

Новые данные о состоянии каменного основания монумента «Медный всадник» в Санкт-Петербурге по геофизическим данным

С. М. Данильев¹, Н. А. Данильева¹, А. Г. Булах, М. А. Иванов¹, Г. Н. Попов²

¹ Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург

² ООО «Пангея», Санкт-Петербург

Каменное основание знаменитого памятника «Медный всадник» представляет собой объект особого внимания хранителей архитектурных исторических памятников, а всестороннее изучение его состояния относится к приоритетным задачам реставраторов. Геофизические методы исследования, относящиеся к неразрушающим способам определения монолитности каменных сооружений, формы границ блоков горных пород и положения грунтовых масс с разными физическими свойствами, могут служить источником ценной информации для таких специалистов. В данной статье представлены результаты исследования формы и грунтового основания каменных блоков отместки, окружающей гранитный постамент Медного всадника, а также положения нижней границы одного из гранитных блоков самого постамента памятника, расположенного с его южной стороны (блок 3 в соответствии с ранее принятым обозначением [1]).

Среди инструментальных методов неразрушающего выборочного контроля (вибраакустический, тепловой, ультразвуковой) явными преимуществами обладает георадиолокационный метод благодаря обеспечению высокой эффективности, оперативности и детальности исследований [2]. Важным достоинством георадиолокационного обследования является возможность проведения наблюдений без плотного контакта с поверхностью, что, несомненно, важно в случае монумента основания памятника «Медный всадник». В сочетании с узкой направленностью электромагнитной антенны георадара это существенно повышает детальность и пространственную разрешающую способность метода.

При георадиолокационном обследовании каменных блоков отместки и одного из гранитного блока постамента Медного всадника использован георадар «ОКО-2» (импульсный высокочастотный профилограф). Георадиолокационная съемка проведена методом непрерывного сканирования

на центральной частоте зондирующих электромагнитных импульсов 1700 МГц с антенным блоком АБ 1700. Высокочастотный Антенный блок АБ 1700 обеспечивает глубину исследований до 1,5 м с разрешающей способностью 2–3 см. Встроенный датчик перемещения, которым является одно из колес антенного блока, обеспечивает детальную привязку георадиолокационных трасс при проведении регистрации [3]. Георадиолокационная съемка осуществлялась в процессе перемещения антенной системы георадара по соответствующей линии профилейных наблюдений. Дополнительная привязка георадиолокационных профилей в процессе проведения регистрации обеспечивалась метками внутри записываемого файла с шагом 0.5 метра. Схема положения геофизических профилей и индексов георадиолокационных пикетов представлена (рис. 1).

Каменная отместка. Георадарная съемка осуществлялась по четырем профилям (I–I, II–II, III–III, IV–IV) проложенным непосредственно у основания каменного постамента с четырех сторон (рис. 2, а–г). Анализ результатов георадарной съемки, показал, что на георадарограммах проявляются отраженные электромагнитные волны (ЭМ), характеризующие контакт каменных блоков отместки возле гранитного постамента Медного всадника с грунтовым основанием. Также наблюдаются области вертикальных стыков каменных блоков отместки друг с другом. На всех отработанных георадиолокационных профилях структура волнового электромагнитного поля, охватывающего контакт каменных блоков с грунтовым основанием, не нарушена. Области интенсивного поглощения, затухания и изменения ЭМ волн не обнаружены. Следовательно, состояние каменной отместки памятника характеризуется однородностью грунтового основания, причем по характеру затухания ЭМ волн можно предположить, что основание

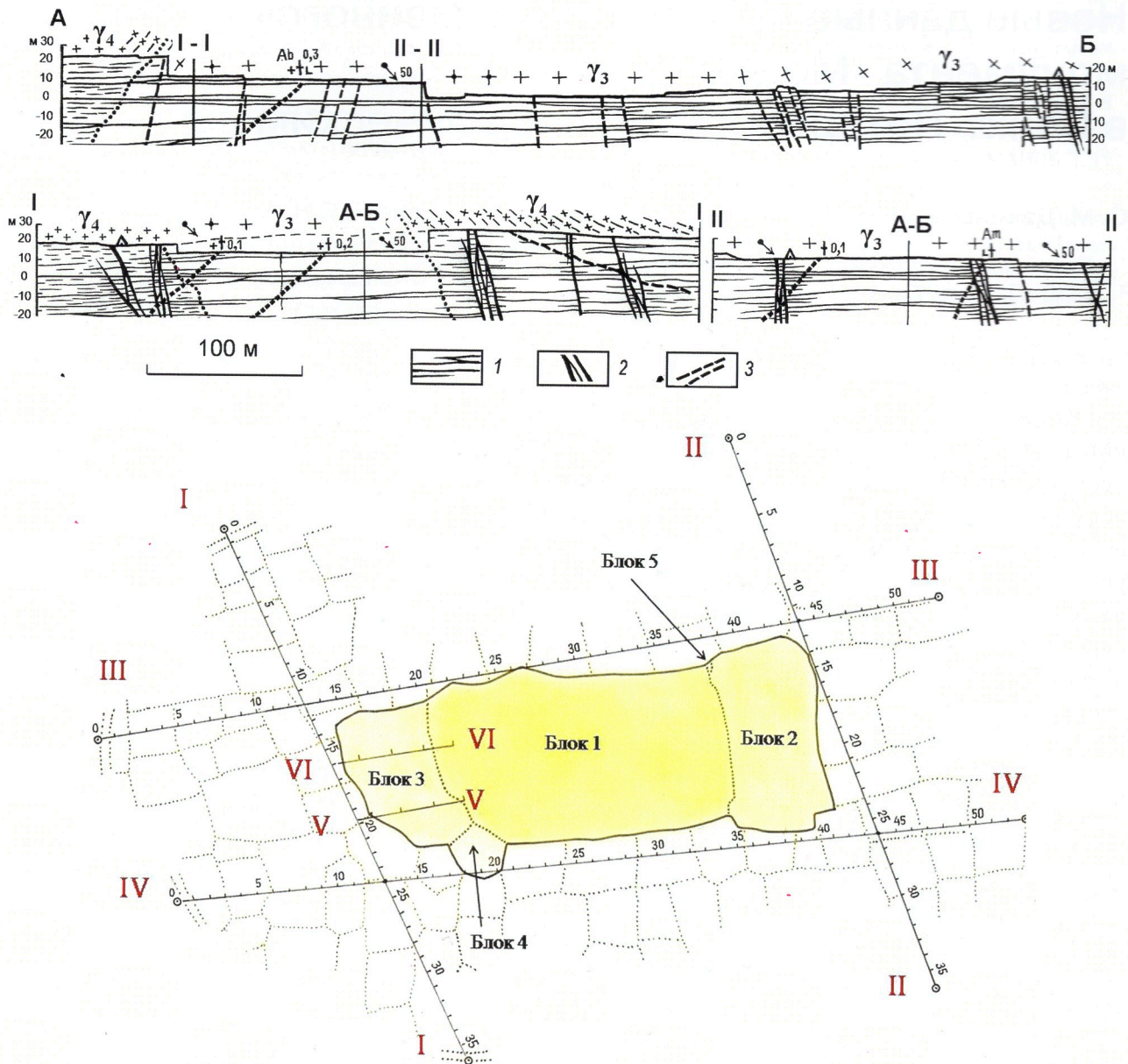


Рис. 1. Схема профилей георадарной съемки отмостки и блока 3 [1] гранитного постамента Медного всадника. Точечными линиями на схеме указаны границы каменных блоков отмостки

каменных блоков отмостки представлено, преимущественно, песчаными грунтами [3]. Каких либо полостей и зон разуплотнений в грунтовом основании исследованной части отмостки не установлено. Каменные блоки обладают различными габаритами как по протяженности, так и по глубине погружения. В грунтовом основании отмечается неоднородность границы контакта, что говорит о довольно сильной неровности нижней границы блока. Так же стоит отметить, что на георадарограммах выделяется шероховатость на вертикальных гранях каменных блоков отмостки. В целом,

каменные блоки плотно контактируют друг с другом, формируя единую архитектурную картину.

Блок 3. Георадиолокационное зондирование осуществлялось с поверхности видимой части блока по профилям V-V, VI-VI (рис. 2, д, е). В результате обработки данных георадарной съемки с учетом рельефа блока установлено, что его основание представляет собой ровную поверхность, наклоненную в северном направлении к центральной части памятника (блок 1). Детальный анализ георадарограмм по специальной ранее разработанной методике [4] выявил признаки нарушений в монолитности

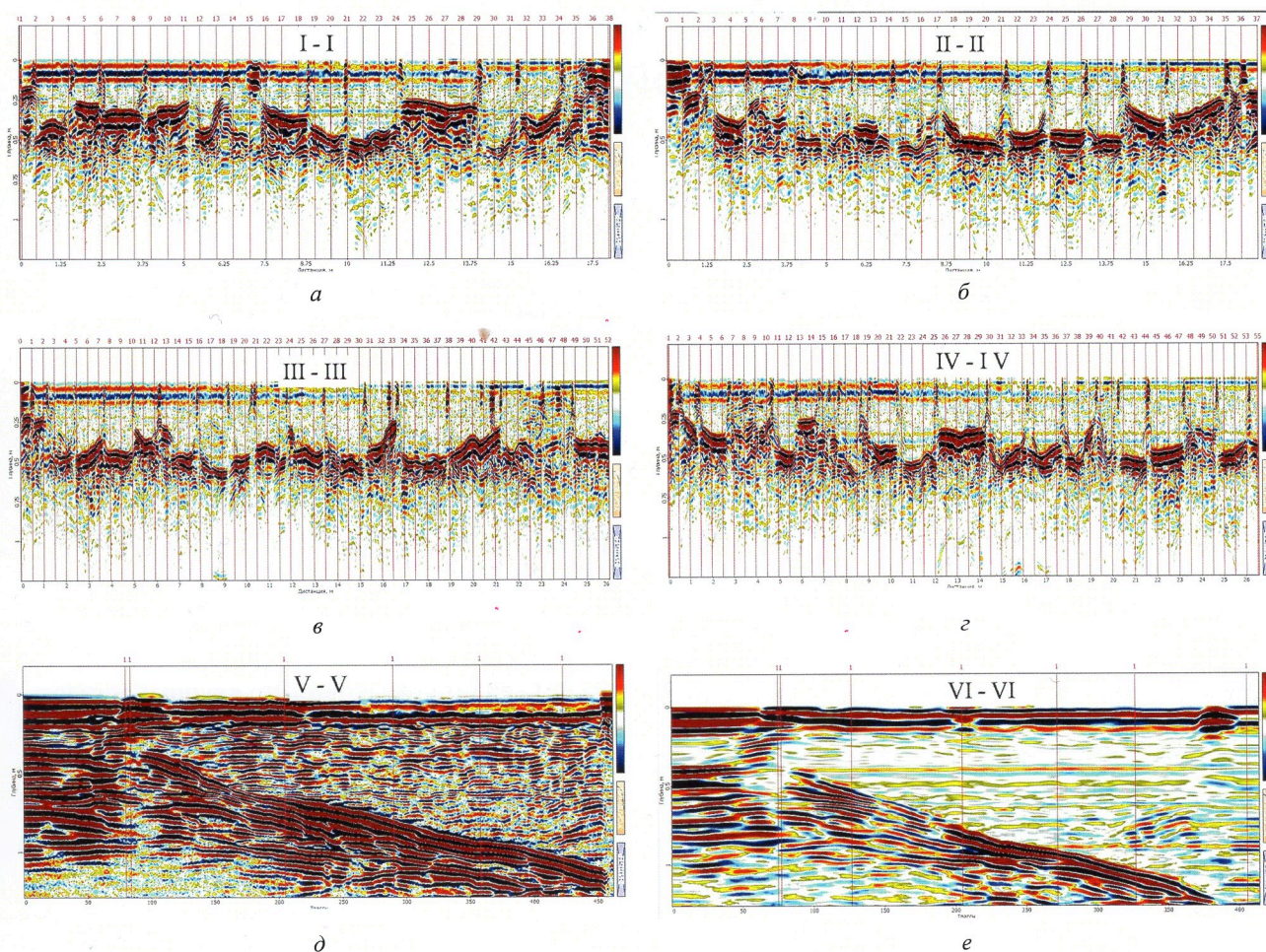


Рис. 2. Георадарограммы по профилям от I-I (а) до VI-VI (е) в соответствии с прилагаемой схемой (рис. 1)

нижней (подземной) части каменного блока, обусловленные, вероятно, серией трещин. Так как основная несущая нагрузка постамента Медного всадника приходится на блок 1 (рис. 1), а блок 3 по архитектурно-художественному замыслу является приставным и находится без дополнительной нагрузки, то наличие небольшой трещиноватости в его нижней части не может нести никаких негативных рисков для самого постамента.

В заключение отметим, что результаты апробации метода георадиолокации при обследовании формы каменных блоков отмотки окружающей гранитный постамент Медного всадника, однородности ее грунтового основания и состояния нижней части одного из гранитных блоков самого постамента свидетельствуют о его эффективности в обследовании памятника. Состояние исследованной части отмотки и гранитного блока 3 оценивается как удовлетворительное. Очевидно, что данный геофизический метод исследования может выступать в качестве ведущего в технологии неразрушающего контроля состояния архитектурных памятников в го-

родской среде, и является перспективным при дальнейшем изучении формы и состояния гранитного основания Медного всадника и оценки его несущей способности.

Литература

1. Булах А. Г., Попов Г. Н., Иванов М. А. Блочное строение гранитного постамента Медного всадника и его модель // Музей под открытым небом. Стратегия сохранения скульптуры в городской среде. СПб.: «ЗНАКЪ», 2018. С. 23–26.
2. Старовойтов А. В. Интерпретация георадиолокационных данных / Учебное пособие. М.: Издательство МГУ, 2008. 192 с.
3. Данильев С. М., Данильева Н. А. Изучение волновых электромагнитных полей зон трещиноватости массивов скальных пород, на основе математического моделирования // Естественные и технические науки. 2015. Вып. 4(82). С. 79–85.
4. Данильев С. М., Исакова Е. П., Ашкар Г. Х., Данильева Н. А. Исследование трещиноватости на месторождении облицовочного камня с привлечением метода георадиолокации // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2020. Т. 9. № 331. С. 140–145.