие выводы. Яркие геофизические аномалии указывают на наличие здесь засыпанного овражка в понижении рельефа. По всем признакам, здесь раньше была отрицательная форма рельефа. Судя по характеру геофизических аномалий, ситуация в районе д. Горки соответствует третьему типу захоронений в естественных понижениях местности.

Участок восточнее батареи Раевского. По ожесточению боя это место было самым кровопролитным. Здесь, на пятачке в несколько гектаров, погибли и пали тысячи людей и лошадей. На самой батарее Раевского археологами массовых захоронений во рвах не обнаружено. Хотя именно во рвах непосредственно после битвы скопилось огромное количество тяжело раненных и убитых воинов⁷. Это означает, что останки были захоронены где-то рядом. Сомнительно, чтобы их перетаскивали на большие расстояния. Вероятно, места захоронения должны быть на берегах оврага Огник или у подножия холма.

Площадные измерения выполнялись по профилям, расстояние между которыми составляло 1 м. Шаг по профилю варьировал от 5 до 8 см в зависимости от скорости движения оператора. Таким образом была достигнута очень высокая плотность наблюдений. Расчетная точность измерений составила $\pm 0,6$ нТл, что позволяет построить карту изодинам магнитного поля с сечением через 2 нТл.

Магнитное поле на участке работ условно имеет шесть типов аномалий, которые образуют довольно сложный структурный рисунок.

Первый тип магнитного поля - фон, который связан с изменением мощности и магнитных свойств почвенного слоя. Диапазон изменения фона очень невысок и составляет от -2 до +2 нТл. Аномалии этого типа имеют неправильную форму. По-видимому, такие слабые аномалии находятся вне сферы нашего поиска. Фоновые значения кажущегося сопротивления СГ достаточно сильно меняются в пределах нашего участка. Западная часть от нулевого пикета до ПК 60 имеет сравнительно низкие значения поля от 55 до 100 Ом·м, восточная часть участка - свыше 100 Ом·м, что связано с постепенным уменьшением мощности покровных суглинков, которые залегают вокруг холма.

Второй тип магнитных аномалий - слабые линейно вытянутые положительные аномалии изогнутой полигональной формы. Ширина этих аномалий составляет около 2 м. Сторона грани ровно 10 м! Особенно ярко эти аномалии проявились в южной части участка, где они образуют правильный геометрический рисунок. Интересно, что точно такую же по форме аномалию мы обнаружили на участке между ручьем Огником и батареей Раевского в 2009 г. У аномальных тел этого типа есть нижняя кромка, потому что по всей длине они сопровождаются отрицательными сопряженными аномалиями, которые обрамляют положительные аномалии

с двух сторон. Амплитуды этих аномалий составляют от -4 до +4 нТл. Достаточно грубая оценка показывает, что глубина нижней кромки объектов около 2-2,5 м. На карте срединного градиента этого типа аномалии выделяются как высокоомные неоднородности (траншеи с песчаным наполнителем).

Третий тип - локальные высокоамплитудные аномалии магнитного поля, состоящие из максимума и сопряженного с ним минимума амплитудой $\pm(10-20)$ нТл. Как правило, это локальные в плане аномалии, которые соответствуют полю сильно намагниченных железных стержней небольших размеров, которые «брошены» на землю произвольным образом - горизонтально или вертикально.

Четвертый тип - аномалия по амплитуде, соответствующая второму типу, а по форме строго вытянута в линейку в северо-западном направлении. Амплитуда аномалии около 4 нТл. Ширина положительной части аномалии 2-2,5 м, а расстояние от центра минимума до минимума с другой стороны аномалии 6 м. Безусловно, это линейный объект, имеющий нижнюю кромку на глубине около 2 м и сходный с аномалиями второго типа, который соответствует траншее. Но почему одни траншеи были сделаны в виде полигонов, а другие - в виде линейных структур, можно будет понять только после археологических раскопок. В поле кажущегося сопротивления на карте СТ выделяется как высокоомная неоднородность, сложенная песками или супесями.

Пятый тип - аномалия, вытянутая в субширотном направлении. Амплитуда аномалии примерно равна ± 5 нТл. Положительная часть аномалии имеет ширину около 1 м. Расстояние между минимумами, которые обрамляют аномалию по флангам, составляет только 3 м. Таким образом, глубина ее нижней кромки составляет около 1 м. На карте СТ выделяется как высокоомная аномалия, что соответствует траншее, сложенной песками.

Шестой тип - группа двухполюсных аномалий, вытянутых в линию и соответствующая кабелю 1941-1942 г.г. Магнитной аномалии шестого типа соответствует аномалия низкого сопротивления, т.е. от проводящего объекта.

Все типы магнитных и электрических аномалий, зафиксированные на участке возле батареи Раевского, были подтверждены результатами электротомографии. С помощью ЭТ установлено, что одна аномалия фиксирует кабель. Все остальные аномалии получены над искусственным перекопом.

Участок возле Спасо-Бородинского монастыря. Здесь происходила первая фаза Бородинского сражения, и это место находится между южным люнетом и центральным реданом. Сюда пришелся главный удар правого фланга французской армии под командованием Даву. В течение нескольких часов, до момента ранения князя Багратиона, русские войска удерживали свои позиции, нанося огромный урон французам. С обеих сторон здесь погибло огромное число пехоты, конницы и артиллеристов.

Геофизические исследования на участке, прилегающем к Спасо-Бородинскому монастырю, проводились в целях поиска захоронений воинов, павших в Бородинском сражении, а также могилы преподобной Рахили, схимонахини монастыря, похороненной здесь в 1926 г., и одиночных захоронений бывшего здесь монастырского кладбища. Применение методов электроразведки и магниторазведки для поисков могилы преподобной Рахили и обусловлено способом захоронения: по устным свидетельствам, могила представляет собой кирпичный склеп прямоугольной формы, размером 2 x 1 м, перекрытый металлическим листом того же размера. Подобный объект должен возбуждать сильные аномалии электромагнитного, магнитного и электрического поля.

В ходе совместной интерпретации была построена схема расположения геофизических аномалий на участке проведения работ. Таким образом, весь планшет можно условно разделить на три зоны.

Первая зона располагается в северо-восточной части планшета. В рельефе выделяется небольшим повышением. Данная область является аномальной для трех методов: на карте магниторазведки наблюдаются наиболее интенсивные по амплитуде и размерам аномалии. Для георадиолокации данный участок характеризуется наличием большого числа точек дифракции (локальных объектов). Волновая картина характеризуется плохой корреляцией отраженных электромагнитных сигналов. На карте электромагнитного профилирования выделяется высокоомной аномалией от непроводящего объекта.

Вторая зона располагается на юге планшета между деревьями. По результатам векторной съемки в этой зоне расположена проводящая аномалия, вытянутая в северо-восточном направлении.

Третья зона занимает оставшуюся большую часть планшета. В ее пределах располагаются отдельные точки дифракции георадиолокационного поля и магнитные диполи со значениями магнитного момента от пары сотен до 1000 нТл-м.

В результате выполненных работ на этом участке наиболее интересными являются две области на юге и западе планшета, которые служат источниками наиболее ярких аномалий в геофизических полях. Южная аномалия перспективна на поиски здесь большой братской могилы. А северная аномалия по характеру магнитных и георадарных полей является перспективной на поиски могилы преподобной Рахили.

Выводы. Как показывает опыт, поиск старых военных захоронений на полях сражений является чрезвычайно сложной задачей⁸. При этом ухоженные могилы не могут являться источником эталонной информации, потому что, как правило, бывают вторично перекопаны, надгробный холм деформирован, а окружающий ландшафт чаще всего кардинально изменен.

Пространство, которое необходимо обследовать для поиска захоронений, является значительным, и для уверенного поиска нужна обоснованная привязка, которая дает локализацию захоронений хотя бы с точностью около 50-100 м⁹. Геофизические методы выявляют большое число перспективных аномалий. Археологическая заверка, выполненная на части этих аномалий, приводит нас к неожиданной ситуации: в основном аномалии вызываются приповерхностными, почвенными изменениями.

Таким образом, классификация геофизических аномалий на природные, техногенные и имеющие историческое значение - важная задача, которая даст ключ к решению этой сложной проблемы.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Михайловский-Данилевский А.И. Описание Отечественной войны 1812 года. М.: Яуза; Эксмо, 2007. С. 131.

² Сегюр Ф.-П. де. Поход в Россию: Записки адъютанта императора Наполеона I: Пер.с фр. Н. Васина, Э. Пименовой. Смоленск: Русич, 2003. С. 53.

³ Иванов. Н. Братские могилы 1812 года на Бородинском поле. Можайск, 1962 г. С. 2.

⁴ Смекалова Т.Н., Восс О., Мельников А.В. Магнитная разведка в археологии: 12 лет применения Оверхаузерского градиентометра GSM-19WG / Кафедра квантовых магнитных явлений физического факультета СПбГУ. СПб., 2007. С. 12-13.

⁵ *Aspinall A., Gaffney Ch., Schmidt A. Magnetometry for Archaeologists.* Plymouth: AltaMira Press. 2008. P. 143-178.

⁶ Михайловский-Данилевский А.И. Указ. соч. С. 128.

⁷ Сегюр Ф.-П. де. Указ. соч. С. 54.

⁸ *Sutherland T.L., Schmidt A. The Towton Battlefield Archaeological Survey Project: An Integrated Approach to Battlefield Archaeology / Dept. of Archaeological Sciences, University of Bradford; Sutherland, T. & A. Schmidt 2003. Towton, 1461: An Integrated Approach to Battlefield Archaeology. Landscapes 4(2): 15-25.*

⁹Кац М.Я., Пелевин А.Т., Модин И.Н. Геофизические исследования на Куликовом поле // Куликово поле и Донское побоище 1380 г. / Тр. ГИМ., М., 2005. Вып. 150. 352 С. 163-180.