

Научная статья

УДК 902/904

DOI 10.25205/1818-7919-2024-23-3-9-21

Тахеометрическая съемка и построение 3D-моделей фортификационных объектов на юге Западной Сибири

Андрей Павлович Бородавский¹

Роман Вячеславович Давыдов²

^{1,2} Новосибирский государственный университет
Новосибирск, Россия

¹ Институт археологии и этнографии
Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирск, Россия

¹ altaicenter2011@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6312-1024>

² puer-viro@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6580-2811>

Аннотация

Максимально объективная фиксация планиграфии земляных фортификационных сооружений является одним из первоначальных условий достоверности их описания и последующего анализа. Произведена тахеометрическая съемка с целью построения 3D-моделей земляных фортификационных сооружений различного типа (мысовых городищ – Чултуков Лог-9, острогов и редутов – Умревинский, Соляной Поворот). Работы включали инструментальную съемку на памятнике и обработку результатов съемки с построением 3D-моделей и указанием объектов. Съемка проводилась в различных ландшафтных зонах: низкогорье Алтая, северная лесостепь Верхнего Приобья, степная зона Среднего Прииртышья. Широкие хронологические рамки исследованных объектов (начало I тыс. н. э. – первая четверть XVIII в. н. э.) дают возможность наиболее объективной оценки эффективности метода.

Результатом стало построение 3D-моделей площадок различных земляных фортификационных объектов (городищ, острогов, редутов). На них были выявлены как ранее визуально не прослеживаемые оборонительные сооружения (ров), так и характеристики огражденных площадок этих сооружений, зафиксированные в письменных источниках.

Ключевые слова

фортификация, тахеометрическая съемка, 3D-моделирование, юг Западной Сибири, планиграфия земляных укреплений, использование особенностей рельефа

Благодарности

Работа выполнена в рамках реализации Госзадания Минобрнауки в сфере научной деятельности (проект № FSUS-2020-0021)

Для цитирования

Бородавский А. П., Давыдов Р. В. Тахеометрическая съемка и построение 3D-моделей фортификационных объектов на юге Западной Сибири // Вестник НГУ. Серия: История, филология. 2024. Т. 23, № 3: Археология и этнография. С. 9–21. DOI 10.25205/1818-7919-2024-23-3-9-21

Tacheometric Survey and 3D-Model Building of Fortification Objects in the South of Western Siberia

Andrei P. Borodovsky¹, Roman V. Davydov²

^{1,2} Novosibirsk State University
Novosibirsk, Russian Federation

¹ Institute of Archeology and Ethnography
of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Russian Federation

¹ altaicenter2011@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6312-1024>

² puer-viro@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6580-2811>

Abstract

Purpose. The most objective planigraphy of the earthen fortifications is one of the initial conditions for the reliability of the description of these objects and the subsequent analysis of their defensive capabilities. One of the most common devices for the instrumental surveys in modern archaeological research is a total station. The purpose of the tacheometric survey was to build 3D-models of the earthen fortifications of various types (cape settlements – Chultukov Log-9, ostrogs and redoubts (Umrevinsky, Salt Turn). The work at these objects included two stages – an instrumental survey of the monument and subsequent processing of the survey results with the 3D-models buildings and objects indication.

Results. The tacheometric survey was carried out in various landscape zones (the Altai mountains, the northern forest-steppe of the Upper Ob, the steppe zone of the Middle Irtysh) within the river valleys of the Katun, Ob and Irtysh. The wide chronological framework of the sites (the Chultukov Log-9 settlement, the Umrevinsky ostrog, the Salt Turn redoubt) corresponds to the period from the beginning of the 1st millennium AD up to the first quarter of the 18th century and provide an opportunity for the most objective assessment of the tacheometric survey results.

Conclusions. The result of the work was the building of the 3D-models of various earthen fortification objects (hillforts, ostrogs, redoubts). Both previously untraceable defensive structures (ditch), and the characteristics of the fenced areas of these structures, previously recorded in written sources, have been identified.

Keywords

fortification, tacheometric survey, 3D-modeling, south of Western Siberia, planigraphy of earthen fortifications, use of relief features

Acknowledgements

The work was held as a part of the implementation of the State Task of the Ministry of Education and Science in the field of scientific activity (project no. FSUS-2020-0021)

For citation

Borodovsky A. P., Davydov R. V. Tacheometric Survey and 3D-Model Building of Fortification Objects in the South of Western Siberia. *Vestnik NSU. Series: History and Philology*, 2024, vol. 23, no. 3: Archaeology and Ethnography, pp. 9–21. (in Russ.) DOI 10.25205/1818-7919-2024-23-3-9-21

Введение

Укрепленные поселенческие комплексы (городища) появляются на юге Западной Сибири еще в эпоху бронзы, на рубеже II–I тыс. до н. э. Развитие этих объектов происходило в формате сооружения земляных ограждений, которые возводились либо на территориях, частично обладающих естественными препятствиями (мысами), либо на открытых площадках. Такая тенденция возведения земляных укреплений сохранялась с эпохи раннего железного века до позднего Средневековья. В раннее Новое Время, после вхождения территории юга Западной Сибири в Московское царство, а затем и в Российскую империю, здесь получила распространение европейская фортификационная традиция. При этом основную роль при изучении комплексов с земляными оборонительными сооружениями всегда играли корректность и точность их топографического отражения. Первоначальная съемка планов древних фортификационных объектов на территории юга Западной Сибири осуществлялась еще в первой четверти XVIII столетия. Одним из примеров является план «Уеньского городища», опубликованный И. Г. Гмелиным в 1752 г. [Gmellin, 1752, p. 82–83] (рис. 1, 1). Тем не менее

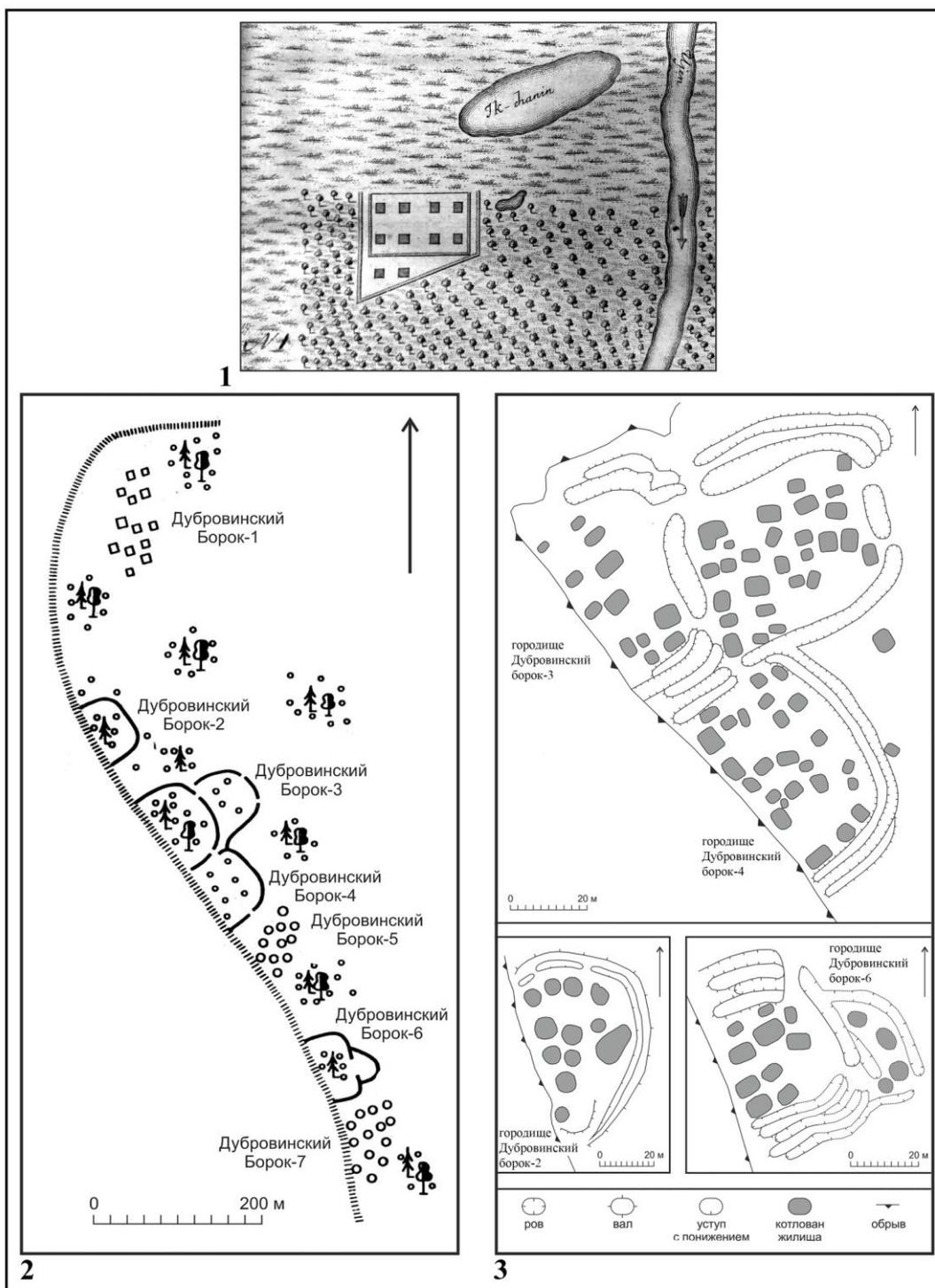


Рис. 1. Планы городищ на р. Уень:

- 1 – схема И. Г. Гмелина (по: [Gmelin, 1752, fig. 1]); 2 – глазомерный план городищ в урочище Дубровинский Борок (по: [Троицкая, 1979, табл. 16]); 3 – глазомерные планы городищ Дубровинский Борок-2, 3, 4, 6

Fig. 1. The plans of the settlements on the river Uen:

- 1 – scheme by I. G. Gmelin (according to: [Gmelin, 1752, fig. 1]); 2 – eye sketch plans of settlements in the Dubrovinsky Borok tract (according to: [Troitskaya, 1979, table 16]); 3 – eye sketch plans of the settlements of Dubrovinsky Borok-2, 3, 4, 6

атрибуция этого объекта растянулась более чем на 250 лет, пока в начале этого столетия не удалось наконец идентифицировать его реальный археологический прототип (Дубровинский Борок-6) [Уманский, 1972; Бородовский, Горохов, 2020, с. 201]. Причина длительности этой процедуры заключалась не только в установлении его реального месторасположения, но и в соотношении его изображения XVIII в. с глазомерным планом второй половины XX в. (рис. 1, 2, 3). [Троицкая, 1979, с. 82, табл. VI, 2]. Затруднения заключались не только в различной инструментальной основе этих планов, но и в явном влиянии стереотипов представления и восприятия объектов фортификации в XVIII столетии. В частности, один из острых углов внешнего рва «Уеньского городища» явно соответствует выступу «гласису», типичному для фортификации раннего Нового времени (рис. 1), тогда как в действительности эта часть внешнего рва городища имеет совершенно иные очертания [Бородовский, Горохов, 2020, с. 201, рис. 145, 146]. Возможности глазомерной съемки городищ второй половины прошлого столетия также далеко не всегда безупречны. Примером тому является наличие «бастинированных выступов» на городище Барсов Городок I/18 в Сургутском Приобье, якобы выявленных в ходе глазомерной съемки в 1970-х гг. Однако данные современной топографической съемки опровергли их наличие [Чемякин, 2019].

В настоящее время глазомерная съемка полностью вытеснена инструментальной, ставшей обязательным элементом планиграфического обследования памятника. Современное геодезическое оборудование позволяет применять различные подходы к фиксации планиграфической информации. Наиболее часто применяются тахеометры, GNSS-приемники, БПЛА (беспилотные летательные аппараты). Первые два типа приборов позволяют фиксировать отдельные точки в пространстве. БПЛА используются для построения ортофотопланов и 3D-моделей методом фотограмметрии [Петрищев, Данилова, 2017].

Целью данной работы является апробация методики применения тахеометрической съемки при 3D-моделировании современной поверхности земляных фортификационных сооружений различного типа и исследовании их планиграфических особенностей.

Материалы и методы

Съемки проводились в различных ландшафтных зонах (низкогорье Алтая, северная лесостепь Верхнего Приобья, степная зона Среднего Прииртышья). Работы проходили на следующих памятниках: мысовое городище начала I тыс. н. э. Чултуков Лог-9, Умревинский острог, редут Соляной Поворот (рис. 2).

Съемка велась при помощи тахеометра. Производилась фиксация рельефа всей площади памятника путем сплошной съемки точек современной поверхности. Полученное облако точек затем использовалось для построения 3D-моделей рельефа. Подобный подход позволяет максимально использовать преимущества тахеометра для получения наиболее объективной информации о планиграфических особенностях памятника.

В современной археологической практике термин фиксация подразумевает сбор информации о пространственных и морфологических характеристиках археологического материала [Шакиров, 2015]. В современной историографии критерии степени объективности фиксации выражаются в минимизации человеческого фактора, отображении морфологических характеристик максимально близко к реальности, наличии научно обоснованной системы фиксации [Методика работы..., 2020, с. 21–22].

В исследовании планиграфических особенностей памятников фортификации на уровне современной поверхности ключевой является фиксация рельефа и микрорельефа. При этом растительность и современные техногенные нарушения выступают как искажающие факторы. Таким образом, фиксация фортификационных сооружений требует не столько классической топографической работы, сколько планиграфического изучения геометрических особенностей объекта – геометрии рельефа современной дневной поверхности на его территории [Бурмистрова и др., 2016, с. 6–7].

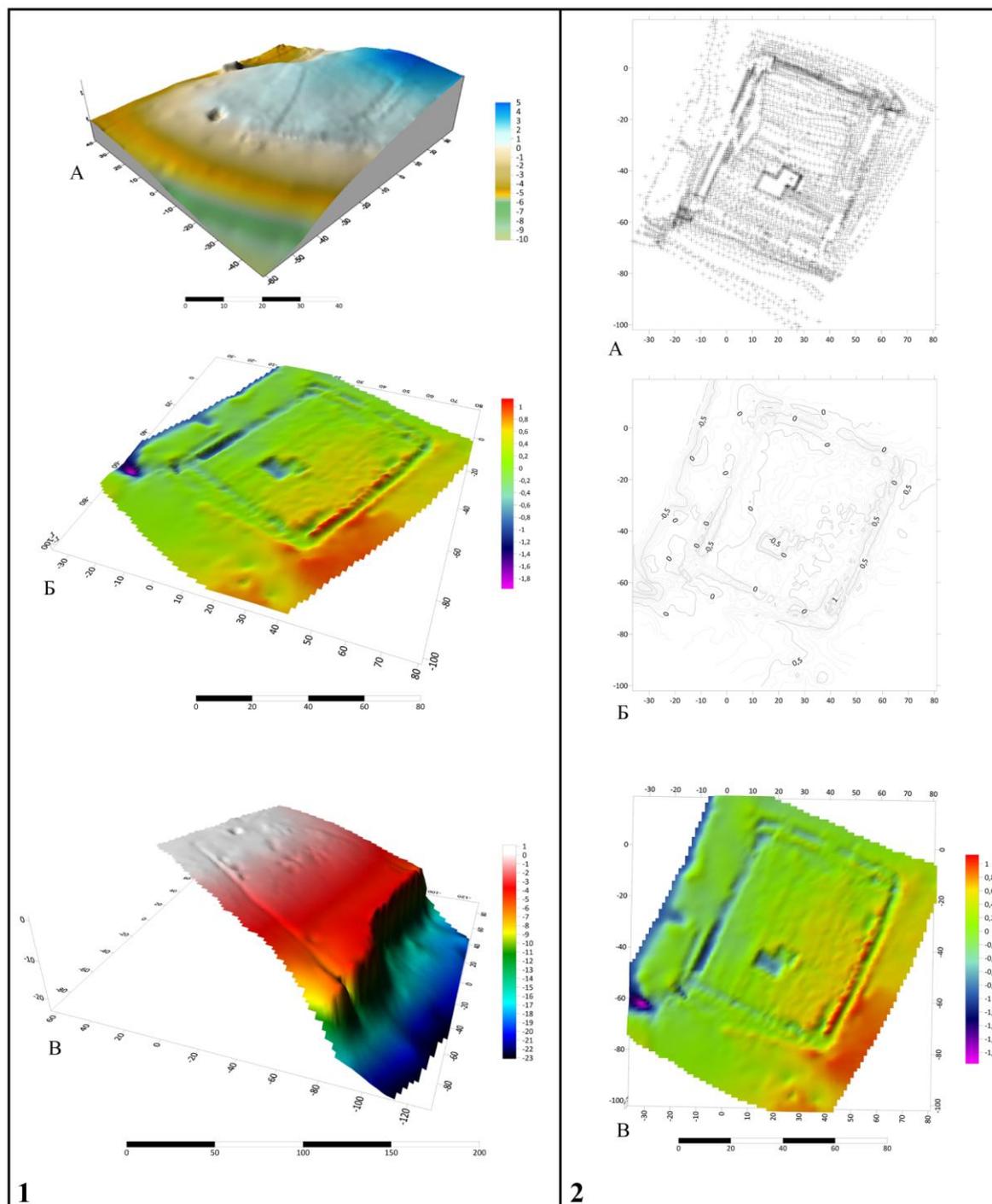


Рис. 2. Результаты обработки данных тахеометрической съемки объектов юга Западной Сибири:
 1 – 3D-модели (А – мысовое городище Чултуков Лог-9, Б – Умревинский острог, В – редут Соляной Поворот);
 2 – этапы создания модели рельефа (А – облако точек, Б – изолинии, В – трехмерная модель рельефа)

Fig. 2. Results of data processing of tacheometric survey of objects in the south of Western Siberia:
 1 – 3D models (A – cape settlement Chultukov Log-9, B – Umrev prison, C – Solyanoy povorot redoubt);
 2 – stages of creating a relief model (A – point cloud, B – isolines, C – 3D relief model)

Соответственно основной задачей сплошной тахеометрической съемки точек рельефа при исследовании фортификационных сооружений на уровне современной поверхности является фиксация его геометрических особенностей, т. е. рельефа и микрорельефа. Учитывая это и принимая во внимание представленные ранее критерии степени объективности фиксации, можно охарактеризовать достоинства и недостатки выбранного метода работы в сравнении с наиболее распространенными современными приборами для фиксации планиграфической информации (GNSS-приемник, БПЛА).

Первое достоинство прибора – он имеет наибольшую точность среди современного оборудования. Стандартная погрешность GNSS-приемника составляет 4 мм в плане и 2 мм по высоте. Точность же тахеометра заметно больше – до 1 мм [Зайцева, Пушкарев, 2010, с. 3–4]. Наибольшая точность моделей, полученных при использовании БПЛА, варьируется в зависимости от размеров участка съемки.

Второе преимущество – независимость результатов съемки от растительности, поскольку регистрируется координата основания вехи. Аналогичное достоинство имеет GNSS-приемник, в то же время данные, собранные БПЛА, обрабатываются методом фотограмметрии, из-за чего отображается рельеф растительности.

Третье достоинство – регулируемая избирательная плотность сетки, поскольку каждая точка фиксируется отдельно. С одной стороны, это может снизить объективность работы, поскольку плотность точек задается исследователем. С другой стороны, это обеспечивает большую вариативность при сохранении системности съемки.

Среди недостатков отметим необходимость достаточно большого количества времени и трудозатратность по сравнению со съемкой с использованием БПЛА и GNSS-приемников. На продолжительность работ влияют размер памятника, сложность рельефа (требуемая густота точек), наличие растительности (количество переносов станции).

Роль человеческого фактора при работе с тахеометром сводится к выбору площади съемки и плотности сетки точек. Следовательно, по этому параметру он не уступает БПЛА, где плотность сетки заменяет точность снимка, зависящая от высоты и скорости аппарата, которые задаются вручную [Там же, с. 4–6].

Таким образом, при использовании тахеометра для изучения геометрических особенностей современной поверхности фиксируется наиболее объективная информация. Это связано с более высокой точностью, независимостью от растительности. Сплошная съемка обеспечивает системность фиксации с сохранением гибкости в зависимости от исследовательских задач и типа объекта.

Задачей тахеометрической съемки при исследовании фортификационных сооружений стало построение 3D-моделей памятников и непосредственно прилегающей местности с целью фиксации выраженных в рельефе объектов. Работа включала инструментальную съемку на памятнике и обработку результатов съемки с построением моделей и указанием объектов (рис. 2, 2).

На первом этапе производилась фиксация положения точек с использованием тахеометра Topcon GPT-3105N. Действовали одна станция и два отражателя. Съемка велась в условной системе координат. Произведена фиксация границ объектов, перепадов рельефа, ровных пространств, следов техногенного вмешательства.

Плотность облака точек зависела от характера объектов и рельефа местности. Например, на плоских участках поверхности велась съемка с густотой точка на два метра. Исследование элементов фортификации требовало съемки на всех переломных точках рельефа с плотностью не менее одного метра. На участках со сложным микрорельефом густота съемки достигала 0,2 м.

Второй этап заключался в первичной обработке результатов съемки в программном обеспечении AutoCAD. Строились выявленные контуры объектов для последующего сравнения с 3D-моделью. Итоговый вариант облака точек обрабатывался в программном обеспечении Surfer, включая построение сплошных горизонталей и 3D-модели рельефа. В зависимости

от исследовательских задач с 3D-моделью совмещались горизонтали и ранее построенные в AutoCAD контуры объектов. Также по-разному настраивалась интенсивность рельефа на 3D-модели, что позволяло выявлять особенности микрорельефа.

Анализ материалов и обсуждение

Одним из объектов для съемки тахеометром стало укрепленное поселение (городище) Чултуков Лог-9 (рис. 2, 1А). Памятник расположен в горной долине Нижней Катунь (Майминский район Республики Алтай) на мысовом выступе правобережной высокой речной террасы [Бородовский, Бородовская, 2013, с. 18; Oleszczak et al., 2018]. Размеры площадки составляют 100 × 90 м. Первоначально на мысовидной площадке не было зафиксировано земляных укреплений (рвов), они были выявлены после использования тахеометра. Наличие рвов на этом участке подтверждено геофизическими исследованиями (рис. 3, 1). Эти земляные сооружения представляли собой ров в виде угла, отделяющего мысовый выступ от основной террасы. Это земляное сооружение не только позволяло перегородить мыс, но и существенно расширяло возможности обороны за счет углового выступа рва. Функционально угловой ров Чултукова Лога-9 близок к «гласису». Раскопки этого участка, позволили выявить неглубокий ров, заполненный следами горения.

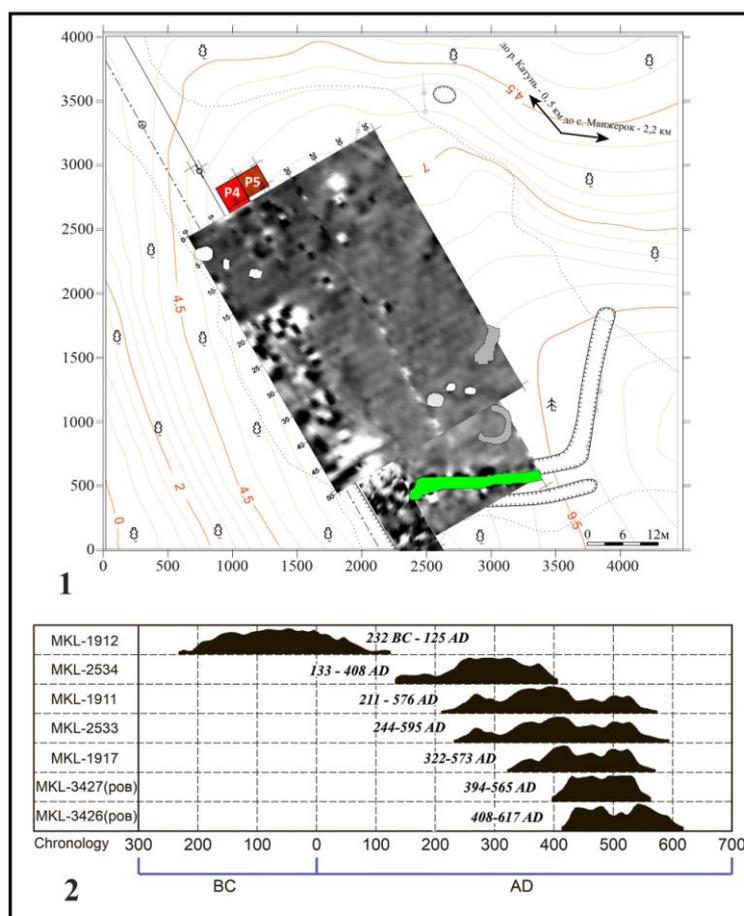


Рис. 3. Результаты исследований мысового городища Чултуков Лог-9: 1 – данные геофизических исследований; 2 – радиоуглеродные даты

Fig. 3. Results of studies of the cape settlement Chultukov Log-9: 1 – geophysical studies data; 2 – radiocarbon dates

Серия радиоуглеродных датировок (рис. 3, 2), полученных в ходе исследования различных участков Чултукова Лога-9, укладывалась в хронологический интервал 120–600 гг. н. э., в том числе два образца, изъятых непосредственно из рва, – в период с 394 по 617 г. н. э. Радиоуглеродные датировки мысового городища Барангол-5 (433–587 гг. н. э.), также расположенного на катунском правобережье, укладываются в данный интервал. Это может свидетельствовать о синхронности ряда городищ начала I тыс. н. э. в горной долине Нижней Катуни [Borodovskiy, Olechak, 2012; Oleszczak et al., 2018].

Результатом тахеометрической съемки Чултукова Лога-9 стало выявление на поселенческом комплексе земляных оборонительных сооружений, позволивших отнести этот памятник к разряду мысовых городищ. Данная группа городищ достаточно давно выделена для северных предгорий Алтая и датируется VII–II вв. до н. э. [Соёнов и др., 2011, с. 252–255]. Размещение таких объектов на мысах было привлекательным ввиду естественных оборонительных преимуществ рельефа. К таким памятникам первой половины I тыс. н. э. на Северном Алтае можно отнести Сошниково 1, Усть-Балыкса, Усть-Соусканиха, Усть-Чебашиха, Черемшанка [Киреев, 1991, с. 84; Казаков, 1998, с. 192–193; Абдулганеев, Кунгурова 2005, с. 4–11].

Другим объектом для тахеометрической съемки стала площадка Умревинского острога, расположенная в окрестностях с. Умрева Мошковского района Новосибирской области. Острог находится на правобережье Оби около Умревинской протоки, в которую ниже по течению впадает р. Умрева. Фортификационное сооружение начала XVIII столетия расположено на высокой незатопляемой обской террасе [Бородовский, Горохов, 2020, с. 83]. На памятнике сохранились рельефные признаки земляного ограждения (ров), которое характеризуется двумя строительными периодами [Бородовский, 2021]. Первый из них связан с сооружением острога в XVIII в. Второй соответствует кладбищенскому рву, возведенному в XIX столетии на месте прежних земляных оборонительных сооружений. На территории острога была снята площадь 120 × 120 м (рис. 2, 1Б), в том числе внутренняя площадка (плотность 1 м), элементы фортификации (плотность до 0,2 м), раскопы предыдущих лет (фиксировались исключительно по стенкам). Местность за пределами памятника снята произвольно, с плотностью порядка двух метров. Основным результатом стало подтверждение основных требований к выбору острогов, сформулированных еще в XVII в. Они заключались в том, чтобы место было «крепкое» и ровное [Русские остроги..., 2003, с. 14]. В XVIII столетии при сооружении оборонительных укреплений европейского типа (редутов, форпостов) руководствовались уже несколько иными правилами выбора таких площадок. Примером этого является Иртышская оборонительная линия [Муратова, 2013], обследованная авторами в 2021 г.

Один из таких объектов – Соляной Поворот, который в различные периоды являлся станцом, редутом, укрепленной станицей. В 1771 г. расположение станицы Соляной Поворот академик П. С. Паллас описывал следующим образом: «До сей станицы место большей частью низковатое... до оной идут к Иртышу два глубоких буерака» [Паллас, 1786, с. 123]. Долгое время реальное расположение этого укрепленного пункта было не известно, пока в 1984 г. учитель с. Соляного П. В. Чибышев не выявил на правом берегу Иртыша в 1,2 км к северо-западу от с. Соляного подпрямоугольную площадку, огражденную рвом, ширина которого составляла 1,2 м и глубина до 0,4 м. Общие размеры огражденной площадки составляли 100 × 70 м [Бородовский, Чибышев, 2021]. Она располагалась у южного края оврага, примыкающего к береговой кромке Иртыша, который назывался урочище Малый лог. Ниже по течению располагался еще один овраг, имеющий название Большой лог. Эти два глубоких оврага вполне можно соотнести с двумя буераками, описанными П. С. Палласом в конце XVIII в. Расположение огражденной площадки, выявленной П. В. Чибышевым, вполне сопоставимы с описанием станицы Соляной Поворот, сделанной П. С. Палласом в 1771 г. «Она (станция) лежит на небольшом высокого берега прорыве... В сем месте не находится на реке Иртыш никаких островов. Берег, оный от Соляной возвышается вместе со степью и весьма крут» [Паллас, 1786, с. 123, 124]. Корректность локализации редута,

станца, станицы Соляной Поворот можно также уточнить по «Описанию Тобольской, Ишимской, Тарской, Иртышской, Кольванской, Кузнецкой линий» 1785 г. В соответствии с этим документом станец Соляной Поворот располагался в верх по Иртышу от станца Изылбашского на расстоянии 18 верст и 100 сажень (19,423 км), а расстояние до следующего Черлаковского форпоста составляло 25 верст и 300 сажень (27 330 м) [Муратова, 2013, с. 109]. Указано, что укрепления располагались в 15 сажень от берега (33 м). Такая планиграфия наиболее характерна для типовых редутов Иртышской линии [Ласковский, 1865; Муратова, 2013, с. 112]. Однако вследствие береговой эрозии произошло обнажение профилей рвов огражденной площадки, примыкающих к Иртышу.

На редуте Соляной Поворот была отснята площадь 190×170 м (рис. 2, 1В). Непосредственно прилегающая к редуту местность представляет собой плоскую наклонную поверхность, потому снята произвольно, с плотностью порядка одной точки на два метра. Элементы фортификации в виде одной линии рва и вала зафиксированы через 0,5 м. Дополнительно снята современная проселочная дорога. Внутри редута проведена фиксация жилищных западин. Один из углов редута, разрушенный проселочной дорогой, выявлен благодаря сплошной съемке участка 20×5 м через 0,3 м. На 3D-модели отражены западины, фортификация и следы техногенного вмешательства в виде дороги, распашки и канавы, проходящей через один из рвов. Съемка этой территории, позволила выявить значительный перепад высот со стороны степи к береговой кромке Иртыша. Такая особенность локализации редута Соляной Поворот практически полностью соответствует описаниям конца XVIII столетия. Было установлено геометрическое несоответствие огражденной площадки Соляного Поворота подпрямоугольным очертаниям. Именно такая особенность отмечалась в письменных источниках конца XVIII в. при характеристике редута Соляной Поворот [Муратова, 2013, с. 113]. Такая фортификационная особенность для приграничных оборонительных сооружений Иртышской линии была далеко не единична. В географическом описании этой масштабной оборонной инфраструктуры «иррегулярность» земляных укреплений еще была отмечена для Ачаирского, Черлаковского и Шульбинского форпостов [Там же, с. 112]. На южном рве редута Соляной Поворот выявлен выступ рва, характерный для типовых прииртышских редутов. Такой фортификационный элемент, наряду с профилями рвов Соляного Поворота, является еще одним из убедительных аргументов принадлежности этого оборонительного сооружения к XVIII столетию.

В настоящее время 3D-моделирование широко используется в археологии как один из способов фиксации информации на микро- и макроуровне [Казаков, 2016; Anderson, Fregni, 2009, fig. 1]. Для съемки археологических памятников в контексте местности, как правило, задействуются БПЛА и метод фотограмметрии [Opitz, Hermann, 2018, p. 20; Themistocleous, 2019; Васильева, Дудко, 2021].

Однако при фиксации геометрических данных об объекте на уровне современной поверхности модели, полученные методом фотограмметрии на основе снимков БПЛА, содержат искаженную информацию о рельефе, поскольку зависят от уровня растительности. Полностью ликвидировать данную погрешность невозможно и после покоса. Изучение фортификационных сооружений требует более тщательного подхода.

Представленный в работе метод позволяет повысить точность измерений, обойти проблему искажений, связанных с наличием растительности, и производить фиксацию исключительно рельефа и микрорельефа. Ярким примером является съемка разрушенного дорогой угла редута Соляной Поворот. Он был выявлен исключительно благодаря высокой точности съемки.

Заключение

3D-моделирование на основе результатов тахеометрической съемки открывает особые возможности в области изучения объектов фортификации, поскольку объемные изображения

позволяют получить более объективное визуальное представление об оборонительном потенциале объектов. Итоговое изображение отражает все естественные преимущества обороняемых площадок: изолированность, характер поверхности. Кроме того, можно получить достаточно полные представления о степени естественной защищенности, просматриваемости и секторах «обстрела», открывающихся с фортификационного объекта.

Результаты 3D-моделирования не менее важны и для анализа отдельных деталей оборонительных сооружений. В качестве примеров можно привести выявление углового рва на Чултуковом Логу-9 и выступов рва на Соляном Повороте. Полученные в ходе 3D-моделирования визуальные характеристики различных фортификационных объектов (городищ, острогов, редутов) достаточно хорошо соотносятся с письменными данными по этим сооружениям. Это является не только существенным основанием их достоверности, но и явным признаком визуальной корректности в сравнении с плоскими графическими изображениями (схемами и планами).

Список литературы

- Абдулганеев М. Т., Кунгурова Н. Ю.** Новые поселения эпохи железа на реке Бия // Актуальные проблемы археологии, истории и культуры. Новосибирск, 2005. С. 4–12.
- Бородовский А. П.** Участки рва начала XVIII столетия на территории Умревинского острога // Археология, этнография и антропология Евразии. 2021. Т. 49, № 1. С. 94–100.
- Бородовский А. П., Бородовская Е. Л.** Археологические памятники горной долины Нижней Катуни в эпоху палеометалла. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2013. 220 с.
- Бородовский А. П., Горохов С. В.** Умревинский острог: результаты археологических исследований 2010–2017 годов. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2020. 220 с.
- Бородовский А. П., Чибышев П. В.** Хозяйственная деятельность на Соляном Повороте (станце, маяке, редуте) Иртышской линии XVIII в. // Культура русских в археологических исследованиях: археология севера России. Омск, 2021. Т. 2. С. 15–19.
- Бурмистрова О. Н., Пильник Ю. Н., Сушков С. И., Ефимова И. А.** Основы геодезии и топографии. Ухта: УГТУ, 2016. 168 с.
- Васильева Ю. А., Дудко А. А.** Применение фотограмметрии при проведении археологических исследований на территории Сибири (по результатам работ в 2018–2021 годах) // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. 2021. Т. 27. С. 908–913.
- Зайцева О. В., Пушкарев А. А.** Тахеометрическая съемка в археологических исследованиях: Учеб. пособие. Новосибирск: НГУ, 2010. 47 с.
- Казаков А. А.** Городище Сошниково 1 // Древние поселения Алтая. Барнаул, 1998. С. 192–205.
- Казаков В. В.** Применение информационных технологий в задачах Лаборатории мультидисциплинарных исследований первобытного искусства Евразии НГУ // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2016. Т. 14, № 4. С. 50–57.
- Киреев С. М.** Поселение Черемшанка // Охрана и исследование археологических памятников Алтая. Барнаул: БГПИ, 1991. С. 84–89.
- Ласковский Ф. Ф.** Материалы для истории инженерного искусства в России. Ч. 3. Опыт исследования инженерного искусства после императора Петра I до императрицы Екатерины II. СПб., 1865. 652 с.
- Методика работы с палеоантропологическими материалами в полевых условиях. М.: ИА РАН, 2020. 112 с.
- Муратова С. Р.** Географическое описание Иртышской линии // Вестник Том. гос. ун-та. 2013. № 373. С. 108–114.
- Паллас П. С.** Путешествие по разным местам Российского государства по велению Санкт-Петербургской императорской Академии наук. СПб., 1786. Ч. 2, кн. 1, 2.

- Петрищев В. П., Данилова Т. П.** Применение ортофотопланов для целей ведения Государственного кадастра недвижимости // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Материалы Всерос. науч.-метод. конф. Оренбург: Изд-во ОГУ, 2017. С. 885–891.
- Русские остроги XVIII века на территории Новосибирской области / Сост. А. П. Бородовский, Е. Л. Бородовская. Новосибирск, 2003. 44 с.
- Соёнов В. И., Константинов Н. А., Соёнов Д. В.** Особенности топографии и хронологии городищ Алтая и северных предгорий // Terra Scythica: Материалы Междунар. симп. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2011. С. 252–260.
- Троицкая Т. Н.** Кулайская культура в Новосибирском Приобье. Новосибирск: Наука, 1979. 124 с.
- Уманский А. П.** К вопросу о датировке и этнической принадлежности верхнеобских городищ – «кокуев» // Вопросы археологии Сибири. 1972. Вып. 38. С. 47–59.
- Чемякин Ю. П.** Городище Барсов Городок I/18 и ранний железный век Сургутского Приобья // Universum Humanitarium. 2019. № 1. С. 38–55.
- Шакиров З. Г.** Методы фиксации в археологии. Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2015. 114 с.
- Anderson G., Fregni G.** Technology as a tool for archaeological research and artifact conservation // AIC. 2009. Vol. 202. P. 95–109.
- Borodovskiy A. P., Olechak L.** Intermountain valley of the lower Katun at the hunno-sarmation time // Rechercher Archeologiques Nouvelle Serie. 2012. Vol. 4. P. 97–112.
- Gmelin J. G.** Reise durch Sibirien, von dem Jahr 1740 bis 1743. Göttingen: Verlegts Abram Vandenhoecks seel. Wittwe, 1752. 700 p.
- Oleszczak Ł., Borodovskiy A. P., Michalczewski K., Pokutta D. A.** Chultukov Log 9 – a settlement from the xiongnu – xianbei – rouran period in the Northern Altai // Eurasian Prehistory. 2018. No. 14 (1–2). P. 153–178.
- Opitz R., Herrmann J.** Recent Trends and Long-standing Problems in Archaeological Remote Sensing // Journal of Computer Applications in Archaeology. 2018. No. 1 (1). P. 19–41.
- Themistocleous K.** The Use of UAVs for Cultural Heritage and Archaeology // Remote Sensing for Archaeology and Cultural Landscapes, Best Practices and Perspectives Across Europe and the Middle East. Cham, Switzerland: Springer, 2019. P. 241–269.

References

- Abdulganeev M. T., Kungurova N. Yu.** Novye poseleniya epohi zheleza na reke Biya [New Iron Age settlements on the Biya River]. In: Aktual'nye problemy arheologii, istorii i kul'tury [Actual problems of archeology, history and culture]. Novosibirsk, 2005, pp. 4–12. (in Russ.)
- Anderson G., Fregni G.** Technology as a tool for archaeological research and artifact conservation. *AIC*, 2009, vol. 202, pp. 95–109.
- Borodovsky A. P.** Uchastki rva nachala XVIII stoletiya na territorii Umrevinskogo ostroga [Sites of the moat of the beginning of the 18th century on the territory of the Umrev ostrog]. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii* [Archeology, ethnography and anthropology of Eurasia], 2021, vol. 49, no. 1, pp. 94–100. (in Russ.)
- Borodovsky A. P., Borodovskaya E. L.** Arkheologicheskie pamyatniki gornoj doliny Nizhnei Katusi v epokhu paleometalla [Archaeological sites of the Lower Katun mountain valley in the Paleometallic epoch]. Novosibirsk, IAET SB RAS Publ., 2013, 220 p. (in Russ.)
- Borodovsky A. P., Borodovskaya E. L.** (comp.). Russkie ostrogi XVIII veka na territorii Novosibirskoi oblasti [Russian prisons of the 18th century on the territory of the Novosibirsk region]. Novosibirsk, 2003, 44 p. (in Russ.)
- Borodovsky A. P., Chibyshev P. V.** Hozyaistvennaya deyatel'nost' na Solyanom Povorote (stantse, mayake, redute) Irtyshskoi linii XVIII v. [Economic activity at the Salt Turn (stanza, lighthouse, redoubt) The Irtysh line of the 18th century]. In: Kul'tura russkikh v arkheologicheskikh

- issledovaniyakh: arheologiya severa Rossii [Culture of Russians in archaeological research: archeology of the North of Russia]. Omsk, 2021, vol. 2, pp. 15–19. (in Russ.)
- Borodovsky A. P., Gorohov S. V.** Umrevinskii ostrog: rezultaty arheologicheskikh issledovaniy 2010–2017 godov [Umrev ostrog: results of archaeological research in 2010–2017]. Novosibirsk, IAET SB RAS Publ., 2020, 220 p. (in Russ.)
- Borodovskiy A. P., Olechak L.** Intermountain valley of the lower Katun at the hunno-sarmation time. *Rechercher Archeologiques Nouvelle Serie*, 2012, vol. 4, pp. 97–112.
- Burmistrova O. N., Pilnik Yu. N., Sushkov S. I., Efimova I. A.** Osnovy geodezii i topografii [Outline of Geodesy and topography]. Ukhta, USTU Press, 2016, 168 p. (in Russ.)
- Chemyakin Yu. P.** Gorodishche Barsov Gorodok I/18 i rannii zheleznyi vek Surgutskogo Priob'ya [Barsov gorodok settlement I/18 and the Early Iron Age of the Surgut Ob region]. *Universum Humanitarium*, 2019, vol. 1, pp. 38–55. (in Russ.)
- Gmelin J. G.** Reise durch Sibirien, von dem Jahr 1740 bis 1743. Göttingen, Verlegts Abram Vandenhoecks seel. Wittwe, 1752, 700 S.
- Kazakov A. A.** Gorodishche Soshnikovo 1 [Hillfort Soshnikovo 1]. In: Drevnie poseleniya Altaya [Ancient settlements of Altai]. Barnaul, 1998, pp. 192–205. (in Russ.)
- Kazakov V. V.** Application of information technologies in the tasks of the Laboratory of multidisciplinary research of the primitive art of Eurasia of NSU. *Vestnik NSU. Series: Information Technology*, 2016, vol. 14, no. 4, pp. 50–57. (in Russ.)
- Kireev S. M.** Poselenie Cheremshanka [Cheremshanka settlement]. In: Okhrana i issledovanie arheologicheskikh pamyatnikov Altaya [Protection and research of archaeological monuments of Altai]. Barnaul, BSPI Press, 1991, pp. 84–89. (in Russ.)
- Laskovsky F. F.** Materialy dlya istorii inzhenernogo iskusstva v Rossii. Ch. 3. Opyt issledovaniya inzhenernogo iskusstva posle imperatora Petra I do imperatritsy Ekateriny II [Materials for the history of engineering art in Russia. Part 3. Experience in the study of engineering art after Emperor Peter I to Empress Catherine II]. St. Petersburg, 1865, 652 p. (in Russ.)
- Metodika raboty s paleoantropologicheskimi materialami v polevykh usloviyakh [Methods of working with paleoanthropological materials in the field]. Moscow, IA RAS Publ., 2020, 112 p. (in Russ.)
- Muratova S. R.** Geograficheskoe opisanie Irtyshskoi linii [Geographical description of the Irtysh line]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Tomsk State University]*, 2013, vol. 373, pp. 108–114. (in Russ.)
- Oleszczak Ł., Borodovskiy A. P., Michalczewski K., Pokutta D. A.** Chultukov log 9 – a settlement from the xiongnu-xianbei-rouran period in the Northern Altai. *Eurasian Prehistory*, 2018, vol. 14 (1–2), pp. 153–178.
- Opitz R., Herrmann J.** Recent Trends and Long-standing Problems in Archaeological Remote Sensing. *Journal of Computer Applications in Archaeology*, 2018, vol. 1 (1), pp. 19–41.
- Pallas P. S.** Puteshestvie po raznym mestam Rossiiskogo gosudarstva po veleniyu Sankt-Peterburgskoi imperatorskoi Akademii nauk [Puteshestvie in different places of the Russian state at the behest of the Saint Petersburg Imperial Academy of Sciences]. St. Petersburg, 1786, pt. 2, books 1, 2. (in Russ.)
- Petrishchev V. P., Danilova T. P.** Primenenie ortofotoplanov dlya tselei vedeniya Gosudarstvennogo kadastra nedvizhimosti [The use of orthophotomaps for the purposes of maintaining the State Real Estate Cadastre]. In: Universitetskii kompleks kak regional'nyi tsentr obrazovaniya, nauki i kul'tury [University complex as a regional center of education, science and culture]. Materials of the All-Russian Scientific and Methodological Conference. Orenburg, OSU Press, 2017, pp. 885–891. (in Russ.)
- Shakirov Z. G.** Metody fiksatsii v arkeologii [Methods of fixation in archeology]. Kazan, KSU Press, 2015, 114 p. (in Russ.)
- Soyonov V. I., Konstantinov N. A., Soyonov D. V.** Osobennosti topografii i khronologii gorodishch Altaya i severnykh predgorii [Features of topography and chronology of Altai and

- northern foothills settlements]. In: Terra Scythica. Proceedings of the international symposium. Novosibirsk, IAET SB RAS Publ., 2011, pp. 252–260. (in Russ.)
- Themistocleous K.** The Use of UAVs for Cultural Heritage and Archaeology. In: Remote Sensing for Archaeology and Cultural Landscapes, Best Practices and Perspectives Across Europe and the Middle East. Cham, Switzerland, Springer, 2019, pp. 241–269.
- Troitskaya T. N.** Kulaiskaya kul'tura v Novosibirskom Priob'e [Kulai culture in the Novosibirsk Ob region]. Novosibirsk, Nauka, 1979, 124 p. (in Russ.)
- Umansky A. P.** К вопросу о датировке и этнической принадлежности верхнеобских городищ – “kokue” [On the question of dating and ethnicity of the Verkhneob settlements – “kokuev”]. *Voprosy arheologii Sibiri [Questions of Archeology of Siberia]*, 1972, vol. 38, pp. 47–59. (in Russ.)
- Vasilieva Yu. A., Dudko A. A.** Primenenie fotogrammetrii pri provedenii arkhelogicheskikh issledovaniy na territorii Sibiri (po rezul'tatam rabot v 2018–2021 godakh) [The use of photogrammetry in archaeological research in Siberia (based on the results of work in 2018–2021)]. *Problemy arheologii, etnografii, antropologii Sibiri i sopredel'nykh territorii [Problems of archeology, ethnography, anthropology of Siberia and adjacent territories]*, 2021, vol. 27, pp. 908–913. (in Russ.)
- Zaitseva O. V., Pushkarev A. A.** Takheometricheskaya s'emka v arkhelogicheskikh issledovaniyakh [Tacheometric survey in archaeological research]. Textbook. Novosibirsk, NSU Press, 2010, 47 p. (in Russ.)

Информация об авторах

Андрей Павлович Бородовский, доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник
Роман Вячеславович Давыдов, младший научный сотрудник

Information about the Authors

Andrei P. Borodovsky, Doctor of Sciences (History), Leading Researcher
Roman V. Davydov, Junior Researcher

*Статья поступила в редакцию 16.02.2022;
одобрена после рецензирования 15.11.2023; принята к публикации 20.12.2023
The article was submitted on 16.02.2022;
approved after reviewing on 15.11.2023; accepted for publication on 20.12.2023*