

THE STATE HERMITAGE MUSEUM
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭРМИТАЖ



THE STATE HERMITAGE MUSEUM

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭРМИТАЖ

VIRTUAL ARCHAEOLOGY
(from Air, on Earth, under Water and at Museum)

Proceedings of the International Forum
held at the State Hermitage Museum
28–30 May 2018

Saint Petersburg
The State Hermitage Publishers
2018

ВИРТУАЛЬНАЯ АРХЕОЛОГИЯ
(с воздуха, на земле, под водой и в музее)

Материалы Международного форума,
состоявшегося в Государственном Эрмитаже
28–30 мая 2018 года

Санкт-Петербург
Издательство Государственного Эрмитажа
2018

УДК 930.26(063)

ББК (Т)63.4

В52

Печатается по решению
Редакционно-издательского совета
Государственного Эрмитажа

Программный комитет:

И. Гревцова (Испания)
С. Кампана (Италия)
Д. Коробов (Российская Федерация)
Л. Лонго (Сингапур)
С. Пескарин (Италия)
П. Рейли (Великобритания)
Й. Фассбиндер (Германия)
С. Хермон (Кипр)

Научный редактор:

Д. Ю. Гук

Редакционная коллегия:

А. Ю. Алексеев
Л. С. Воротинская
Ю. Ю. Пиотровский
П. Рейли

Виртуальная археология (с воздуха, на земле, под водой и в музее) : материалы Междуна-
В52 родного форума, состоявшегося в Государственном Эрмитаже 28–30 мая 2018 года / Государ-
ственный Эрмитаж. – СПб. : Изд-во Гос. Эрмитажа, 2018. – 300 с. : ил.

ISBN 978-5-93572-792-5

Государственный Эрмитаж и Некоммерческое партнёрство по автоматизации музейной деятель-
ности и новым информационным технологиям (НП АДИТ) в третий раз организовали встречу специ-
алистов в области виртуальной археологии, чтобы обсудить её вклад в изучение археологических
памятников с воздуха, на земле и под водой, а также их представление в музейном пространстве.

Проект выполнен при поддержке Фонда президентских грантов – проект № 17-2-000602 и ИКОМ
России.

Издание предназначено для археологов, музейных работников и специалистов по информаци-
онным технологиям.

УДК 930.26(063)

ББК (Т)63.4

На обложке:

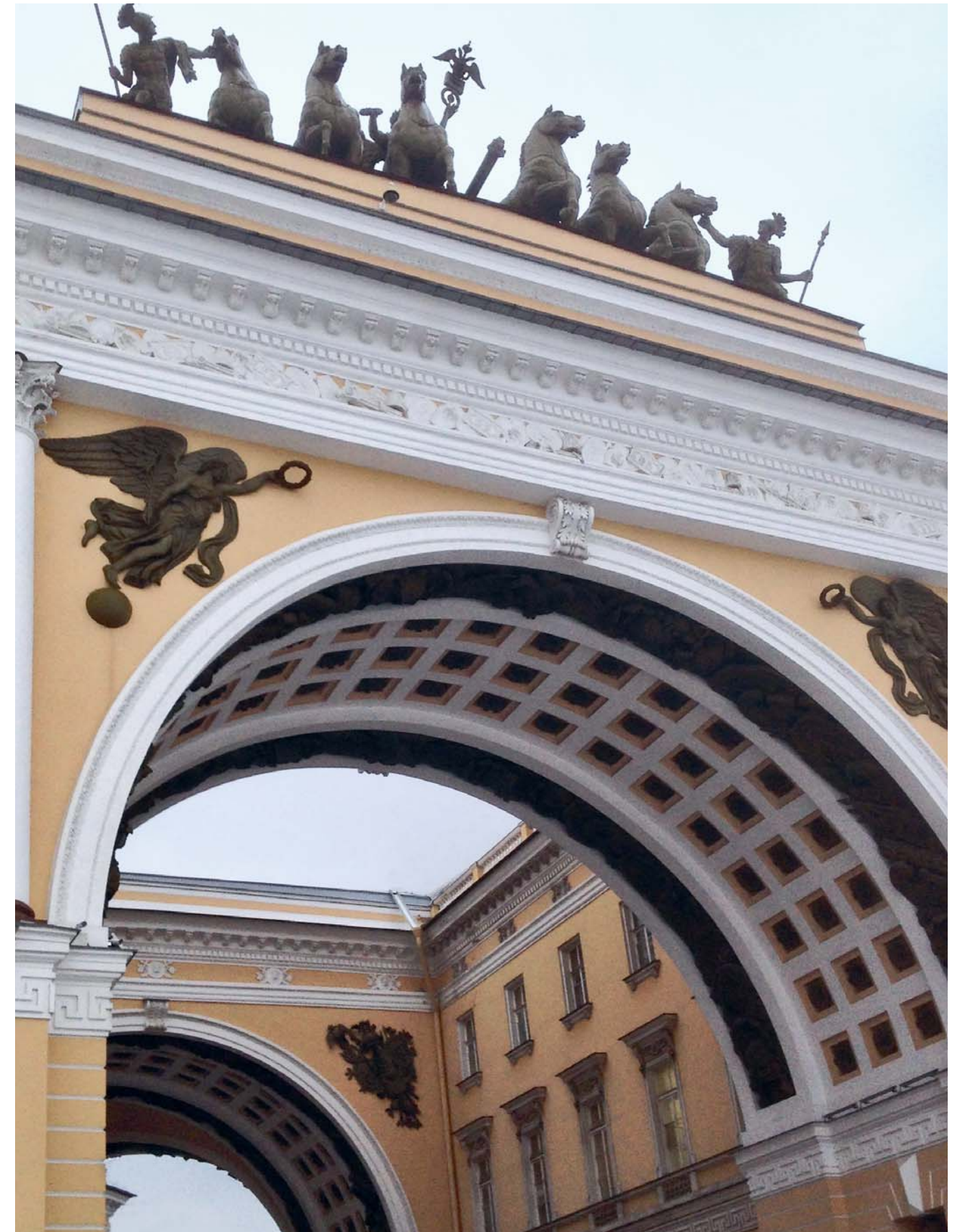
логотип «Виртуальная археология», автор Д. Ю. Гук

© Авторы, тексты, иллюстрации, 2018

© Государственный Эрмитаж, Санкт-Петербург, 2018

© СПб ГБУК «Музей-институт семьи Рерихов», Санкт-Петербург, 2018

ISBN 978-5-93572-792-5



М. Н. Дараган
Институт археологии НАН Украины, Украина

Ю. М. Свойский
«Лаборатория RSSDA», РФ

КАРТИРОВАНИЕ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВНУТРЕННЕГО ПРОСТРАНСТВА ЗАПАДНОГО БЕЛЬСКОГО ГОРОДИЩА¹

Постановка проблемы и выбор методов решения

Западное Бельское городище представляет собой часть оборонительной системы Большого Бельского городища – крупнейшего фортификационного сооружения скифской эпохи Евразии (рис. 1). Наиболее ярким элементом городища являются его оборонительные сооружения – относительно хорошо сохранившиеся монументальные валы и рвы. Вопрос о времени их сооружения на сегодняшний день является открытым, вероятно, валы были построены не ранее середины VII века до н. э. и не позднее второй половины VI века до н. э., возможно, в несколько этапов. Однако наибольший интерес для исследователя поселений представляет внутреннее пространство городища.

Поселение на территории будущего Западного Бельского городища возникло около середины VIII века до н. э. в ходе миграции в Поворсклье населения днепровского правобережья – носителей жаботинской археологической культуры. Это население оставило после себя специфические объекты, традиционно именуемые зольными насыпями или «зольниками». Зольники морфологически представляют собой возвышения размером от 20 до 100 метров в поперечнике, в плане их форма может быть близка к кругу или овалу, но наиболее крупные, как правило, имеют неправильную форму. Высота зольных насыпей Западного Бельского городища по наблюдениям начала XX века составляла более 1 м, но к настоящему времени, вследствие воздействия плоскостной эрозии, усиленной многократной распашкой, высота даже наиболее крупных зольников не превышает 50 см, а в большинстве случаев редко составляет более 15–20 см. На современной поверхности зольники выделяются характерным светло-серым цветом. Вскрытые раскопками, они обнаруживают высокую насыщенность культурным материалом и археологические объекты, интерпретируемые как хозяйственные ямы, печи, жертвенники; производственные комплексы, связанные с зольниками, до настоящего времени не выявлены. Генезис зольников остаётся предметом дискуссий, различные исследователи либо связывают их с хозяйственной деятельностью и рассматривают фактически как мусорные кучи, образовывавшиеся у жилых комплексов, либо описывают их как культовые сооружения.

¹ Авторы выражают благодарность компании TVIS, Олеся Ясинскому и Алексею Доманскому, предоставившим в распоряжение материалы аэрофотосъёмки Западного Бельского городища; сотруднику «Лаборатории RSSDA» Рафхату Габдулину, сформировавшему трёхмерные модели рельефа, а также Ксении Бондарь, Олегу Карасёву и Екатерине Романенко, принявшим деятельное участие в обсуждении проблематики картирования внутреннего пространства Западного Бельского городища.

Археологический материал, наблюдаемый в зольных насыпях, датируется периодом с середины VIII века до н. э. по середину V века до н. э., причём отмечается, что зольники существовали в течение достаточно длительных периодов времени, от 50 до 150 лет (Шрамко 2012; Гавриш 2016).

На протяжении более 120 лет археологических исследований Западное Бельское городище неоднократно картировалось. Первый схематичный план городища был составлен в 1895 году А. А. Бобринским. Первая подробная схема с нанесёнными зольниками представлена в отчёте В. А. Городцова за 1906 год. На отдельной схеме он отметил наблюдаемые им 34 зольных насыпи, на восьми из которых им были заложены раскопы (Городцов 1911). В 1958 году этот план был уточнён в рамках совместной работы Московского и Харьковского государственных университетов. На новом плане было обозначено 43 зольника (Шрамко 1958. Лист XI). В 1968 году экспедицией Б. А. Шрамко была выполнена топографическая съёмка и составлен план укрепления, на котором обозначено уже 53 зольника с порядковой нумерацией. При этом в нумерацию были включены номера зольников, раскопанных В. А. Городцовым (Шрамко 1975). Впоследствии к этому плану был добавлен 54-й зольник (Шрамко, Задніков 2014. С. 22).

При проведении раскопок в восточной части укрепления (зольники № 5, 13 и 10) выяснилось, что расположение одних и тех же зольников на планах Городцова (1906) и Шрамко (1968) различается. Но при раскопках во всех этих зольниках были обнаружены старые траншеи Городцова. Сопоставление их параметров, ориентировки с описаниями в дневниках Городцова позволили определить, что зольник № 5 на схеме Шрамко соответствует зольнику № 4 на схеме Городцова, зольник № 13 – зольнику № 5, а зольник № 10 – зольнику № 3 (Шрамко 2012. С. 168; Гавриш 2016. С. 24). П. Я. Гавриш, исследовавший зольник № 7, не обнаружил в нём раскопов В. А. Городцова и потому предложил нумеровать их как два разных зольника № 7 и 7/2. И. Б. Шрамко полагает, что П. Я. Гавришем был раскопан зольник № 22 (Шрамко 2012. С. 168). Всего начиная с 1958 года на городище исследовалось одиннадцать зольников (№ 7/2 (или 22), 5, 10, 11, 12, 13, 19, 28, 30, 40, 54) и закладывались отдельные траншеи на участках вне зольников.

К настоящему времени для Западного Бельского городища известно четыре плана с обозначенными на них зольниками, три из этих планов опубликованы (Гавриш 2016. С. 32, 33). Выявленные расхождения в нумерации зольников и в пространственном положении объектов, безусловно, следует объяснять несовершенством доступных ранним исследователям методов картирования (глазомерная, полуинструментальная и в лучшем случае теодолитная и мензульная съёмка с опорой на пункты низких классов). Опубликованные материалы позволяют заключить, что съёмки, описанные исследователями как инструментальные, фактически выполнялись с помощью буссоли и измерительных рулеток, то есть полуинструментальным способом, что и предопределило их невысокую точность. Даже после появления и широкого распространения современных измерительных приборов (электронных тахеометров, GNSS-приёмников и др.) их применение не вошло в повседневную практику ежегодных раскопок на Западном Бельском городище. Точные методы привязки раскопов по-прежнему не практикуются; они, по-видимому, глазомерно привязываются к плану 1968 года.

Слабость топографической основы археологических работ на Западном Бельском городище прекрасно иллюстрируется опубликованными сведениями о его площади. Так, в публикациях указывались площади в 72,0 га (Шрамко 1975; Шрамко 1987), 95,0 га (Мурзін и др. 1999. С. 27), 85,0 га (Гавриш 2016. С. 15), 86,5 га (Кушнір, Кушнір 1999.

С. 106–120), то есть разброс значений достигает 23 га. Безусловно, это может быть отчасти объяснено разными принципами измерения, так как городище было оконтурено и измерено по гребню вала ($\approx 87,7$ га), внешнему краю рва ($\approx 103,7$ га) или внутреннему подножию вала ($\approx 83,1$ га), но и само определение положения этих контуров достаточно условно.

Несовершенство имеющихся в распоряжении исследователей топографических материалов не позволяет решить ряд проблемных вопросов археологии Западного Бельского городища. Так, остаётся открытым вопрос о действительном числе и конфигурации зольников в пределах внутреннего пространства городища, тем более что в настоящее время оно интенсивно распаивается – и это в ещё большей степени затрудняет как визуальное выявление зольников на местности, так и определение их контуров. Неясны (за отдельными исключениями) пространственные и хронологические взаимоотношения зольных насыпей, не исследована внутренняя структура (организация) поселения и её взаимосвязь с естественным рельефом. Нельзя считать окончательно решёнными и вопросы конструкции и истории формирования валов, числа въездов в городище, взаимоотношения собственно городища с окружающими поселениями.

Решение перечисленных выше проблемных вопросов может быть облегчено полноценным картированием памятника. При этом следует учитывать, что исследование как оборонительных сооружений, так и внутреннего пространства городища осложнено наложенными антропогенными формами рельефа, появившимися вследствие селитроварного производства в XVII–XVIII веках и распашки внутреннего пространства в XX–XXI веках. Поэтому это картографирование должно быть выполнено способом, обеспечивающим возможность глубокого анализа топографии городища в целом. Таким способом представляется метод морфометрического анализа трёхмерных моделей рельефа, успешно применённый нами для выявления и картирования археологических памятников в России, Эквадоре и Монголии (Svoiski, Romanenko 2013).

Сбор и подготовка данных для анализа

Исходные данные для анализа были получены 16 августа 2017 года путём аэрофотосъёмки с беспилотного летательного аппарата DJI Phantom 4 PRO, оснащённого штатной цифровой фотокамерой DJI FC6310, с 1" CMOS матрицей (4864 × 3648 пикселей, 20 Мп), фокусное расстояние объектива 8,8 мм. Фотографирование выполнялось с высоты 270 метров над уровнем моря (100–150 метров над рельефом (AGL)). На момент съёмки северная часть территории городища была распаивана, южная часть покрыта посевами рапса высотой до 60 см. В общей сложности съёмкой была покрыта территория площадью около 260 га (2,6 км²). Первичная обработка данных заключалась в формировании фотограмметрическим способом ортофотоплана с разрешением на земле (GSD) 5 см и облака точек поверхности. Съёмка проводилась с использованием одиннадцати опознаков (контрольных точек), координированных методами спутниковой геодезии (GPS+GLONASS) двухчастотным GNSS-приёмником в режиме RTK, что обеспечило достаточную для выполнения задачи плановую и высотную точность моделирования.

На основе облака точек была сформирована триангуляционная модель поверхности. Триангуляционная модель была преобразована в регулярные цифровые модели поверхности («карты высот») с разрешением 50, 25 и 10 см (рис. 2).

Модели поверхности имеют ряд дефектов, обусловленных преимущественно ограничениями фотограмметрического алгоритма, поэтому для дальнейшего анализа была выделена зона покрытия кондиционными данными площадью 146,5 га (1,465 км²), включавшая собственно территорию городища в пределах валов



Рис. 1.
Западное Бельское городище. Ортофотоплан, разрешение 5 см. Изображение автора

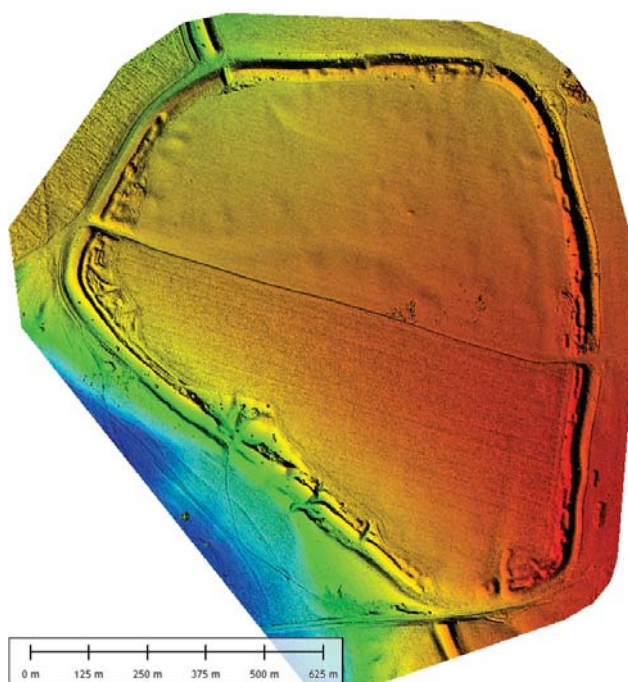


Рис. 2.
Западное Бельское городище. Цифровая модель поверхности, разрешение 25 см.
Искусственное освещение – «вечернее», с юго-запада (с истинного азимута 230 градусов)
под углом 40 градусов от горизонта. Изображение автора

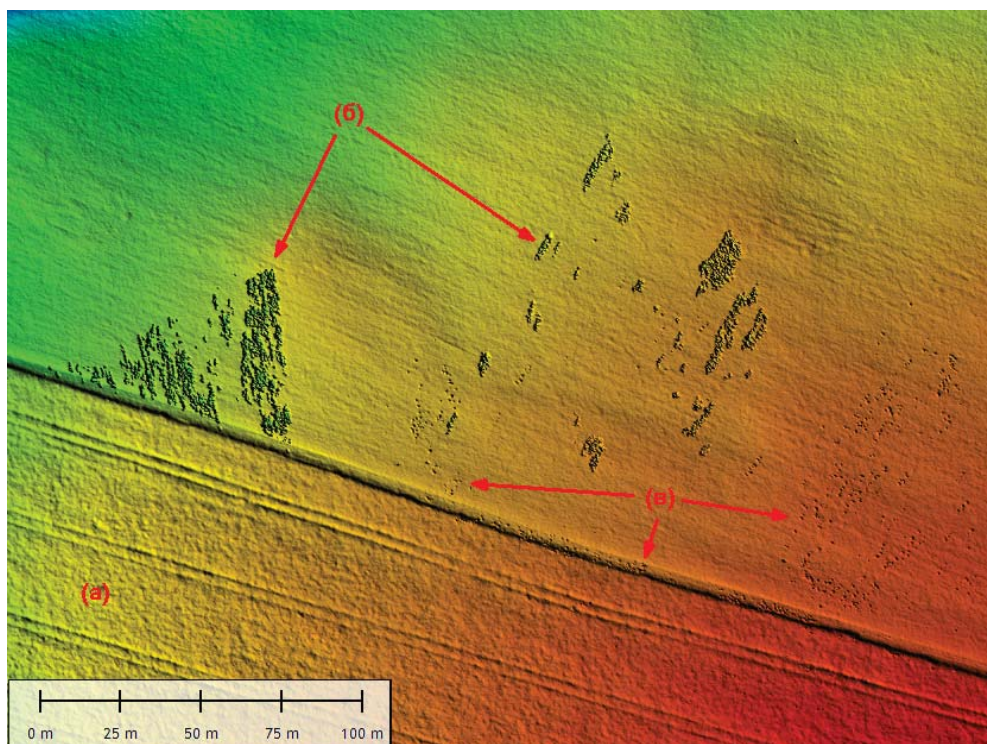


Рис. 3.

Характерные дефекты цифровой модели поверхности, связанные с некорректной работой фотограмметрического алгоритма: а – некорректное определение высоты поверхности на площади, покрытой рапсом; б – положительный «шум»; в – отрицательный «шум».

Изображение автора

с опоясывающим буфером шириной не менее 100 м от гребня вала. Данные в пределах этой зоны можно признать, с рядом ограничений, пригодными для анализа микрорельефа. Ограничения связаны с растительностью – даже на травянистой растительности (посевы рапса) высотой до 60 см фотограмметрический алгоритм вполне предсказуемо усреднил высотные отметки поверхности, что сделало модель на этом участке непригодной для морфометрического анализа. Кроме того, на модели отмечаются артефакты данных, связанные с ошибками алгоритма (рис. 3). Тем не менее пространственные данные, полученные в результате фотограмметрической и постфотограмметрической обработки аэроснимков имеют точность и качество, достаточные для выполнения измерений и анализа морфологии поверхности.

Исследование пространственных данных

Предметом исследования является внутреннее пространство Западного Бельского городища, причём основное внимание сосредоточено на выявлении и картировании зольников; остальные проблемы топографии Западного Бельского городища, как и его археологического и ландшафтного контекста, на настоящем этапе не рассматриваются.

Границы внутреннего пространства городища определяются «внутренним» подножием окаймляющего вала. Это в значительной степени условная линия, так как

исходная геометрия вала (и в особенности его внутреннего ската) существенно нарушена как естественными денудационными процессами, так и наложенными формами искусственного рельефа, связанными с селитроварным производством. Площадь внутреннего пространства городища, измеренная по «внутреннему» подножию вала, составляет $\approx 83,1$ га. В рамках уточнения размеров городища были также измерены площади «по контуру гребня вала» ($\approx 87,7$ га при периметре 3555 м) и «по внешнему краю» ($\approx 103,7$ га). Следует подчеркнуть, что обе эти линии, положение которых определено геоморфологическими методами (выделением «естественных» и «искусственных» граней рельефа), также достаточно условны. Отдельные участки вала сильно разрушены (особенно пострадал юго-западный фас, обращённый к долине р. Сухая Грунь), на южной оконечности городища вал отсутствует. Контур «внешнего края» реконструирован с учётом воздействия денудационных процессов (плоскостный смыв, гравитационное смещение, эрозия временных водотоков) и на отдельных участках нанесён предположительно (рис. 4).

Различная обнажённость поверхности в северной и южной частях городища предопределила различный подход к изучению пространственных данных. Если в северной части городища свежая вспашка позволила беспрепятственно анализировать модели поверхности, то для южной части такой подход применить было невозможно. В обоих случаях выявление объектов выполнялось комбинированным способом, по фототону ортофотоплана и методом математической визуализации рельефа поверхности.



Рис. 4.

Западное Бельское городище. Ортофотоплан с нанесёнными контурами внутреннего пространства городища (оранжевая линия), периметра по гребню вала (красная линия), внешнего края рва (зелёная линия). Изображение автора

Изучение моделей поверхности

Визуализация рельефа поверхности выполнялась тремя способами (рис. 5):

- а) по превышениям (относительной высоте) ячеек модели;
- б) по углу наклона поверхности;
- в) по экспозиции склона.

Все три способа применялись к трём моделям, с разрешением 50, 25 и 10 см, наилучшую дешифрируемость показала модель с разрешением 25 см. При этом использовалась тонкая настройка схем визуализации, заключавшаяся преимущественно в управлении параметрами вертикального преувеличения, подборе оптимального контраста цветовой схемы и динамическом управлении искусственным освещением поверхности (псевдотенями).

Применительно к Западному Бельскому городищу наилучшие результаты показала визуализация по экспозиции склона, позволившая чётко выявить даже незначительные перегибы поверхности. Визуализация по превышениям не дала существенных результатов вследствие незначительности высоты аномалий рельефа – от 11 до 55 см, при перепаде высот в 23 м в пределах внутреннего периметра валов. Тем не менее в некоторых случаях, особенно при применении высококонтрастных цветowych схем, визуализация по превышениям позволила не только правильно интерпретировать взаимоотношения аномалии и «нормальной» поверхности, но и уточнить (в динамическом режиме) контуры аномалий. Визуализация по углу наклона поверхности оказалась практически не применимой для выявления аномалий, однако оказалась полезной при изучении общего ландшафтного контекста памятника.

Общий подход к выявлению аномалий основывался на геоморфологических принципах. Для каждого участка модели оценивалась надёжность исходных данных и выявлялись дефекты модели, не являющиеся отображением реального рельефа. Затем отбраковывались формы, образованные естественными денудационными процессами и обусловленные особенностями геологии памятника, выявлялся антропогенный рельеф. Из элементов антропогенного рельефа картированию не

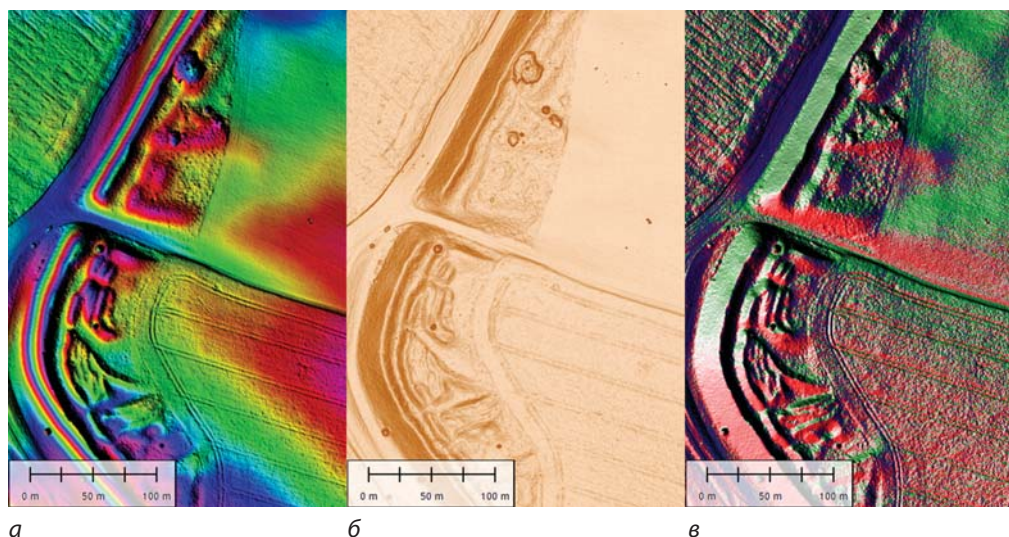


Рис. 5.

Визуализация рельефа поверхности математическими алгоритмами, формирующими цветовые схемы: а – по превышениям; б – по углу наклона поверхности; в – по экспозиции склона.
Изображение автора

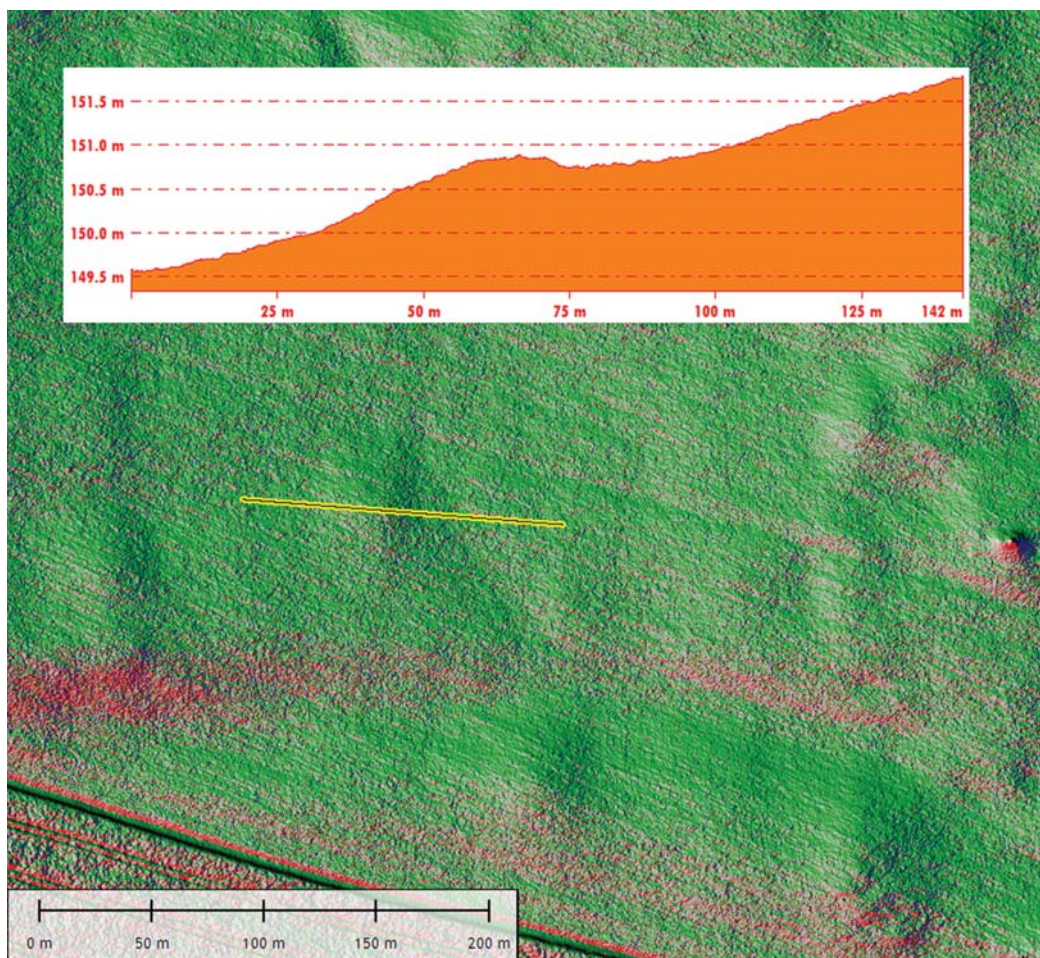


Рис. 6.
Профилирование выявленной аномалии на модели рельефа, визуализированной по экспозиции склона. Изображение автора

подлежали все структуры, связанные с современной хозяйственной деятельностью, за исключением объектов, имеющих значение ориентиров (заглушённые скважины). Неоконтуривались также валы, рвы и объекты, несомненно связанные с селитроварным производством XVII–XVIII веков. Аномалии, которые могли быть интерпретированы и как зольники, и как следы селитроварения, – оконтуривались.

Аномалии выявлялись преимущественно по перегибам поверхности. При оконтурировании аномалий использовалось профилирование поверхности (рис. 6) с автоматизированным выносом на план положений точек перегиба. Для каждой аномалии определялись контрольные точки контура (от 4 точек для округлых аномалий размером до 30 м в поперечнике до 16 точек для крупных аномалий сложной геометрии). Точки соединялись замкнутыми контурами, при необходимости линия контура дополнительно корректировалась («укладывалась») по рельефу. Безусловно, контуры аномалий рельефа существенно нарушены («размыты») распашкой, однако детальность модели позволяет надёжно идентифицировать линии перегиба. Отбраковка естественных форм рельефа выполнялась обычными геоморфологическими методами.

Изучение фототона ортофотоплана

Опыт анализа совокупностей пространственных данных позволяет в современных условиях считать изучение фототона ортофотоплана необходимым, но скорее вспомогательным (в том числе контрольным) методом. Применительно к Западному Бельскому городищу исследование фототона показало следующие результаты.

Для распаханной территории выявляется два типа аномалий фототона (рис. 7): светло-серые округлые пятна, часто с «размазанным» по направлению вспашки контуром, и бурые округлые, реже вытянутые по направлению распашки пятна.

Для территории, покрытой посевами рапса, характерны два иных типа аномалий фототона (рис. 8): светлые округлые пятна и тёмно-зеленые пятна.

Кроме того, на ортофотоплане отмечаются тёмные пятна, представляющие собой тени от мелких облаков. Иногда они случайным образом совпадают с положением зольников, отмеченных на опубликованных планах, и могут быть ошибочно приняты за аномалии фототона (рис. 9).

Результаты изучения поверхности городища

Северная часть Западного Бельского городища

Изучение цифровой модели поверхности позволило выявить в пределах северной части городища 63 положительных аномалии рельефа (z_1 – z_{63} , см. рис. 10), расположение которых в некоторых случаях коррелирует с положением 26 «зольников», обозначенных на плане Б. А. Шрамко ($z_1 \approx 25$, $z_5 \approx 45$, $z_{10} \approx 36$, $z_{11} \approx 28$, $z_{12} \approx 27$, $z_{19} \approx 21$, $z_{20/54} \approx 46$, $z_{22} \approx 61$, $z_{24} \approx 20$, $z_{43} \approx 18$, $z_{25} \approx 48$, $z_{29} \approx 16$, $z_{32} \approx 19$, $z_{31} \approx 26$, $z_{34} \approx 52$, $z_{35} \approx 53$, $z_{36} \approx 14$, $z_{37} \approx 4$, $z_{38} \approx 3/42$, $z_{39} \approx 10$, $z_{63} \approx 1$, $z_{41} \approx 2$, $z_{42} \approx 15$, $z_{45} \approx 11/12$). Однако положение зольников на старых планах не соответствует реальному положению аномалий рельефа и фототона. Корреляция зольников на плане Б. А. Шрамко с наблюдаемыми аномалиями рельефа существенно затрудняется геометрической неточностью этого плана и сохраняющейся традицией отсутствия инструментальной привязки раскопов (рис. 11). Так, например, аномалия z_2 соответствует зольнику 40. Этот зольник исследовался в 1968 году (Гавриш 2016. С. 26) и, по всей видимости, ему соответствует аномалия z_4 , поскольку в её пределах выявляется контур старого раскопа, единственного в этой части городища (рис. 12). Ещё более характерным примером является раскоп 2015 года, заложенный на зольнике № 13, положение которого явно определено неверно (рис. 13).

Наблюдаемые в северной части городища «светло-серые» аномалии фототона обнаруживают прямую корреляцию с положительными аномалиями рельефа, предположительно являющимися зольниками. Тем не менее наблюдается значительное число положительных аномалий рельефа, не имеющих соответствия в фототоне. Таких аномалий 32, то есть около половины из выявленных. Как правило, это аномалии небольшого, реже среднего размера, часто приуроченные к периферии внутреннего пространства городища. «Светло-серых» аномалий фототона, не имеющих соответствия в рельефе, не обнаруживается. Интерпретировать эти наблюдения можно двумя путями. Либо аномалии рельефа, не имеющие светлой окраски грунта, отличаются от классических зольных насыпей по своему составу (например, содержат меньшее количество «зольного» компонента), либо это вполне классические зольники, ещё не вскрытые распашкой. В последнем случае они могут оказаться ценным объектом будущих исследований.

«Бурые» аномалии фототона не обнаруживают корреляции с аномалиями рельефа, и их природа требует дополнительного полевого изучения.



Рис. 7.

Аномалии фототона ортофотоплана на пашне: *а* – светло-серые округлые пятна, часто с «размазанным» по направлению вспашки контуром; *б* – бурые округлые, реже вытянутые по направлению распашки пятна. Изображение автора



Рис. 8.

Аномалии фототона ортофотоплана на посевах рапса: *а* – светлые округлые пятна; *б* – тёмно-зелёные пятна. Изображение автора



Рис. 9.

Аномалии фототона, не связанные с действительным цветом поверхности – тени от мелких облаков. Изображение автора



Рис. 10.

Положительные аномалии рельефа в северной части Западного Бельского городища (красный контур) и «бурые» аномалии, не имеющие соответствия в рельефе (коричневый контур). Изображение автора

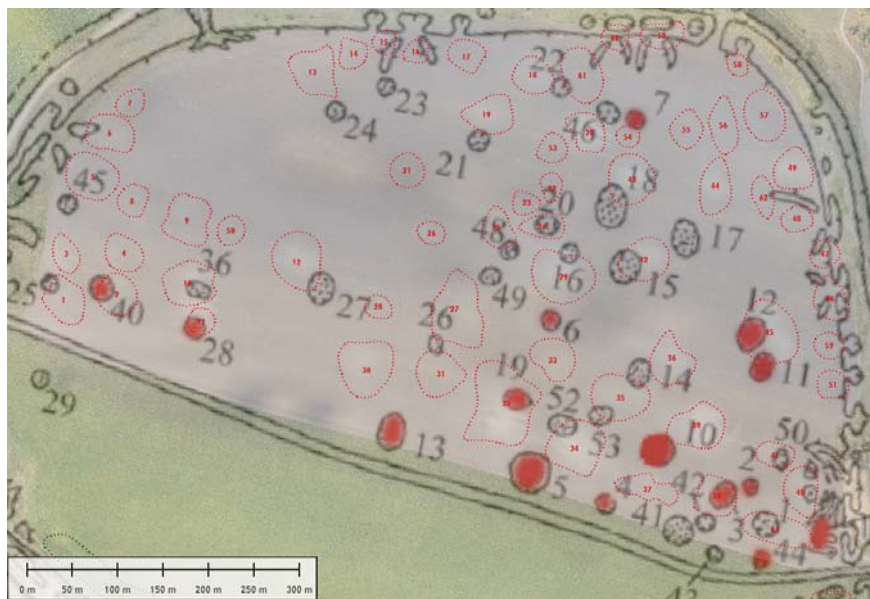


Рис. 11.

Схема соответствия выявленных аномалий зольным насыпям плана Б. А. Шрамко. Красной заливкой показаны зольники, вскрытые раскопками прошлых лет. Вследствие отсутствия сведений об опорной сети исходного плана и существенных искажений геометрии, привязка плана выполнена по характерным точкам линейным способом в прямоугольной системе координат. Изображение автора

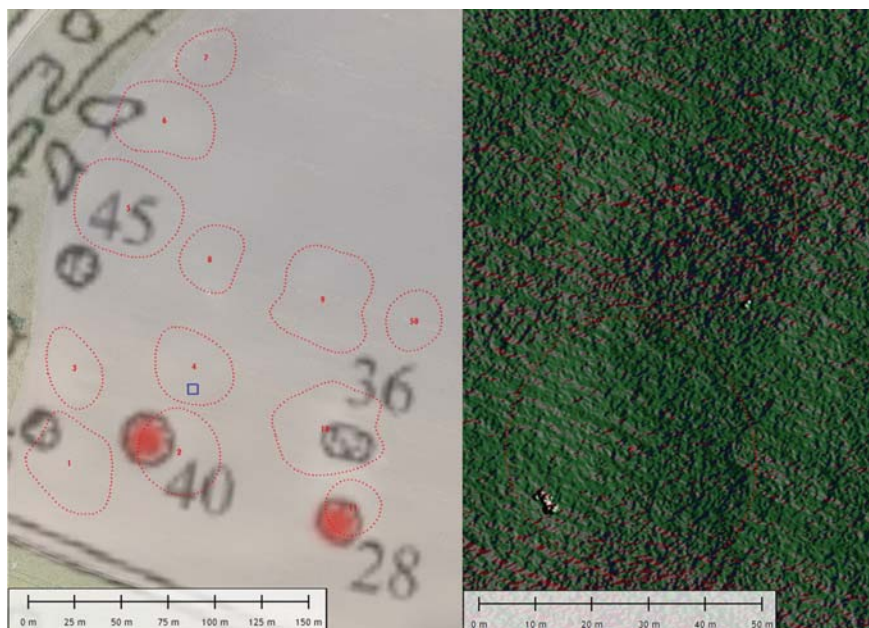


Рис. 12.

Привязка раскопа на зольнике №40 к аномалиям рельефа западной части городища. Синим квадратом показан раскоп, вокруг которого наблюдаются перемещения грунта, отразившиеся в микрорельефе пашни. Несмотря на то, что обозначенный на плане зольник №40 накладывается на аномалию z2, фактически раскопом вскрыта аномалия №4. Изображение автора

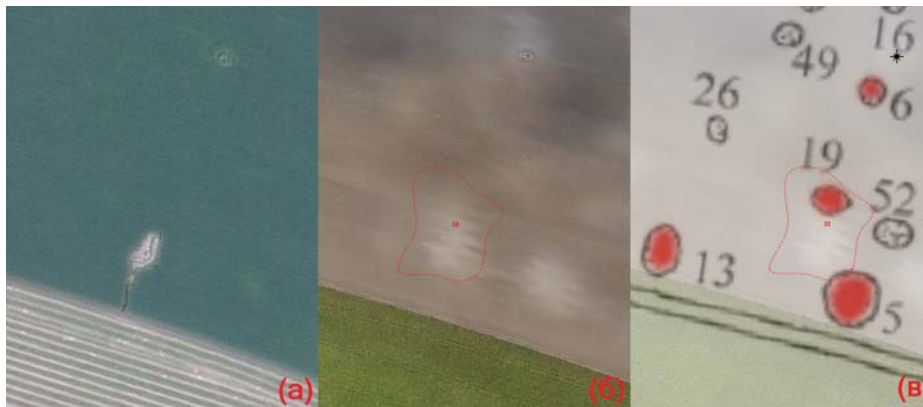


Рис. 13.

Привязка раскопа на зольнике № 13 к аномалиям рельефа восточной части городища:
а – спутниковый снимок 2015 года, сделанный непосредственно во время раскопок;
б – аэросъёмка того же места 16 августа 2017 года; *в* – аэросъёмка 2017 года с наложенным планом Б. А. Шрамко. В северной части фрагмента наблюдается характерный ориентир – заглушённая скважина. Сопоставление съёмок 2015 и 2017 годов позволяет заключить, что раскоп заложен на аномалии рельефа z32. Изображение автора

Южная часть Западного Бельского городища

В южной части городища применение анализа модели поверхности было ограничено наличием травянистой растительности (посевов рапса), эффективно «смазавшей» перегибы рельефа и сделавшей практически невозможным выявление аномалий с малой высотной амплитудой. Однако и в этих условиях непосредственно по модели рельефа удалось выявить шесть положительных аномалий, пространственно соответствующих части из 14 зольников, обозначенных на плане Б. А. Шрамко (1968). Изучением фототона территории в южной части городища, на момент съёмки покрытой рапсом, было выявлено 27 «светлых» округлых пятен. Четыре пространственно совпали с аномалиями рельефа, обнаруженными на моделях. При этом, как правило, контур светлого пятна либо совпадал с контуром аномалии рельефа, либо был существенно меньше его. Экстраполируя материалы наблюдений в северной части городища на его южную часть и сопоставляя их с результатами изучения фототона, можно предполагать, что после выполнения новой аэрофотосъёмки в благоприятных условиях, в южной части городища возможно выявление новых зольников, в большинстве небольших и приуроченных к периферии внутреннего пространства городища. Несомненно, как удельная плотность зольных насыпей, так и занимаемая ими территория в южной части городища меньше, чем в северной.

Помимо светлых аномалий в южной части городища наблюдаются два больших по размеру тёмно-зеленых пятна, не обнаруживающих пространственной корреляции с элементами рельефа и, предположительно, связанных с вариациями химического состава или увлажнённости почвенного слоя. Их природа также требует полевого изучения (рис. 14).

Общие наблюдения

При изучении моделей рельефа Западного Бельского городища помимо положительных аномалий рельефа, интерпретируемых как зольники, был выявлен ряд форм, предположительно имеющих антропогенное происхождение.

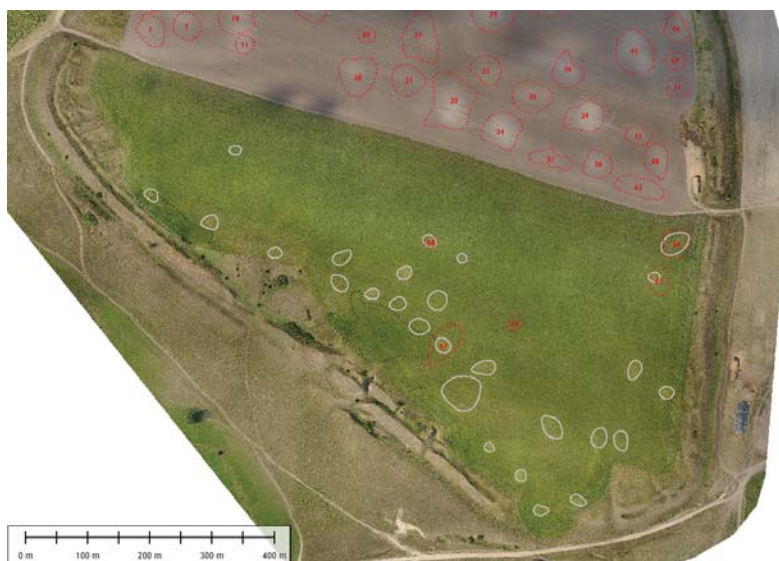


Рис. 14.

Положительные аномалии рельефа в южной части Западного Бельского городища (красный контур), «светлые» аномалии, предположительно связанные с зольниками (белый контур) и «тёмно-зелёные» аномалии, связанные с вариациями химического состава или увлажнённости почвенного слоя (коричневый контур). Изображение автора

В центральной части городища анализом модели поверхности по экспозиции склона и конфигурации горизонталей выявляется линейная аномалия рельефа, по своей морфологии представляющая выраженный дугообразный уступ шириной от 10 до 20 м (рис. 15). На отдельных участках поверхность уступа осложнена понижениями,



Рис. 15.

Линейная аномалия на склоне северо-западной экспозиции в северной части городища. Цифровая модель поверхности, визуализированная по экспозиции склона. Изображение автора

параллельными общему направлению этой структуры. В направлении западного и восточного въездов в городище этот уступ переходит в хорошо выраженные линейные понижения глубиной до 15 см, примыкающие к современной сквозной дороге. Общая протяжённость этой аномалии рельефа составляет около 830 м; аномалия не согласуется с естественным рельефом и пересекает направление падения склона под разными углами. В фототоне эта линейная аномалия практически не отражена.

Территория к северу от описанной выше аномалии рельефа (фактически вся северная половина городища) имеет достаточно выраженный грядовый (волнистый) рельеф (рис. 16 и 17). Особенно хорошо гряды выражены в северо-восточной части городища, где они имеют высоту до 40–50 см. В северо-западной части городища

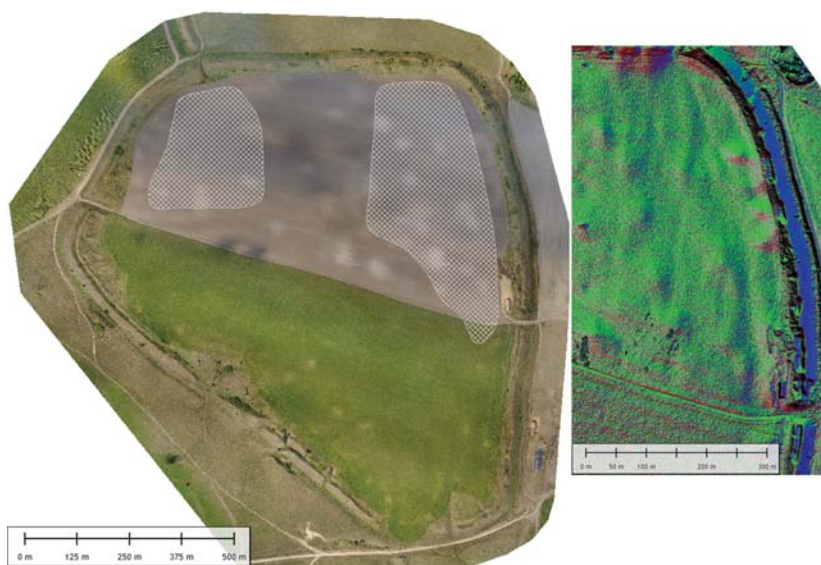


Рис. 16.

Расположение и морфология зон волнистого (грядового) рельефа в северной части городища.
Изображение автора

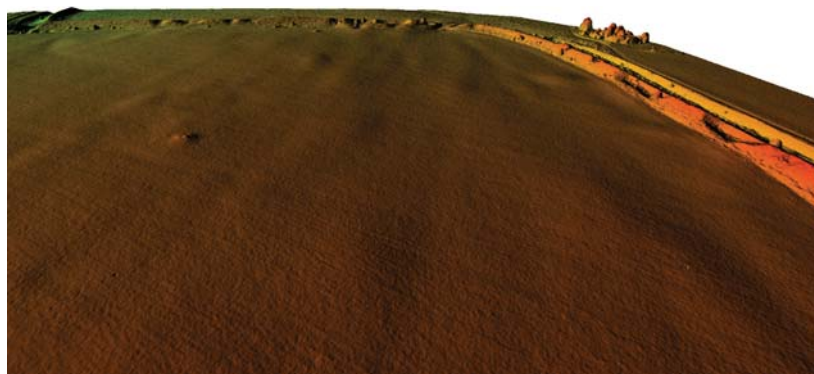


Рис. 17.

Перспективный вид на грядовый рельеф в северо-восточной части городища.
Вид от дороги в северном направлении. Искусственное освещение – «закатное», с запада (с истинного азимута 260 градусов) под углом 20 градусов от горизонта. Изображение автора

высота гряд не превышает 20 см. Высота и амплитуда гряд непостоянна, простираение гряд в целом соответствует направлению север-юг, в северо-восточной зоне они несколько отклоняются к востоку (истинные азимуты 5–7 градусов). Гряды осложнены аномалиями, интерпретируемыми как зольники, которые «размывают» регулярность «волн» рельефа. Местность между северо-западной и северо-восточной зонами выраженного грядового (волнистого) рельефа достаточно ровная, но также обнаруживает следы гряд, уничтоженных плоскостным смывом. Ориентация гряд не согласуется с естественным рельефом и, за редкими исключениями, не совпадает с направлением падения склона.

В южной части городища имеется вытянутое открытое пространство, приуроченное к слабо выраженному ребру рельефа, разделяющему склоны северо-западной и юго-западной экспозиции. Фактически оно разделяет северную и южную зоны «застройки» и доминирует над ними. Разведочная траншея длиной 50 м, заложенная вкрест этого пространства, показала отсутствие археологических объектов и слабую насыщенность находками (Шрамко, Задніков 2014. С. 226).

В пределах Западного Бельского городища наблюдается также ряд аномалий рельефа, непосредственно не связанных с археологическими объектами (рис. 18). Среди них можно отметить аномалию размером 9,5 × 6,0 м, представляющую прямоугольный валик высотой в первые сантиметры, практически уничтоженный распашкой. Ещё две положительные аномалии рельефа, максимальным размером до 25,0 м, отмечаются в южной части городища. Возможно, эти объекты связаны с селитроварным

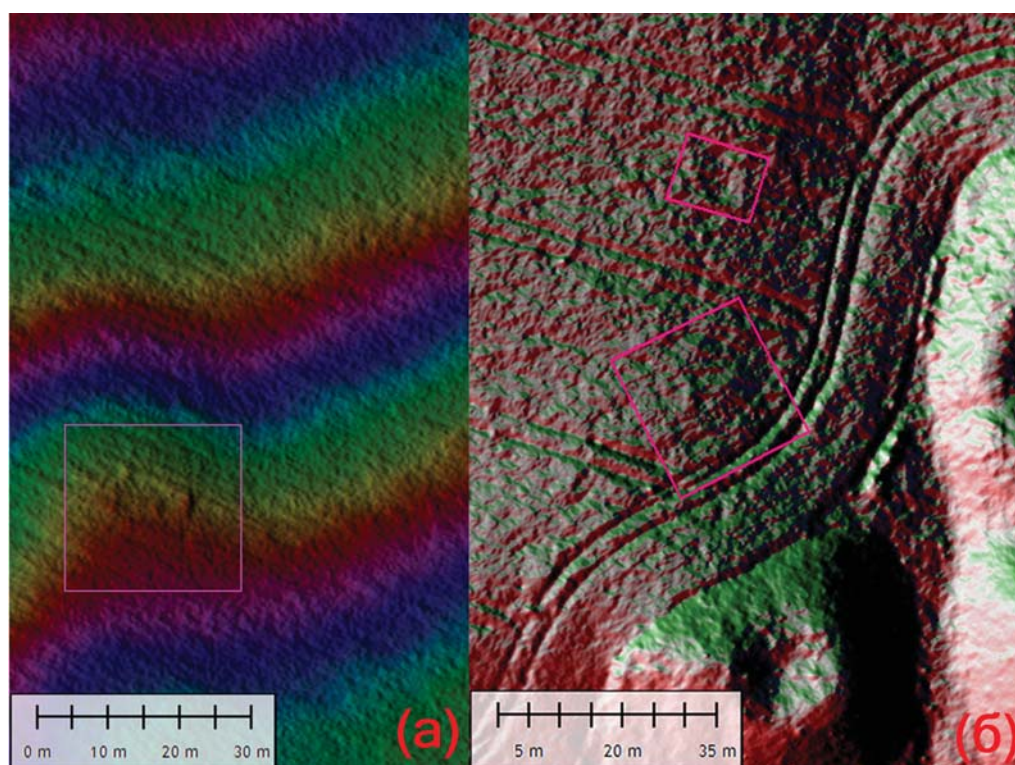


Рис. 18.
Примеры аномалий рельефа, не связанных с археологическими объектами.
Изображение автора

производством XVII–XVIII веков. Кроме того, в пределах периметра валов отмечено четыре аномалии, связанные с заглушёнными разведочными скважинами. Следует отметить, что даже относительно свежие раскопы прошлых лет на пашне выявляются плохо, хотя и могут быть, при благоприятных обстоятельствах, дешифрованы на моделях рельефа.

Выводы

Морфология поверхности Западного Бельского городища

1. Можно уверенно утверждать, что в пределах Западного Бельского городища надёжно выявляется не менее 68 положительных аномалий рельефа, интерпретируемых как «зольники» – 63 в северной части и 5 – в южной. При этом можно предполагать, что в южной части новой съёмкой по свежей пашне будет выявлено не менее 20 новых аномалий рельефа и общее их число в пределах городища заведомо превысит 70 и может достичь 90. Возможно, не все они являются «зольниками» в классическом понимании этого термина, однако антропогенное происхождение аномалий вполне подтверждается их морфологией и взаимным расположением.

2. Морфология поверхности северной и южной частей городища совершенно различна. Для северной части, приуроченной к склону северо-западной экспозиции, характерно широкое распространение крупных и средних положительных аномалий рельефа и участки грядового (волнистого) рельефа. В южной части, расположенной на склоне юго-западной экспозиции, наблюдаются относительно немногочисленные и небольшие по размеру положительные аномалии, грядовый рельеф отсутствует. Граница между северной и южной частями городища приблизительно соответствует ребру рельефа, отделяющему склоны северо-западной и юго-западной экспозиции.

3. Уступ в центральной части городища можно интерпретировать как искусственное сооружение, вероятно, созданное на раннем этапе существования городища и впоследствии преобразованное в проезжую дорогу. В некоторых местах поверхность уступа отчасти перекрывается краевыми частями положительных аномалий рельефа. Именно с этими аномалиями связан наиболее древний археологический материал второй половины VIII века до н. э., выявленный в зольниках № 19 и 5, пространственно соответствующих аномалиям рельефа z33 и z34 соответственно (Шрамко 2006. С. 34–42; Дараган 2011. С. 562, 563). В одном случае положительная аномалия (z38) накладывается непосредственно на понижение, являющееся восточным продолжением уступа.

4. Распространение положительных аномалий рельефа в пределах северной части городища крайне неравномерно и обнаруживает определённые закономерности. На южном краю северной части городища по обе стороны от уступа группа аномалий располагается в форме двух субпараллельных линий. Эта группа расположена близ геометрического центра городища, но гипсометрически не занимает доминирующего положения и не приурочена к каким-либо естественным перегибам рельефа. Группа включает наиболее крупные аномалии Западного Бельского городища, а также аномалии с наиболее древним археологическим материалом. В западной части городища располагается компактная группа аномалий, имеющая в плане форму равнобедренного треугольника, направленного вершиной на восток. При этом северная сторона этого треугольника может рассматриваться как продолжение северной линии описанной выше группы. Остальные положительные аномалии рельефа располагаются либо дугообразными линиями, ориентированными по простиранию склона, либо также дугообразными линиями, но расположенными вдоль валов городища. Число аномалий, не укладывающихся в эти закономерности, не превышает 15 %.

5. Ещё одним интересным элементом являются овальные в плане «незастроенные» пространства площадью около одного гектара, со всех или почти со всех сторон окружённые положительными аномалиями рельефа. Морфология поверхности таких пространств близка к естественной поверхности склона. Наиболее ярко выражено «незастроенное пространство» в северо-восточной части городища. Ещё большую площадь (не менее трёх гектаров) имеет открытое пространство, приуроченное к наиболее низкой северо-западной части городища (рис. 19).

6. Расположение достоверно выявленных и предполагаемых по фототону положительных аномалий рельефа в южной части городища не обнаруживает описанной выше чёткой «геометризации». Для этого участка характерно расположение аномалий в виде непрямолинейных цепочек, направление которых имеет слабую связь с рельефом; аномалии расположены на относительно больших расстояниях друг от друга.

7. Безусловно, значение описанной выше «геометризации» взаимного расположения положительных аномалий рельефа нельзя преувеличивать, однако и случайным такое расположение считать трудно, оно несомненно обусловлено комбинацией естественных причин и культурных традиций и может, до определенной степени, оказаться ключом к пониманию истории памятника.

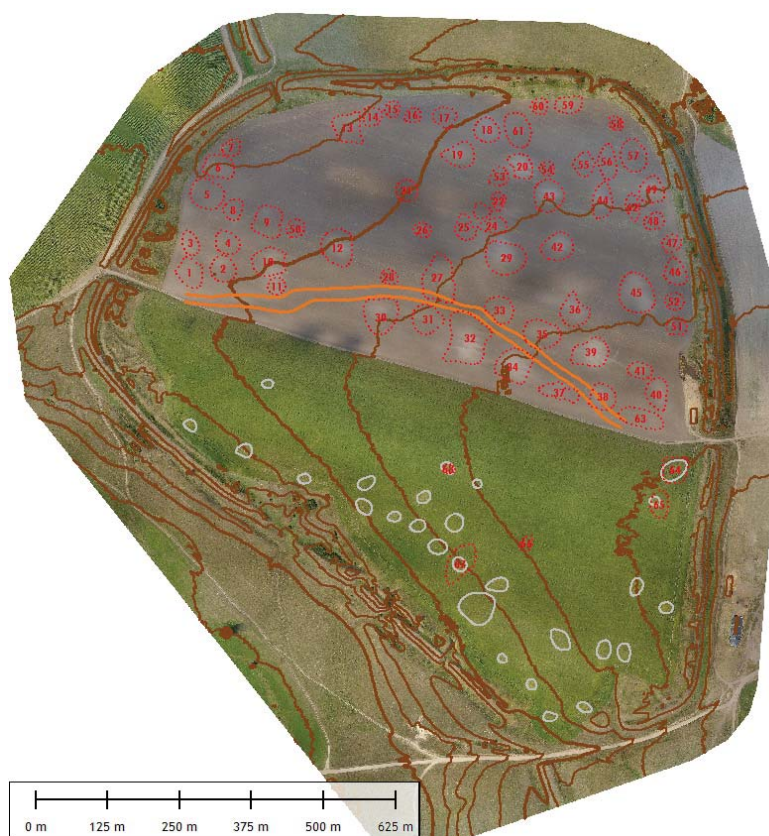


Рис. 19.

Сводная схема результатов исследования поверхности Западного Бельского городища. Заложение горизонталей 5 м, горизонтали построены по цифровой модели поверхности в автоматическом режиме без коррекции на растительность. Для покрытой посевами рапса южной части городища вертикальная ошибка составляет около +0,6 м. Изображение автора

8. В качестве рабочей схемы можно предположить следующую последовательность формирования рельефа внутреннего пространства Западного Бельского городища:

I этап. Появление неукреплённого селища, вытянутого по ребру рельефа, разделяющего склоны юго-западной и северо-западной экспозиции (середина VIII века до н. э.). Начало формирования наиболее крупных зольников.

II этап. Сооружение уступа и, возможно, его укрепление.

III этап. Появление «линейного» поселения «на уступе», расширение поселения на север от уступа, вниз по склону, предполагаемое расширение уступа в сквозной проезд.

IV этап. Расцвет и расширение городища, появление групп аномалий рельефа, расположенных по изогипсам (по простиранию склона).

V этап. Строительство валов и рвов (не ранее середины VII века до н. э. и не позднее второй половины VI века до н. э.), смещение главного проезда через городище на юг и закрепление его на ребре рельефа, разделяющем склоны северо-западной и юго-западной экспозиции. Возрастание плотности населения, возможное его перемещение в пределы периметра валов. Формирование поселения с производственными комплексами к юго-западу от городища.

VI этап. Появление мелких аномалий рельефа (в том числе зольников) вдоль валов, вероятное закрепление «незастроенных пространств».

VII этап. Упадок городища, уход населения (начало или середина V века до н. э.), консервация рельефа.

VIII этап. Разрушение валов деятельностью, связанной с производством селитры (XVII–XVIII века).

IX этап. Распашка внутреннего пространства городища (XIX–XXI века).

Методологические соображения

1. Картирование методом моделирования поверхности на основе данных аэрофотосъёмки является точным и эффективным способом документирования памятников археологии, расположенных на открытой (не покрытой растительностью) местности.

2. Применение анализа трёхмерных моделей поверхности с применением средств математической визуализации даже на распаханной местности позволяет выявлять новые объекты даже на хорошо исследованных памятниках.

3. Изучение территории памятника по ортофотопланам, отдельным аэрофотоснимкам и спутниковым снимкам высокого разрешения не может заменить анализа моделей рельефа, так как наблюдаемые в рельефе аномалии сплошь и рядом не фиксируются по фототону.

4. Трёхмерная модель рельефа, полученная фотограмметрическим способом, позволяет (при условии правильного использования средств математической визуализации) даже с применением камеры относительно низкого разрешения надёжно выявлять аномалии рельефа типа «зольник» высотой от 10 см.

5. Метод анализа трёхмерных моделей поверхности с применением средств математической визуализации можно рекомендовать для применения на аналогичных памятниках. Представляется рациональным использовать его для всей территории Бельского городища и его непосредственного окружения с тем, чтобы получить единую надёжную основу для дальнейших работ и определить не выявленные до настоящего времени объекты.

ЛИТЕРАТУРА

Гавриш 2016

Гавриш П. Більське городище (місто Гелон): реалії і міфи. Полтава, 2016.

Городцов 1911

Городцов В. А. Дневник археологических исследований в Зеньковском уезде Полтавской губернии в 1906 г. // Труды XIV Археологического съезда. 1911. Т. 3. С. 93–161.

Дараган 2011

Дараган М. Н. Начало раннего железного века в Днепровской Правобережной Лесостепи. Киев, 2011.

Кушнір, Кушнір 1999

Кушнір Л. Л., Кушнір Л. М. Про географічне положення Більського городища // Полтавський археологічний збірник. Полтава, 1999. С. 106–120.

Мурзін и др. 1999

Мурзін В., Ролле Р., Супруненко О. Більське городище. Київ ; Гамбург ; Полтава, 1999.

Шрамко 1958

Шрамко Б. А. Отчёт о разведках и раскопках археологической экспедиции Харьковского Гос. Университета. 1958 // НА ИА НАНУ. № 1958/31.

Шрамко 1975

Шрамко Б. А. Крепость скифской эпохи у с. Бельск – город Гелон // Скифский мир. Киев, 1975. С. 94–132.

Шрамко 1987

Шрамко Б. А. Бельское городище скифской эпохи (город Гелон). Киев, 1987.

Шрамко 2006

Шрамко І. Б. Ранній період в історії геродотівського Гелону (за матеріалами розкопок зольника № 5) // Більське городище та його округ (до 100-річчя початку польових досліджень). Київ, 2006. С. 33–56.

Шрамко 2012

Шрамко І. Б. Зольники Западного Бельского городища: планиграфия и хронология // Славяне Восточной Европы накануне образования Древнерусского государства : материалы Междунар. конф., посвященной 110-летию со дня рождения Ивана Ивановича Ляпушкина (1902–1968). СПб., 2012. С. 168–172.

Шрамко, Задніков 2014

Шрамко І. Б., Задніков С. А. Дослідження Більського городища // Археологічні дослідження в Україні 2013. Київ, 2014. С. 225–226.

Svoiski, Romanenko 2013

Svoiski Y., Romanenko E. Ver lo invisible : El levantamiento aéreo con escáner láser y su aplicación practica para los estudios arqueológicos // Antes de Orellana – Actas del 3er Encuentro Internacional de Arqueología Amazónica. Quito, 2013. P. 451–462.