



Archaeoastronomical studies of the pillars complex of the Bronze Age on the Karataevo fortress

L.N. Vodolazhskaya¹, L.S. Ilyukov²

¹ Research Laboratory of Archeoastronomy and Astronomy in Culture, Krasnodar, Russia;
E-mails: larisavodol@aaatec.org, larisavodol@gmail.com

² Federal Research Center of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia; E-mail: ilyukov@ssc-ras.ru

Abstract

The article presents the results of archaeoastronomical analysis of the pillars complex of the Bronze Age, the pillar pits of which were discovered during archaeological excavations at the Karataevskaya fortress in 2001. In the course of the study, it was found that the pillar complex was actually a small ancient astronomical proto-observatory, which could be used in the process of observing the features of the visible motion of the Sun and the Moon. With its help, it was possible to record the sunrise / sunset of the Sun and Moon in astronomically significant directions. The cult building on the fortress and the large linear part of the defensive wall of the Karataevo fortress were oriented in one of these directions - towards the southernmost sunrise of the High Moon (southern major standstill moonrise), or the most northern sunset of the High Moon (northern major standstill moonset).

Keywords: archeoastronomy, pillars complex, pits, High Moon, southern major standstill moonrise, northern major standstill moonset, religious construction, defensive wall, proto-observatory, magnetic anomaly.

Археoaстрономические исследования столбового комплекса эпохи бронзы на Каратаевской крепости

Л.Н. Водолажская¹, Л.С. Ильюков²

¹ Научно-исследовательская лаборатория археoaстрономии и астрономии в культуре, Краснодар, Российская Федерация;

E-mails: larisavodol@aaatec.org, larisavodol@gmail.com

² Федеральный исследовательский центр Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Российская Федерация; E-mail: iljukov@ssc-ras.ru

Аннотация

В статье приводятся результаты археoaстрономического анализа столбового комплекса эпохи бронзы, столбовые ямки которого были обнаружены в процессе археологических раскопок на Каратаевской крепости в 2001 г. В процессе исследования было обнаружено, что столбовой комплекс фактически являлся небольшой древней астрономической прото-обсерваторией, которую могли использовать в процессе наблюдений за особенностями видимого движения Солнца и Луны. С ее помощью можно было фиксировать восходы/заходы светил в астрономически значимых направлениях. По одному из таких направлений – на самый южный восход Высокой Луны, либо самый северный заход Высокой Луны, была сориентирована находящаяся рядом со столбовым комплексом культовая постройка и большая – линейная часть оборонительной стены Каратаевской крепости.

Ключевые слова: археoaстрономия, столбовой комплекс, ямки, Высокая Луна, культовая постройка, оборонительная стена, прото-обсерватория, магнитная аномалия.

На краю высокой обрывистой террасы р.Мертвый Донец, на западной окраине г. Ростова-на-Дону, между поселками Левенцовка и Каратаево расположены руины древних Ливенцовской и Каратаевской крепостей, представляющих единый археологический комплекс эпохи бронзы (Братченко, 1976, с. 119-128; 2006) (рис. 1а).

В эпоху бронзы этот район низовья реки являлся пограничной зоной между культурными образованиями от позднеямных до позднебронзовых включительно. При этом часто только здесь находились стационарные поселения. Та же тенденция сохранялась и в последующие эпохи, когда здесь возникали укрепленные торговые и ремесленные центры: скифские поселения во главе с Елизаветовским городищем, Танаис и меотские городища.

Таким образом, Ливенцовская и Каратаевская крепости располагались в этом районе не случайно. Они имели важное значение как форпосты на перекрестке водных и сухопутных путей, где могли устраиваться и торжища, а парное расположение двух крепостей рядом свидетельствует об их особом, неординарном статусе (Братченко, 2006, с. 180-181).

Ливенцовская и Каратаевская крепости были открыты в 20-х гг. XX в. Северокавказской экспедицией ГАИМК под руководством А.А. Миллера (Миллер, 1926, с. 125). Они представляли собой две площадки, окруженные полукруглыми возвышениями, которые примыкали к склонам коренного берега и были разделены глубоким оврагом.

Каратаевская и Ливенцовская крепости датируются эпохой бронзы, приблизительно 2000-1700 гг. до н.э., и относятся к каменско-ливенцовской археологической культурной группе, синхронной и родственной культуре Бабино. Отличительной особенностью группы является участие в ее сложении южных катакомбных групп – предкавказской и днепро-азовской культур.

В этнолингвистической интерпретации население каменско-ливенцовской группы рассматривается, как индоевропейское, но контактировавшее с представителями иберо-кавказской языковой семьи (Братченко, 2006, с. 224).

Частичные раскопки Ливенцовской крепости – проводились в 60-х гг. XX в. совместной экспедицией Ростовского музея краеведения и Института археологии АН УССР. Раскопочные работы были сосредоточены на восточной части крепостных сооружений. В процессе раскопок были

выявлены каменные оборонительные и жилые сооружения, рвы и собран значительный вещественный материал. Внутри крепости жилые и хозяйственные постройки обнаружены не были (Братченко, 1976, с. 119).

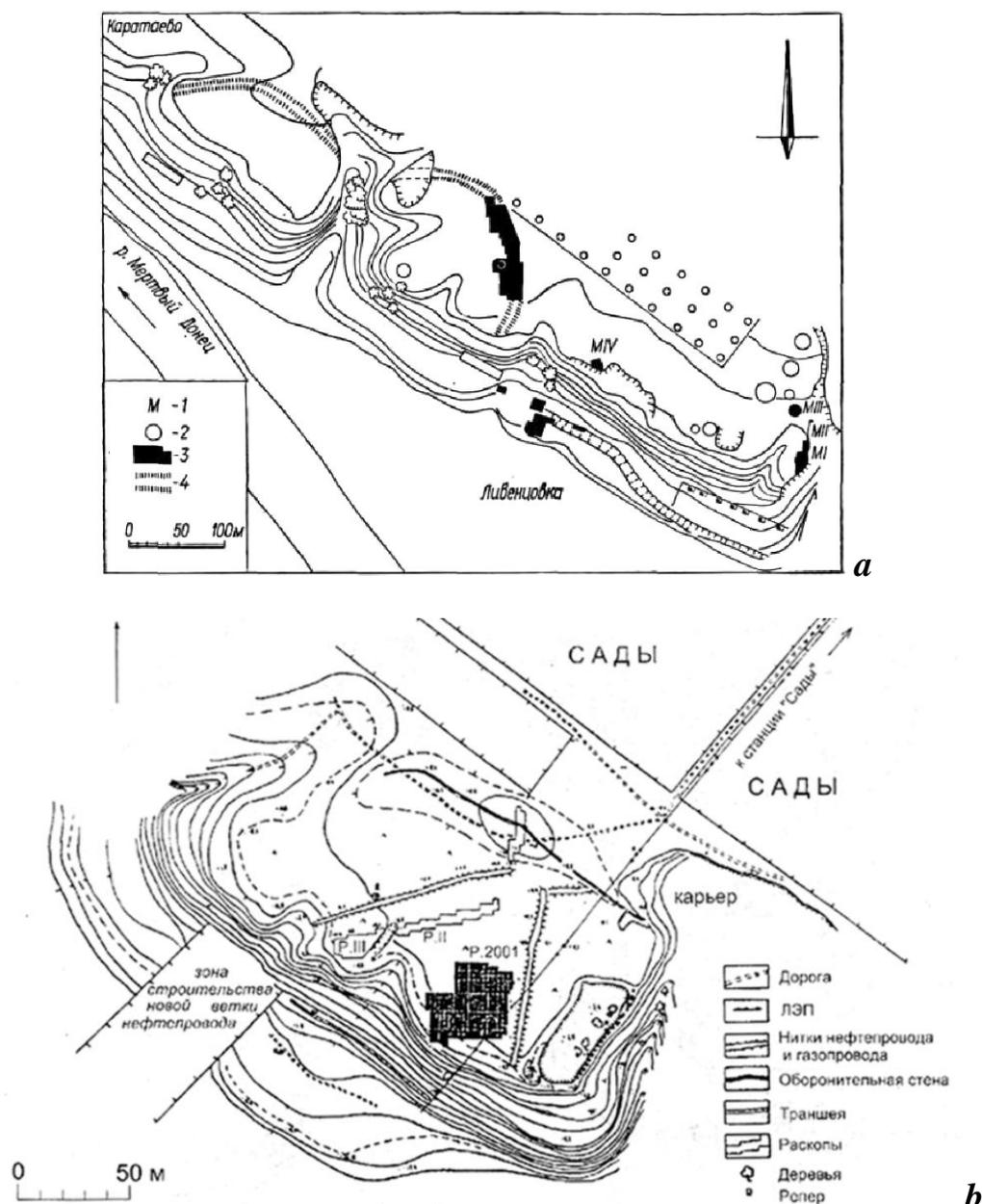


Рисунок 1. План Ливенцовской и Каратаевской крепостей: **a** – общий план поселений у Левенцовки и Каратаево с нанесенными археологическими раскопами 1960-х гг.: 1 – могильники; 2 – курганы; 3 – раскопы; 4 – валы Ливенцовской и Каратаевской крепостей (Братченко, 1976, рис. 58); **b** – план Каратаевской крепости с раскопами 1984 и 2001 гг. (Ильюков, 2002, рис. 1). Стрелка указывает направление на север, определенное по компасу.

На Каратаевской крепости в 60-е – 80-е гг. XX в. археологами были проведены поверхностные обследования, заложены шурфы внутри крепости в западной ее части рядом с карьером, траншея в восточной части поперек вала, проведены спасательные раскопки в районе центральной части вала. По результатам исследований был сделан вывод о схожести планировки крепостей, обнаруженных вещественных материалов и их распространения по поверхности (Братченко, 2006, с. 185).

Ливенцовская и Каратаевская крепости представляли собой своеобразные поселения-убежища с долговременной каменной фортификацией. Они состояли из свободного пространства площадью 1.3-1.5 га, окруженного со всех сторон оборонительными рвами и стеной, которые состояли из отдельных звеньев чередующихся сооружений, разделенных проходами. В одних из них на высоких платформах находились жилища, другие представляли толстые стены, возможно, с хозяйственными помещениями внутри (Братченко, 2006, с. 172).

На поселениях Передней Азии уже с эпохи неолита известны так называемые «жилые» стены, которые использовались в качестве элементов обороны или крепостных стен (Naumann, 1955, s. 298). В Восточной Европе высотные укрепленные поселения с расположением жилищ по периметру вокруг свободного пространства посередине, а иногда и с остатками оборонительных сооружений, известны с энеолита. К ним относится, например, Константиновское поселение (первая половина III тыс. до н.э.) на Нижнем Дону, находящееся на правом берегу р. Дон, выше впадения в Дон р. Северский Донец (Кияшко, 1994, с. 33). Константиновское поселение называют майкопским «форпостом» на Нижнем Дону. Так, среди обнаруженной на нем керамики около 8% – типичная майкопская посуда (Нечитайло, 1984, с. 132). Майкопские поселения на Северном Кавказе такие, как Мешоко, Свободное и другие, также относят к аналогичному типу укрепленных поселений (Мунчаев, 1994, с. 174). Они находятся на труднодоступных возвышенностях и высоких речных террасах. Типичная

площадь поселений 1-2 га. С напольной стороны они, как правило, укреплялись оборонительной стеной, иногда со рвом. Мощность культурного слоя в центре поселений была значительно меньше, чем около оборонительных стен.

Укрепленные поселения эпохи бронзы были открыты на ряде поселений в Закавказье, Дагестане, на Балканском полуострове и в Малой Азии. Целая серия укрепленных поселений таких, как Синташта, Аркаим, с глинобитными стенами и рвами выявлена в степях Урало-Иртышского междуречья (Генинг и др., 1992, с. 6; и др.). При этом, Ливенцовская и Каратаевская крепости обладали сравнительно высоким для эпохи бронзы уровнем развития фортификации.

Однако, слабая изученность поселений Юга Восточной Европы, в особенности предшествующих – катакомбных, не позволяет пока проследить этапы становления фортификации и указать ее конкретные истоки для изучаемых крепостей.

Осенью 2001 г. в связи с реконструкцией участка нефтепровода «Лисичанск-Тихорецк» Археологическая экспедиция Донского археологического общества проводила исследование Каратаевской крепости бронзового века.

В южной части Каратаевской крепости на краю обрывистой террасы был заложен раскоп площадью 872 м² (Ильюков, Ромашенко, Шеф, 2002, с. 100) (рис. 1b).

Культурный слой по цвету грунта однородный, а по толщине сравнительно тонкий, лежал поверх дерна, прикрывавшего известняковый материк. В среднем толщина слоя составляла около 25 см. Поверхность каменистого материка тщательно расчищалась и фиксировалась на общем плане раскопа наряду с другими камнями из развалов или конструкций (рис. 2; рис. 3).

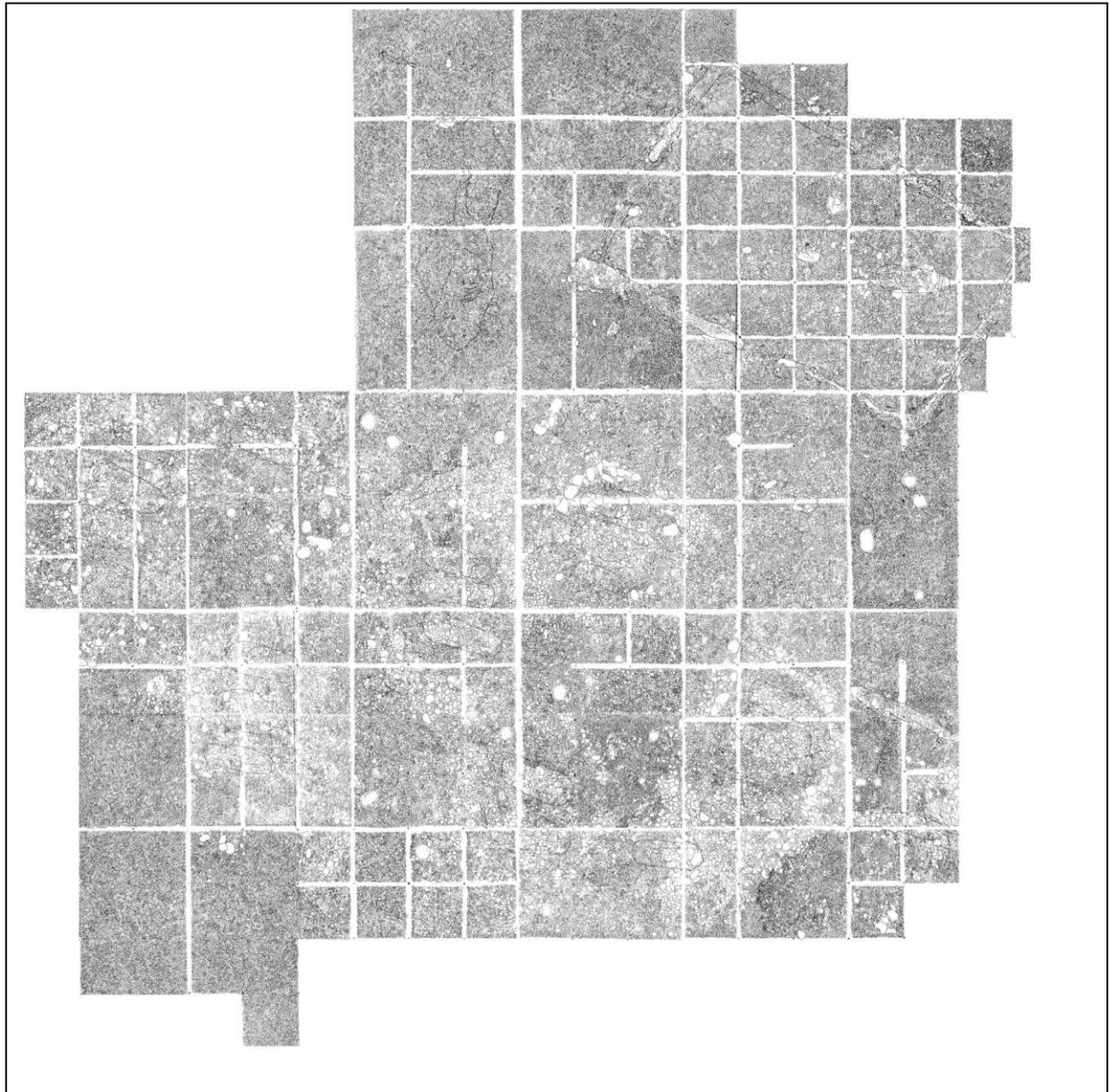


Рисунок 2. Первичный электронный план раскопа (Водолажская, Водолажский, Ильюков, 2003, рис. 6). План раскопа ориентирован на север по компасу.

В процессе раскопок был обнаружен могильник скифского времени, а также найден вырубленный в материке ровик от основания подпрямоугольной постройки эпохи бронзы, представлявшей собой в древности полностью деревянную или каркасно-столбовую конструкцию (рис. 4). На данный момент – это единственное сооружение, обнаруженное во внутреннем пространстве крепостей.

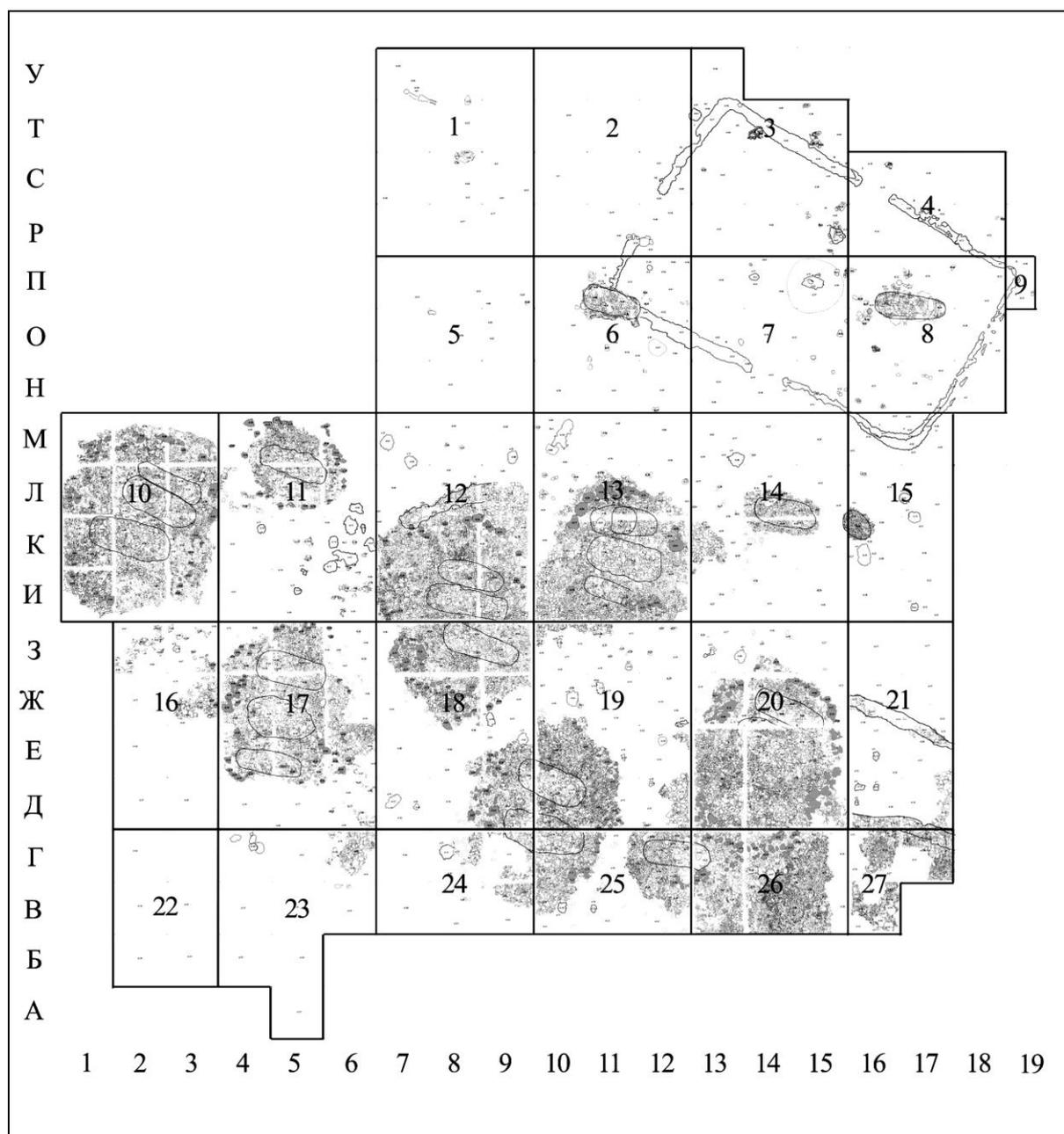


Рисунок 3. Полный план раскопа с окрашенными камнями кромлехов (Водолажская, Водолажский, Ильюков, 2003, рис. 7). План раскопа ориентирован на север по компасу.

Жилые сооружения крепостей, являвшиеся одновременно оборонительными стенами, имели внешние каменные панцири, и только торцовые стены, предположительно, включали значительные конструкции из дерева. Деревянные конструкции в виде столбов укрепляли также привратные постройки и относительно слабые кладки внутреннего панциря. Кровля сооружений также опиралась на деревянные балки (Братченко, 2006,

с. 161, 162). Т.к. обнаруженная постройка находилась во внутреннем пространстве крепости, то, вероятно, поэтому при ее сооружении не использовался камень, служивший в крепости, в основном, для облицовки оборонительного рва и панцирей жилых оборонительных стен.

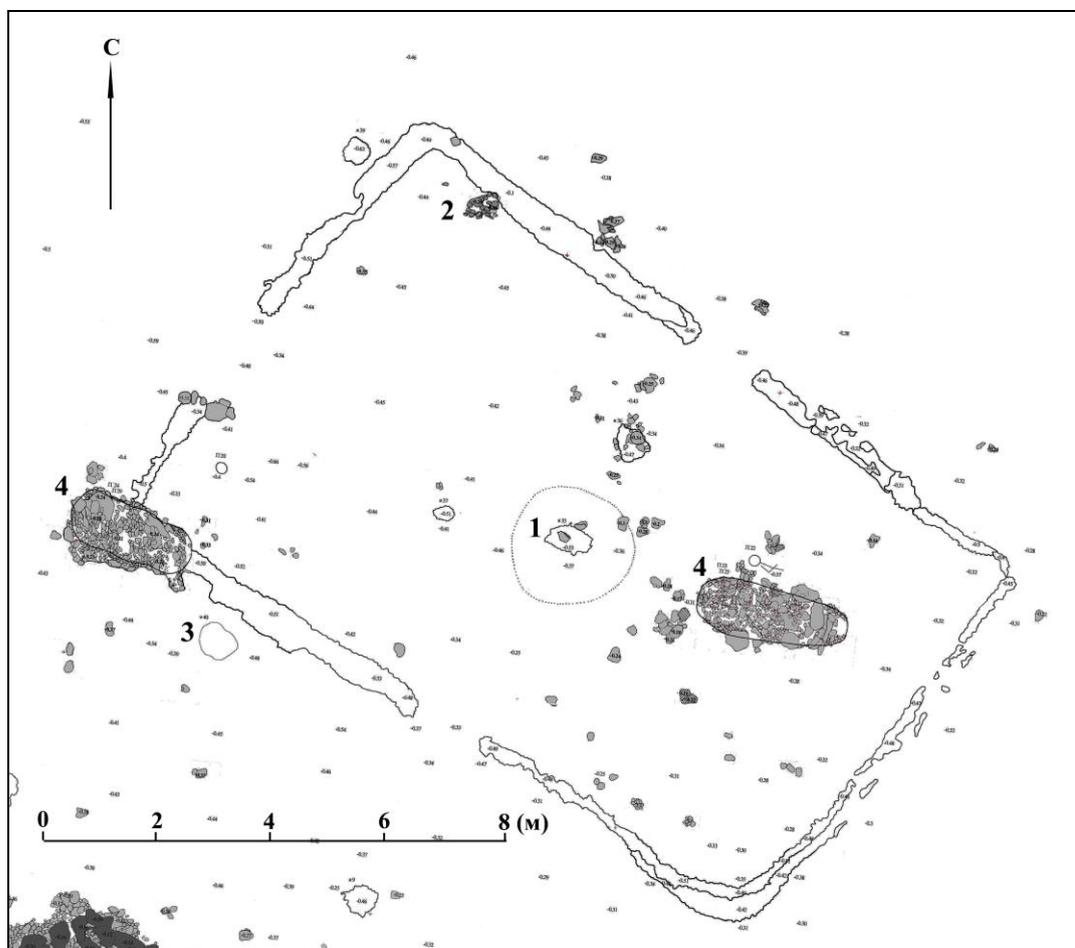


Рисунок 4. План ровика основания прямоугольной постройки: 1 – центральное костровище, 2 – малое костровище в северном углу постройки, 3 – скопление костей овец, 4 – скифские погребения. С – направление на север по компасу.

Размеры постройки по внутреннему краю канавок приблизительно 13×8 м. В центральной части постройки находилась большая яма от костровища округлой формы с пологими стенками около 1.8 м в диаметре, общей глубиной около 0.1 м. В северо-западном углу постройки было обнаружено небольшое костровище со скоплением пережженных красных песчаниковых камней и остатками шлака после выплавки бронзы.

В постройке был найден целый каменный топор, терочник и астрагалы крупного рогатого скота, кремневые стрелы, а также развалы нескольких лепных сосудов. Рядом с юго-западным входом с внешней стороны было обнаружено небольшое углубление, заполненное фрагментами костей двух овец. Скорее всего, сооружение имело ритуальный характер.

В процессе археоастрономического анализа была учтена величина магнитного склонения для географических координат Каратаевской крепости и вычислено направление на истинный север. Затем было выявлено, что относительно полученного направления на истинный север постройка ориентирована по направлению на заход Солнца в день летнего солнцестояния (Водолажская, Невский, 2012, с. 5-13).

Для того чтобы сориентировать постройку по астрономически значимому направлению, жители крепости должны были, как минимум, иметь представление о явлениях летнего/зимнего солнцестояния и об изменении направления на восход/заход Солнца в различные сезоны. У них также должны были быть отработаны методы определения и фиксации этих направлений в "полевых условиях". Все эти задачи достаточно непростые, особенно, если учесть, что письменность в тот период у местного населения еще отсутствовала.

В пользу того, что в эпоху бронзы у населения Каратаевской и Ливенцовской крепостей были представления об особенностях видимого движения Солнца, а значит, и о солнцестояниях, и об изменении направлений восхода/захода Солнца на протяжении года, свидетельствуют обнаруженные в последние годы на территории Ростовской и соседней – Донецкой областей древние артефакты эпохи бронзы, имеющие астрономическое значение. Так, в этих областях были обнаружены аналемматические солнечные часы (кадраны солнечных часов) эпохи бронзы в виде каменных плит перекрытий погребений с метками солнечных часов (Polidovych, Usachuk, 2013, p. 53-67; Vodolazhskaya, 2013, p. 68-88; Vodolazhskaya, Larenok, Nevsky, 2014, p. 31-53; Водолажская, Ларенок, Невский, 2015, с. 4-14), а также каменная плита –

прототип кадрана аналемматических солнечных часов (Vodolazhskaya, Larenok, Nevsky, 2016a, p. 96-116; 2016b, p. 150-168). В Донецкой области была обнаружена клепсида – водяные часы накопительного типа в виде лепного сосуда с метками на его внутренней поверхности (Vodolazhskaya, Usachuk, Nevsky, 2015a; Водолажская, Усачук, Невский, 2018, с. 24-48), метками горизонтальных солнечных часов с наклонным гномоном на венчике, а также с метками гелиакического восхода Сириуса на нем же (Vodolazhskaya, Usachuk, Nevsky, 2015б), и еще с рядом схематических изображений астрономического содержания (Vodolazhskaya, Usachuk, Nevsky, 2015в). Обнаруженные водяные и солнечные часы были отнесены археологами к срубной культуре и датированы приблизительно концом первой половины II тыс. до н.э. Прототип аналемматических солнечных часов был датирован более ранним периодом – предположительно началом III тыс. до н.э. Об интересе местного населения в эпоху бронзы к небесным явлениям свидетельствуют и Скульновские петроглифы, обнаруженные на севере Ростовской области (Vodolazhskaya, Nevsky, 2013, p. 18-32) и датируемые концом IV – началом III тыс. до н.э. Одна из интерпретаций рассматривает их как каменную летопись падения яркого болида и его фрагментов, наблюдавшегося на севере Ростовской области в эпоху ранней бронзы. Такое падение, сопровождавшееся многочисленными разрушениями, могло произвести сильное эмоциональное впечатление на свидетелей этого падения и усилить интерес к небесным явлениям, а также привести к возникновению культа метеоритов – "громовых камней", следы существования которого выявлены на некоторых археологических памятниках эпохи бронзы (Vodolazhskaya, Larenok, 2013, p. 5-25).

Для фиксации астрономически значимых направлений (астрономических выравниваний) в качестве визиров или маркеров направлений, кроме мегалитов, в древности также могли использовать и столбовые комплексы.

Маркирующие астрономические направления столбовые комплексы и отдельностоящие столбы (как правило, в центре археологических

памятников), относительно которых астрономические направления маркировались различными единичными находками, были выявлены Т.М. Потемкиной в энеолитических круглоплановых святилищах (Потемкина, 2001, с. 166-256; 2006, с. 120-188; Potemkina, 2014, p. 50-89), на поселениях (Потемкина, 2012а, с. 188-195), на мегалитических памятниках (Потемкина, 2009, с. 36-58; 2011, с. 10-34) и грунтовых могильниках Зауралья (Потемкина, Грушин, 2012, с. 188-205; Потемкина, 2012б, с. 78-84; Потемкина, Грушин, 2016, с. 106-128), а также в энеолитических курганах Северного Причерноморья (Потемкина, 2004, с. 214-251; Potyomkina, 2007, p. 53-62; Потемкина, 2005, с. 188-199; Потемкина, Иванова, 2005, с. 145-162).

В связи с этим, нами был проведен анализ взаимного расположения столбовых ям, отмеченных на опубликованной ранее карте раскопа 2001 г., и датируемых эпохой бронзы (Водолажская, Водолажский, Ильюков, 2003, 248-258). Анализ столбовых ямок на раскопе 2001 г. был проведен с целью выявления древнего астрономического инструмента/приспособления – столбового комплекса, предназначенного для астрономических наблюдений. Целью изучения каратаевского столбового комплекса являлась также и реконструкция методов фиксации астрономически значимых направлений, а также реконструкция технологии сооружения самого столбового комплекса и ориентировки в пространстве с его помощью культовой постройки. В связи с этим, особое внимание в исследовании было уделено точности расчетов, в процессе которых было учтено как магнитное склонение, так и особенности рельефа, и возможное влияние на азимуты восходов/заходов светил оборонительных стен Каратаевской и Ливенцовской крепостей.

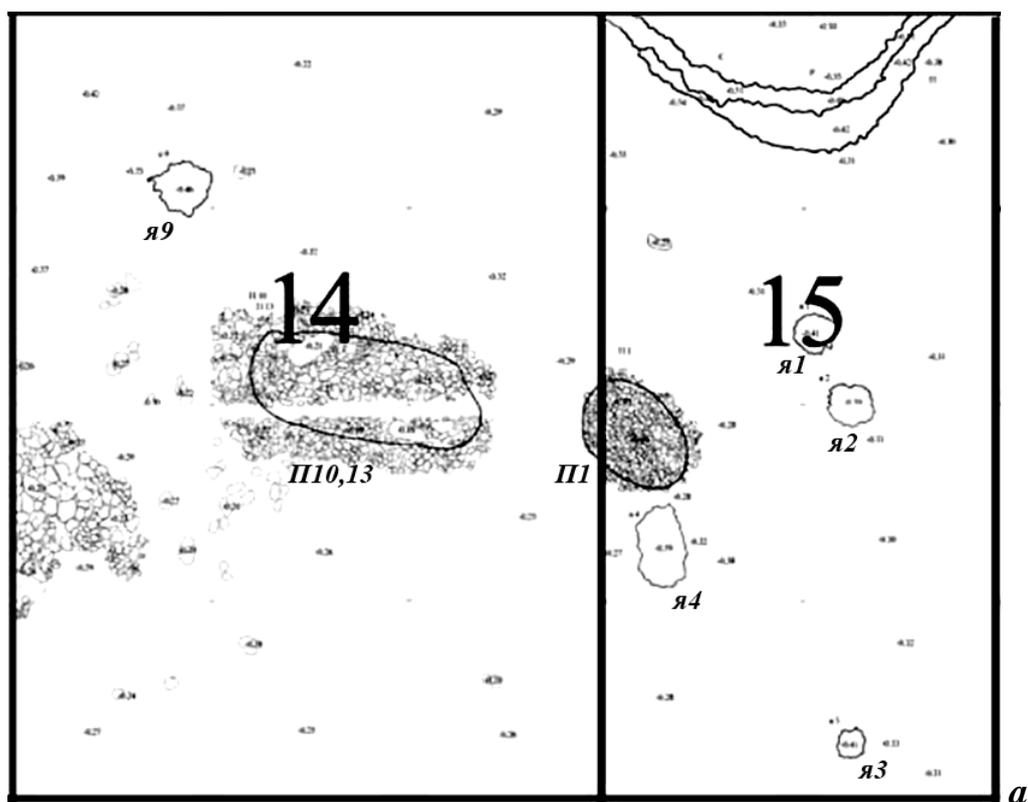
В процессе археоастрономического анализа столбовых ям на раскопе 2001 г. был выявлен комплекс столбовых ямок, которые отмечали почти все астрономически значимые направления и были компактно расположены вблизи юго-восточного угла ритуальной постройки (рис. 3; рис. 5).

В процессе анализа азимуты направлений, образуемые парами столбовых ямок столбового комплекса, сопоставлялись с рассчитываемыми азимутами

астрономически значимых направлений на восход/заход Солнца и Луны. При этом нами были выявлены четыре компактно расположенные ямки: 1, 2, 4 и 9, которые маркировали астрономически значимые направления (рис. 5). Ямка 3 имела значительно меньшие размеры и не образовывала астрономически значимого направления ни с одной из других ямок, поэтому она не была включена в рассматриваемый комплекс.

Эти ямки расположены около юго-восточного угла постройки, и постройка, находясь севернее, не мешала наблюдениям восходов/заходов светил в направлениях, задаваемых этим ямками.

Выявленный комплекс ямок свидетельствует о существовании здесь в древности столбового комплекса, предназначенного для наблюдений, фиксации/определения направлений восхода/захода светил, который являлся фактически древнейшей на юге России астрономической прото-обсерваторией.





b



c



d



e

Рисунок 5. Ямки столбового комплекса около юго-восточного угла каратаевской ритуальной постройки: *a* – фрагмент плана раскопа с

комплексом столбовых ямок поблизости от юго-восточного угла ритуальной постройки; *b* – фотография раскопа 2001 г. на Каратаевской крепости; *c* – фотография ровика постройки (на первом плане – начальник экспедиции Л.С. Ильюков); *d* – фотография раскопа вблизи юго-восточного угла постройки (на первом плане – участник экспедиции Л.Н. Водолажская с сыном А.Д. Водолажским); *e* – фотография южного сектора раскопа из центра постройки (на фотографии – сотрудники экспедиции 2001 г.). (Фотографии из архива Л.Н. Водолажской, 2001 г).

Астрономические азимуты для восходов/заходов Солнца и Луны рассчитывались по традиционной методике (Потемкина, Юревич, 1998, с. 18), но с учетом рефракции по формуле Беннета и особенностей рельефа (Vodolazhskaya, Larenok, Nevsky, 2016с, р. 27-42).

Географические координаты постройки на Каратаевской крепости: $47^{\circ}13'27''N$, $39^{\circ}33'23''E$ (высота поверхности ≈ 22 м над уровнем моря) были определены с помощью программы Google-Earth. Магнитное склонение¹ для 2001 г. (года раскопок и создания плана раскопа) составляет $D=6.34^{\circ} E$, а для 1984 г. $D=5,87 E$. Величина магнитной аномалии была принята равной нулю.

Профиль горизонта был построен с помощью программы *HeyWhatsThat*, в которой учитывается рефракция² при нормальном атмосферном давлении и температуре $+15^{\circ}C$, для высоты точки наблюдения 2 м над поверхностью земли вблизи юго-восточного угла каратаевской постройки (рис. б)³.

Результаты расчетов азимутов восхода/захода светил с учетом атмосферной рефракции, рассчитываемой по формуле Беннета, без учета профиля горизонта A_0 и с учетом профиля горизонта A_{tot} представлены в таблице 1.

¹ Магнитное склонение рассчитывалось с помощью программы: <http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/> (accessed on 14.07.2019).

² <http://www.heywhatsthat.com/techfaq.html> (accessed on 14.07.2019).

³ <https://www.heywhatsthat.com/?view=GJHMPGW7> (accessed on 14.07.2019).

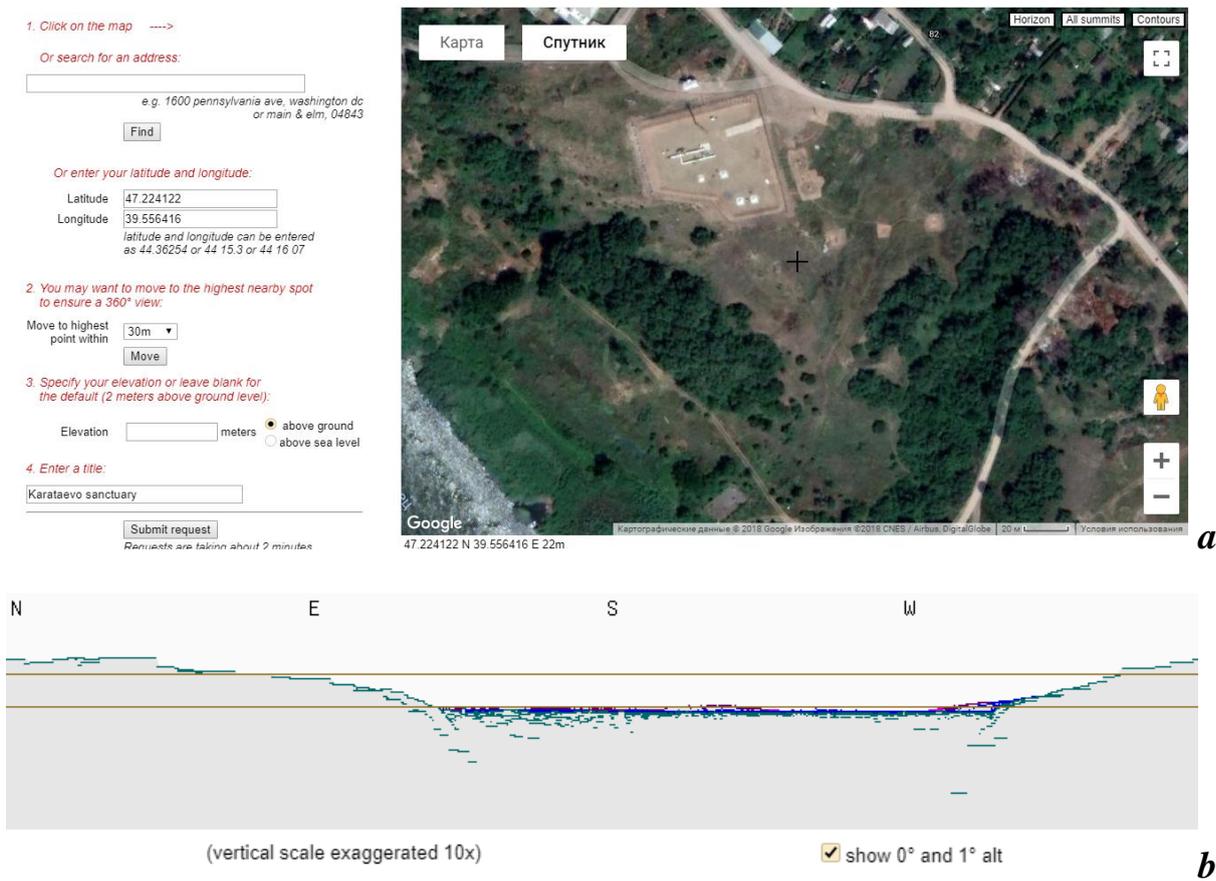


Рисунок 6. Каратаевская крепость: *a* – современная спутниковая фотография, где раскоп 2001 г. уже не виден; *b* – профиль горизонта, построенный с помощью программы *HeyWhatsThat* относительно направления на истинный север (высоты 0° и 1° над уровнем моря отмечены горизонтальными линиями коричневого цвета).

Дальность горизонта *l* для каждого направления определялась по программе *HeyWhatsThat*. Астрономически значимые направления, соответствующие этим азимутам, изображены на рисунках 7a и 7b.

Таблица 1. Азимуты Солнца в моменты восхода/захода в дни равноденствий и солнцестояний и азимуты Высокой и Низкой Луны⁴ в

⁴ Точки пересечения орбиты Луны с эклипкой (в проекции на небесную сферу) – узлы лунной орбиты, постоянно смещаются вдоль эклиптики, описывая полный круг за 18.6 года. Склонение Луны меняется в течение сидерического месяца между двумя крайними значениями. Когда восходящий узел лунной орбиты (где Луна переходит из южной части неба в северную) совпадает с точкой весеннего равноденствия, склонение Луны может достигать значения $\pm\delta=\varepsilon+i$ (Высокая Луна). Это случается один раз в 18.6 лет. На середине этого интервала, когда нисходящий узел лунной орбиты (где Луна переходит из северной части неба в южную) совпадает с точкой весеннего равноденствия,

моменты восхода/захода ("major/minor standstill moon rise/set") с учетом рельефа для географических координат Каратаевской крепости (юго-восточного угла постройки); l – дальность горизонта⁵, h_{hor} – высота горизонта в точке видимого восхода/захода светила, A_0 – азимут светила в момент восхода/захода при $h_{hor}=0$, A_i – азимут светила в момент восхода/захода на i шаге итерации при $h_{hor}\neq 0$, A_{i+1} – азимут светила в момент восхода/захода на $i+1$ шаге итерации при $h_{hor}\neq 0$, A_{tot} – азимут светила в момент восхода/захода с учетом высоты горизонта, A_{pit} – азимут направления, образуемого столбовыми ямками.

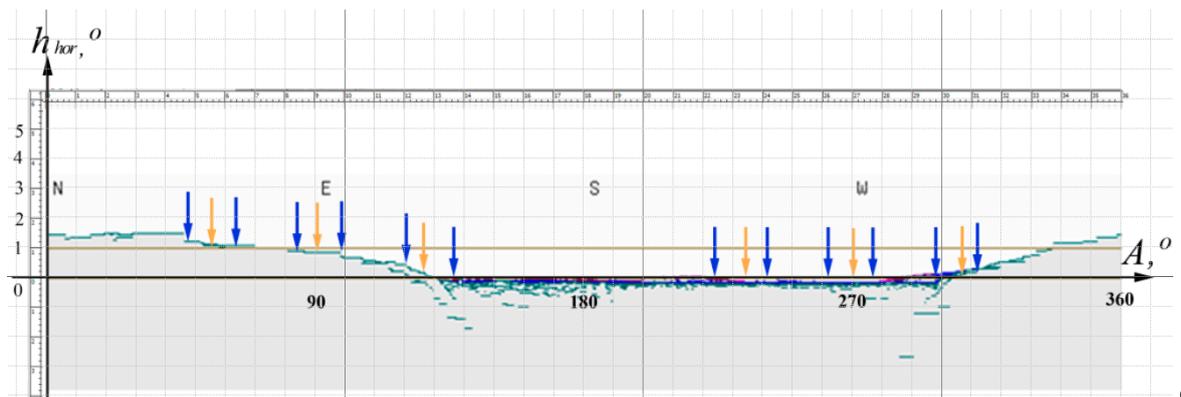
	явление	восход/заход	l , км	A_0 , °	h_{hor_i} , °	A_i , °	$h_{hor_{i+1}}$, °	A_{tot} , °	A_{pit} , °	$A_{pit} - A_{tot}$, °
1	летнее солнцестояние	восход Солнца (рис. 10)	-	52,61	1,2	54,48	1,1	54,48	54,84 (C1A)	0,36
									55,8 (C2B)	1,32
2	равноденствие	восход Солнца (рис. 17b)	-	89,38	0,8	90,4	0,8	90,4	91,5 (EB)	1,1
3	зимнее солнцестояние	восход Солнца (рис. 11)	-	125,84	0,2	126,16	0,2	126,16	127,5 (AB)	1,34
									127,2 (C1D)	1,04
4	летнее солнцестояние	заход Солнца (рис. 12)	-	307,39	0	-	-	307,39	307,5 (AB)	0,11
									307,2 (C1D)	-0,19
5	равноденствие	заход Солнца (рис. 17b)	22,5	270,62	0	270,73	0	270,73	271,5 (BE)	0,77

склонение Луны может достигать значения $\pm\delta=\varepsilon-i$ (Низкая Луна). Например, Высокая или Низкая Луна в полнолуние в зимнее время в момент кульминации может занимать более высокое, либо менее высокое положение над горизонтом соответственно. Склонение Высокой Луны в полнолуние вблизи летнего солнцестояния принимаем $\delta=\varepsilon+i$, вблизи зимнего солнцестояния $\delta=-\varepsilon-i$, вблизи равноденствия $\delta=i$. Склонение Низкой Луны в полнолуние вблизи летнего солнцестояния принимаем $\delta=\varepsilon-i$, вблизи зимнего солнцестояния $\delta=-\varepsilon+i$, вблизи равноденствия $\delta=-i$.

⁵ Дальность горизонта менее 15 км не учитывалась из-за малой величины поправки.

6	зимнее солнцестояние	заход Солнца (рис. 13)	37,5	234,16	0	234,38	0	234,38	234,8 (AC1)	0,42
									235,8 (BC2)	1,42
7	Высокая Луна	восход (самый северный) (рис. 14)	-	44,95	1,4	47,34	1,2	47,34	47,05 (C2B)	-0,29
									47,52 (C1A)	0,18
8	Высокая Луна	восход (самый южный) (рис. 17с)	22,5	136,21	0	136,5	0	136,5	136,8 (EC1)	0,3
9	Низкая Луна	восход (самый северный) (рис. 16)	-	62,22	1,0	63,63	1,0	63,63	63,54 (C1B)	-0,09
10	Низкая Луна	восход (самый южный) (рис. 17с)	-	118,70	1,4	120,73	1,4	120,73	121,2 (DE)	0,47
11	Высокая Луна	заход (самый северный) (рис. 14)	-	315,05	1,2	312,98	1,2	312,98	313,99 (BA)	1,01
									312,96 (C1D)	-0,02
12	Высокая Луна	заход (самый южный) (рис. 15)	20,8	223,79	0	223,94	0	223,94	223,72 (AC2)	-0,22
13	Низкая Луна	заход (самый северный) (рис. 16)	-	297,78	0	-	-	297,78	298,13 (BD)	0,35
14	Низкая Луна	заход (самый южный) (рис. 17с)	-	241,30	0	-	-	241,30	241,6 (AE)	0,3
15	Высокая Луна	восход (вблизи точки восхода Солнца в	-	82,81	1,0	84,08	0,8	84,08	81,9 (EA)	-2,58

		равноденс твие) (рис. 18)								
16	Низкая Луна	восход (вблизи точки восхода Солнца в равноденс твие) (рис. 18)	-	98,00	0,8	99,03	0,8	99,03	100,4 (EB)	1,37
17	Высокая Луна	заход (вблизи точки захода Солнца в равноденс твие) (рис. 18)	-	277,19	0	-	-	277,19	280,4 (BE)	3,21
18	Низкая Луна	заход (вблизи точки захода Солнца в равноденс твие) (рис. 18)	-	262,00	0	-	-	262,00	261,9 (AE)	-0,5



a

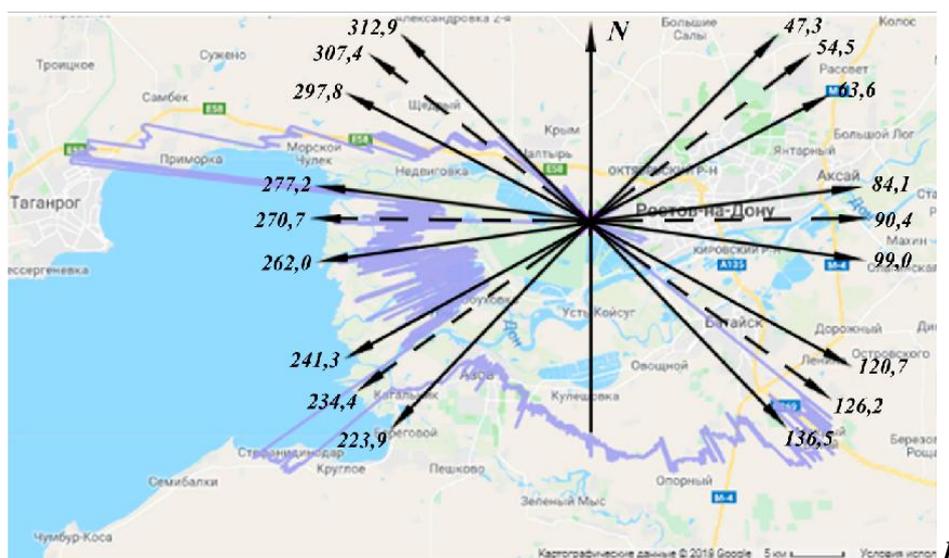


Рисунок 7. Каратаевская крепость: **a** – график высоты рельефа на горизонте относительно юго-восточного угла ритуальной постройки; по горизонтальной оси отложены значения азимута A , по вертикальной оси – значения высоты горизонта h_{hor} в градусах; точки на профиле горизонта, соответствующие азимутам восхода/захода Солнца, отмечены стрелками оранжевого цвета, а Луны – синего цвета (см. Табл. 1); **b** – топографическая карта местности в окрестностях Каратаевской крепости с нанесенными астрономически значимыми направлениями, соответствующими рассчитанным азимутам; пунктирные линии отмечают азимуты Солнца, а непрерывные линии – азимуты Луны (см. Табл. 1); профиль видимого горизонта выделен синей линией. N – направление на истинный север.

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что точность фиксирования астрономически значимых направлений для столбового комплекса $\approx 0.6^\circ$, а с учетом реконструируемой ямки Е точность $\approx 0.8^\circ$.

Однако, ритуальная постройка и столбовой комплекс находились внутри крепостных стен, поэтому в расчетах азимутов мы попытались учесть, в том числе, и влияние крепостных стен.

Для того, чтобы учесть высоту крепостных стен при расчете азимуты восходов/заходов светил, необходимо рассчитать их угловую высоту

относительно предполагаемого центра наблюдения поблизости от юго-восточного угла постройки.

Допустим, что высота стен h_{wl} приблизительно была равна трем метрам (выше человеческого роста, но незначительно, т.к. стены крепости были одновременно и стенами жилищ), тогда угловую высоту стен h_w можно рассчитать по формуле:

$$h_w = \arctg\left(\frac{h_{wl}}{l_w}\right), \quad (1)$$

где h_w – угловая высота крепостных стен в заданном направлении относительно предполагаемого центра наблюдения; $h_{wl} \approx 3$ м – высота крепостных стен в заданном направлении; l_w – расстояние от центра наблюдения до крепостной стены в заданном направлении.

Для определения расстояния от предполагаемого центра наблюдения до оборонительных стен, была использована программа Google-Earth и опубликованные топографические карты местности с нанесенными оборонительными стенами Каратаевской и Ливенцовской крепостей (рис. 1). В случае Каратаевской крепости анализировалось расположение оборонительной стены, полученное с помощью более современной инструментальной съемки (Ильюков, 2002, рис. 1). На современную спутниковую фотографию в одном масштабе были нанесены астрономически значимые направления, оборонительные стены крепости и контур раскопа, обозначенный на рис. 1. Затем были выявлены азимуты, в направлении которых находились крепостные стены, и с помощью программы Google-Earth были определены расстояния до них. Расчет азимутов производился по традиционной методике (Потемкина, Юревич, 1998, с. 18), но для высоты горизонта равной угловой высоте крепостной стены $h_{hor} = h_w$.

Измеренные расстояния, рассчитанные угловые высоты и азимуты приведены в Таблице 2 и обозначены на рис. 8.

Таблица 2. Азимуты Солнца в моменты восхода/захода в дни равноденствий и солнцестояний и азимуты Высокой и Низкой Луны в

моменты восхода/захода ("major/minor standstill moon rise/set") с учетом рельефа для географических координат Каратаевской крепости (юго-восточного угла постройки): A_{tot} – азимут светила в момент восхода/захода с учетом высоты горизонта; l_w – расстояние до крепостной стены по астрономически значимому направлению, A_{tot_w} – азимут светила в момент восхода/захода с учетом высоты крепостной стены, A_{pit} – азимут направления, образуемого столбовыми ямками.

явление	восход/заход	A_{tot} , °	l_w , м	h_w , °	A_{tot_w} , °	A_{pit}	A_{pit} - A_{tot}	A_{pit} - A_{tot_w}
летнее солнцестояние	восход Солнца	54,48	65	2,6	56,45	54,84 (C1A)	0,36	-1,61
						55,8 (C2B)	1,32	-0,65
зимнее солнцестояние	восход Солнца	126,16	300	0,6	126,79	127,5 (AB)	1,34	0,71
						127,2 (C1D)	1,04	0,41
Высокая Луна	восход самый северный	47,34	65	2,6	49,17	47,05 (C2B)	-0,29	-2,12
						47,52 (C1A)	0,18	-1,65
Низкая Луна	восход самый северный	63,63	65	2,6	65,68	63,54 (C1B)	-0,09	-2,14
Низкая Луна	восход (самый южный)	120,73	300	0,6	119,58	-	-	-
Низкая Луна	восход вблизи точки восхода Солнца в равноденствие	99,03	240	0,7	98,91	-	-	-

Для определения азимутов направлений A_{pit} , задаваемых парами столбовых ямок, были измерены по часовой стрелке углы между линией – направлением на истинный север и линиями – касательными к контурам пар ямок на плане раскопа, либо линиями – касательными к окружностям, вписанным в контуры ямок и моделирующих сечение деревянных столбов, устанавливаемых в ямках.

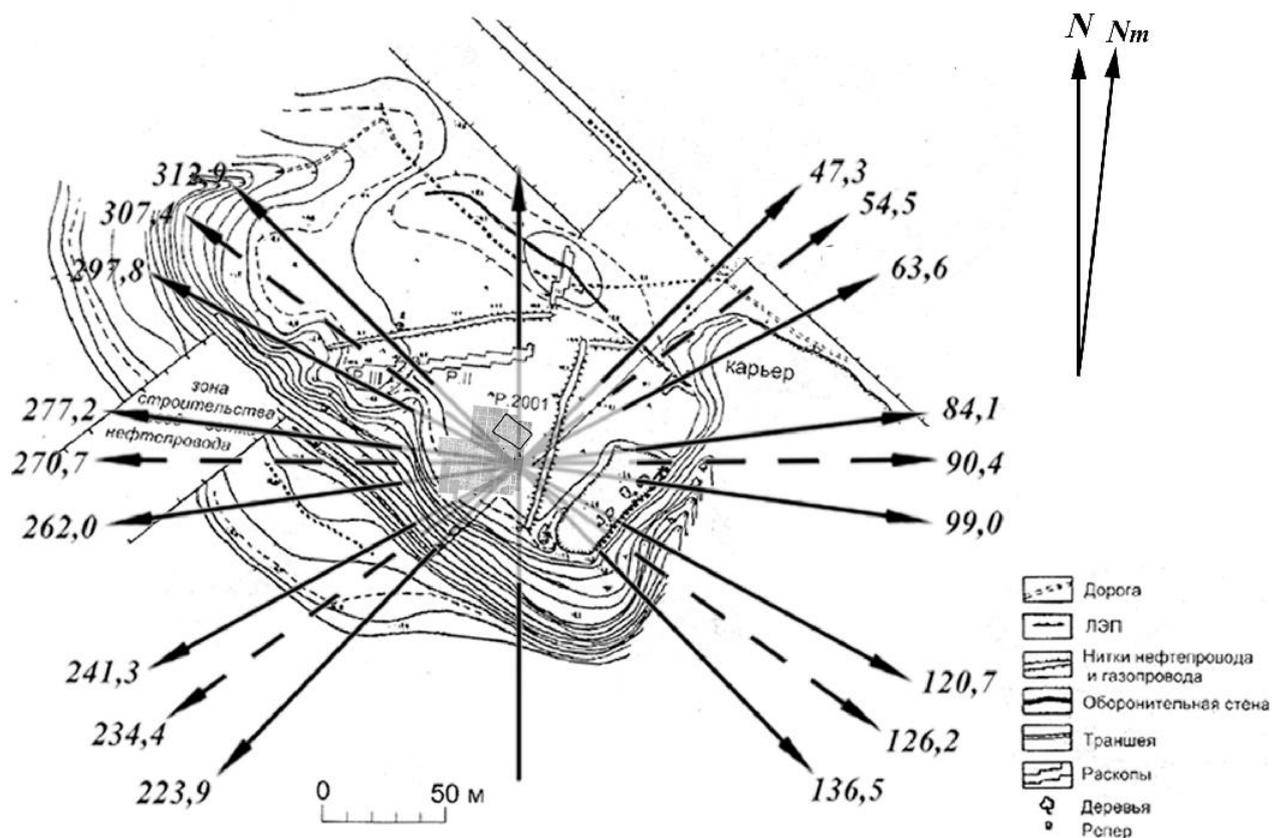


Рисунок 8. Общий план Каратаевской крепости с нанесенными астрономически значимыми направлениями относительно юго-восточного угла ритуальной постройки; план ориентирован на истинный север с учетом магнитного склонения.

Четыре выявленные ямки, связанные с астрономически значимыми направлениями, относятся к серии обнаруженных на раскопе небольших ямок, глубиной около 0.5 м относительно поверхности земли. В ямках не было обнаружено никаких находок, за исключением самой большой из них, в которой было найдено несколько небольших фрагментов костей животных и лепных сосудов.

В процессе исследования, для удобства записи направлений, ямки были обозначены латинскими буквами. При записи направления первая буква указывала место наблюдателя, а вторая буква – направление в сторону объекта наблюдения – Солнца или Луны. Измеренные азимуты направлений, задаваемые парами ямок, представлены в Таблице 1 и 2.

Т.к. контуры ямок не являются идеально круглыми, то были проанализированы как направления, образуемые касательными к внешнему контуру ямок (рис. 9а), так и направления, образуемые касательными к окружностям, вписанным в контур ямок (рис. 9б).

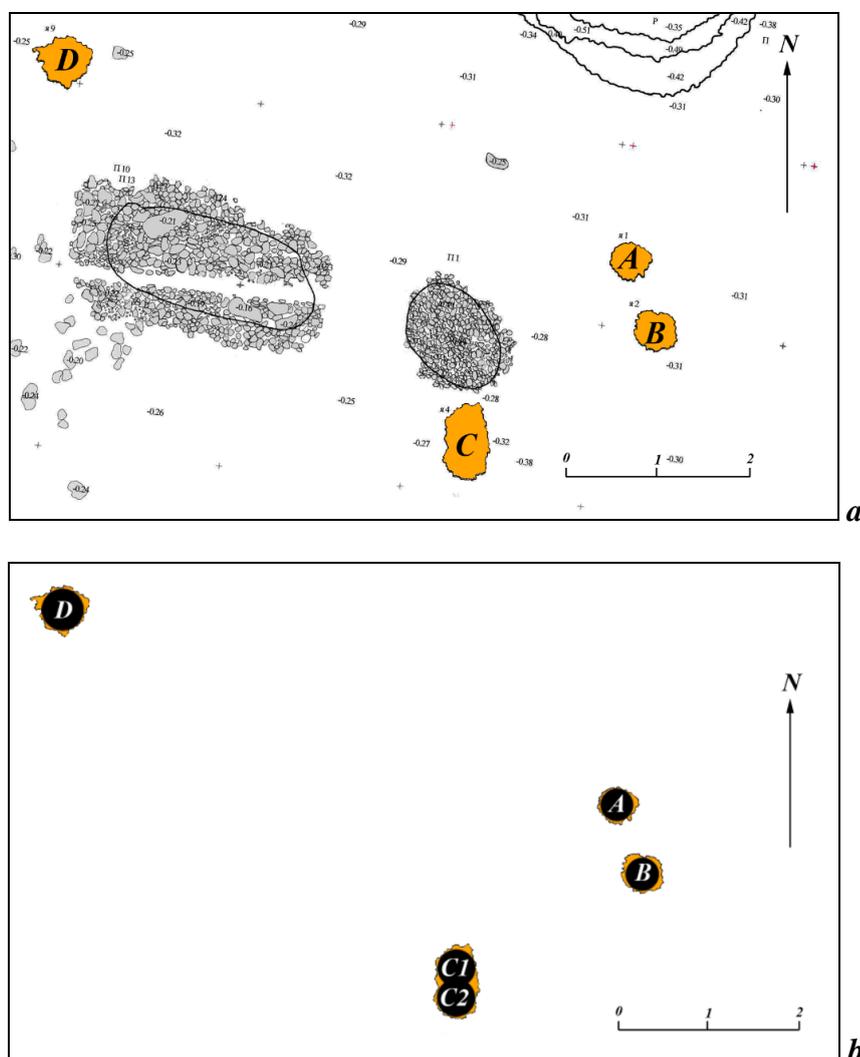


Рисунок 9. Каратаевский столбовой комплекс. Ямки А, В, С1, С2, D, задающие астрономически значимые направления: **a** – контуры ямок (внутренняя часть контуров ямок закрашена оранжевым цветом), **b** – окружности, вписанные в контуры ямок (внутренняя область окружностей закрашена черным цветом). N – направление на истинный север с учетом магнитного склонения.

Анализ первого типа касательных имел смысл, в случаях, когда в качестве забутовки частично использовались фиксировавшие столб деревянные

бруски, которые могли иметь высоту/длину, сравнимую с высотой устанавливаемого столба. Второй тип касательных рассматривался исходя из предположения, что направление могло задаваться непосредственно устанавливаемым в данной ямке деревянным столбом, максимально возможного диаметра.

Размеры внешних контуров ямок и вписанных в них окружностей приведены в Таблице 3.

Таблица 3. Размеры контуров ямок на чертеже раскопа и диаметры вписанных в них окружностей.

	Максимальные приблизительные размеры контуров ямок (м)	Диаметры вписанных окружностей (м)
A (я1)	0,4 x 0,5	0,4
B (я2)	0,5 x 0,5	0,4
C1 (я4)	0,5 x 0,8	0,4
C2 (я4)	0,5 x 0,8	0,4
D (я9)	0,5 x 0,6	0,5
E ⁶	-	0,5

Размеры ямок примерно одинаковы за исключением ямки С. Последняя, скорее всего, служила для одновременной установки двух столбов, что хорошо видно на некоторых фотографиях (рис. 5b, 5d).

В процессе исследования, первоначально, сопоставлялись направления, задаваемыми парами ямок, и астрономически значимые направления на азимуты восходов/заходов светил. При этом высота крепостных стен не учитывалась.

В процессе такого сопоставления были выявлены две основные закономерности: касательные к контурам ямок, как правило, соответствовали

⁶ Размеры ямки Е и ее местоположение были реконструированы в процессе исследования и будут рассмотрены ниже.

астрономически значимым направлениям, связанным с Солнцем, а касательные к вписанным окружностям – направлениям, связанным с Луной.

Пары столбов создавали аналог щели прицела, в который можно было увидеть восходящее/заходящее светило. Аналогичный прием используется в процессе прицеливания из лука. Похоже, что именно этот метод лежал в основе строительства всего стобового комплекса, как астрономического наблюдательного пункта. Так, ямки А и В, задающие ключевое для Каратаевской крепости астрономическое направление на заход Солнца в день летнего солнцестояния, находятся на расстоянии около одного метра друг от друга, что приблизительно равно половине старинной единицы длины – маховой сажени и примерно соответствует расстоянию от кончиков пальцев вытянутой руки до переносицы при прицеливании из лука.

Если определить направление и сделать разметку для установки столбов можно было с помощью прицеливания из лука, то фиксацию направлений можно было осуществить с помощью натянутых веревок, обвязанных вокруг столбов. Аналогичный прием, но только с колышками, иногда используется археологами при разметке раскопов⁷. В таком случае становится понятным физический смысл касательных к ямкам – натянутые и обвязанные вокруг столбов веревки.

Натянутая веревка может моделировать "луч зрения" и позволить зафиксировать направление наблюдений относительно пары столбов. В таком случае местом наблюдателя/наблюдения будет являться место крепления веревки к столбу, от которого ведется наблюдение.

На рис. 10 и 11 показано, как две пары ямок (С1А) и (С2В) фактически задают направление на восход Солнца в день летнего солнцестояния (рис. 10), а пары ямок (АВ) и (DC1) – на восход Солнца в день зимнего солнцестояния (рис. 11). На всех рисунках черными стрелками обозначены касательные к контурам ямок, а оранжевыми стрелками – рассчитанные направления.

⁷ Аналогия предложена археологом А.В. Пьянковым.

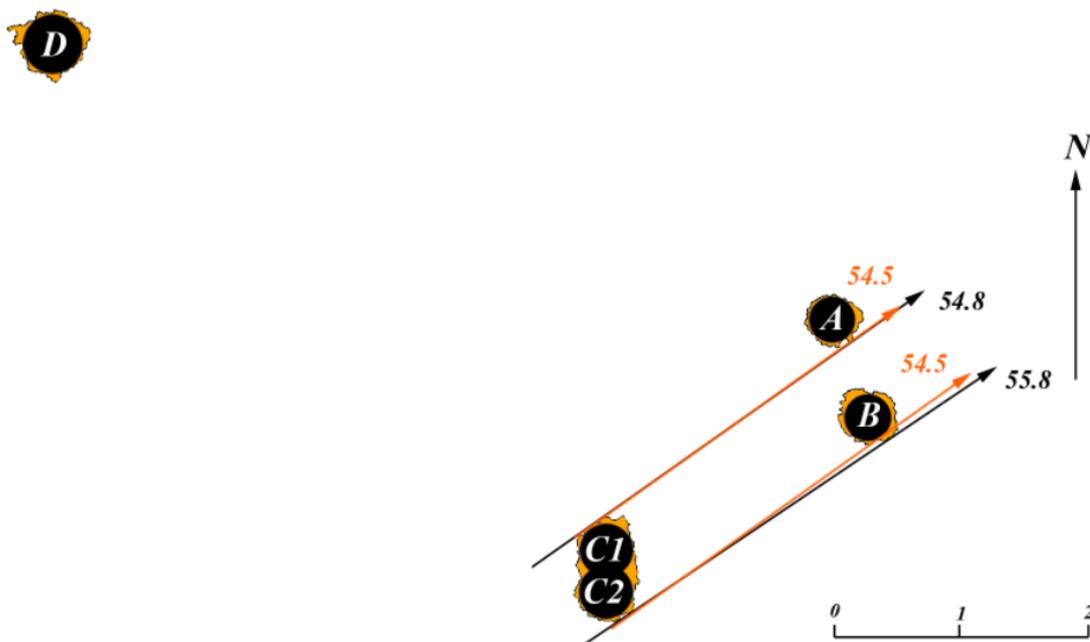


Рисунок 10. Каратаевский столбовой комплекс. Направления (C1A) и (C2B), соответствующие направлению на восход Солнца в день летнего солнцестояния.

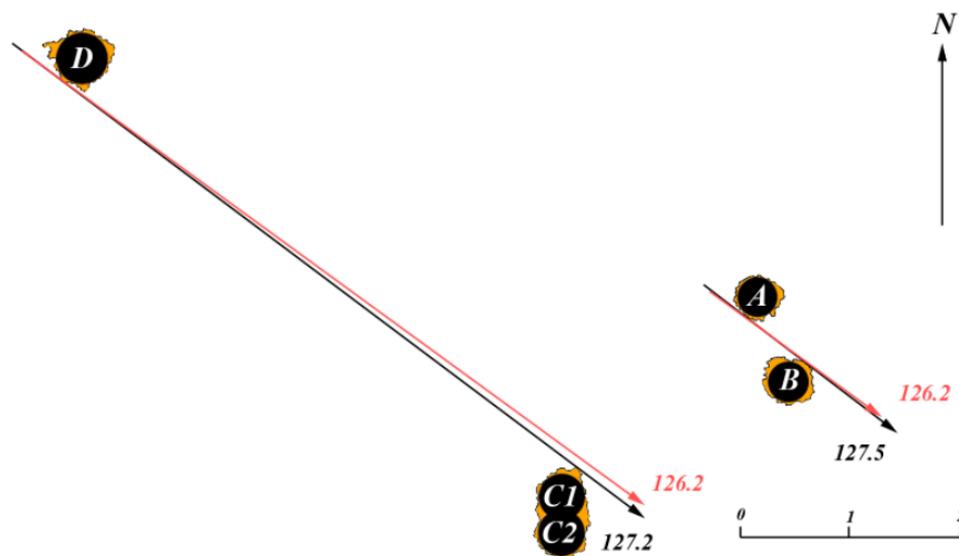


Рисунок 11. Каратаевский столбовой комплекс. Направления (AB) и (DC1), соответствующие направлению на восход Солнца в день зимнего солнцестояния.

На рис. 12 и 13 показано, как те же пары ямок, но в обратном порядке, задают направления на заход Солнца в день летнего солнцестояния – пары

(BA) и (C1D) (рис. 12), и на заход Солнца в день зимнего солнцестояния - пары ямок (AC1) и (BC2) (рис. 13).

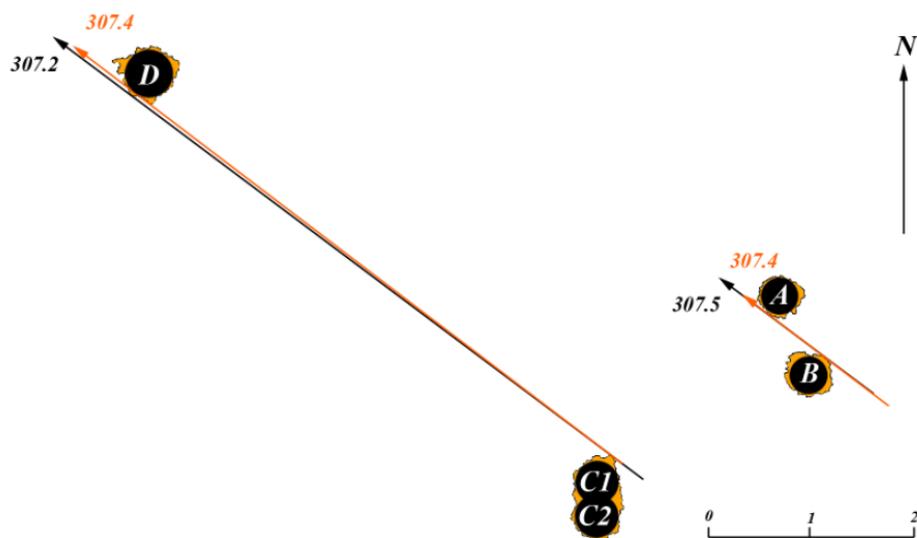


Рисунок 12. Каратаевский столбовой комплекс. Направления (BA) и (C1D), соответствующие направлению на заход Солнца в день летнего солнцестояния.

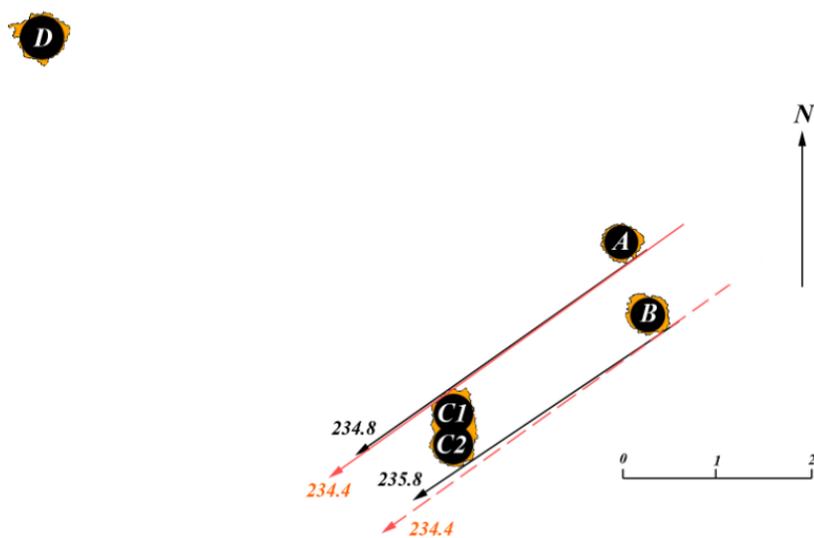


Рисунок 13. Каратаевский столбовой комплекс. Направления (AC1) и (BC2), соответствующие направлению на заход Солнца в день зимнего солнцестояния.

Что касается астрономически значимых направлений, связанных с Луной, то на рис. 14 и 15 показано, как две пары ямок (C2B) и (C1D) фактически

задают направления на самый северный восход и заход Высокой Луны соответственно (рис. 14), а пара ямок (AC1) – на самый южный заход Высокой Луны (рис. 15).

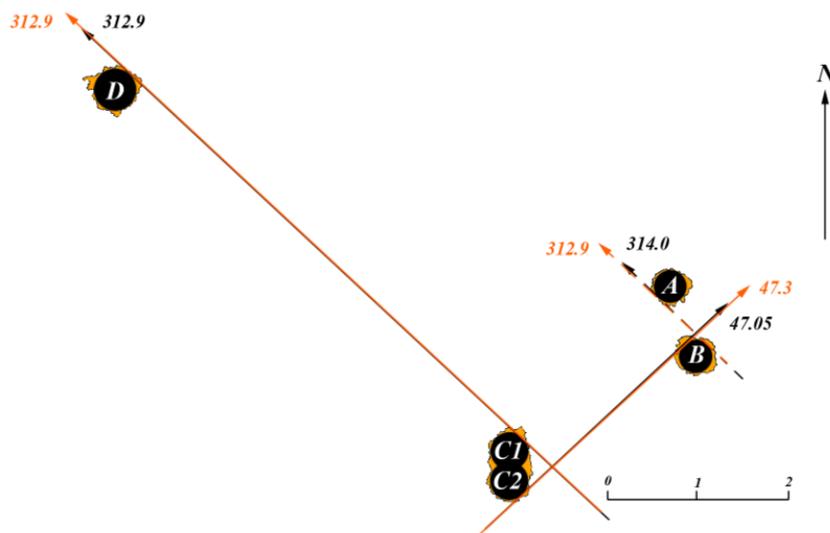


Рисунок 14. Каратаевский столбовой комплекс. Направления (C2B) и (C1D), соответствующие направлениям на самый северный восход и заход Высокой Луны.

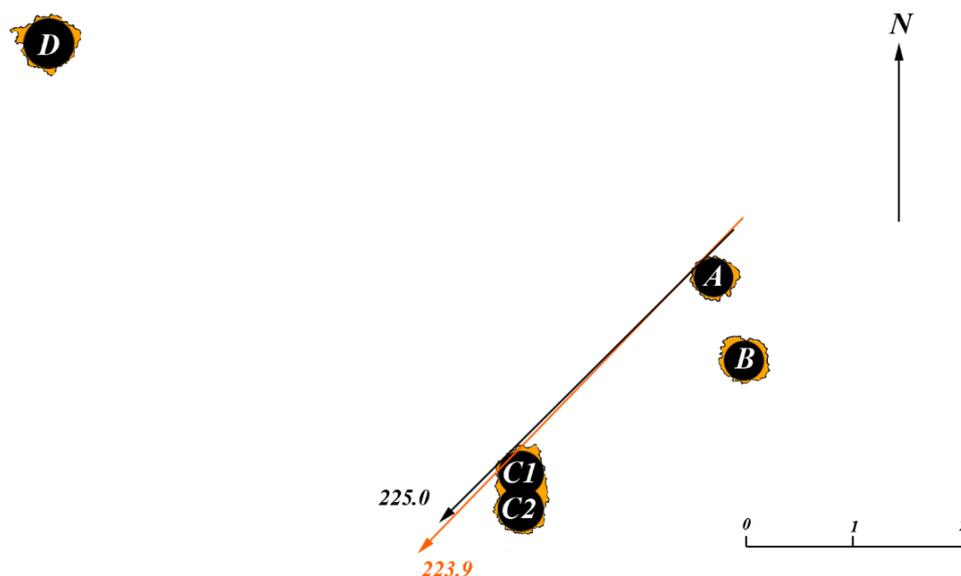


Рисунок 15. Каратаевский столбовой комплекс. Направление (AC1), соответствующее направлению на самый южный заход Высокой Луны.

На рис. 16 показано, как две пары ямок (C1B) и (BD) задают направления на самый северный восход и заход Низкой Луны соответственно.

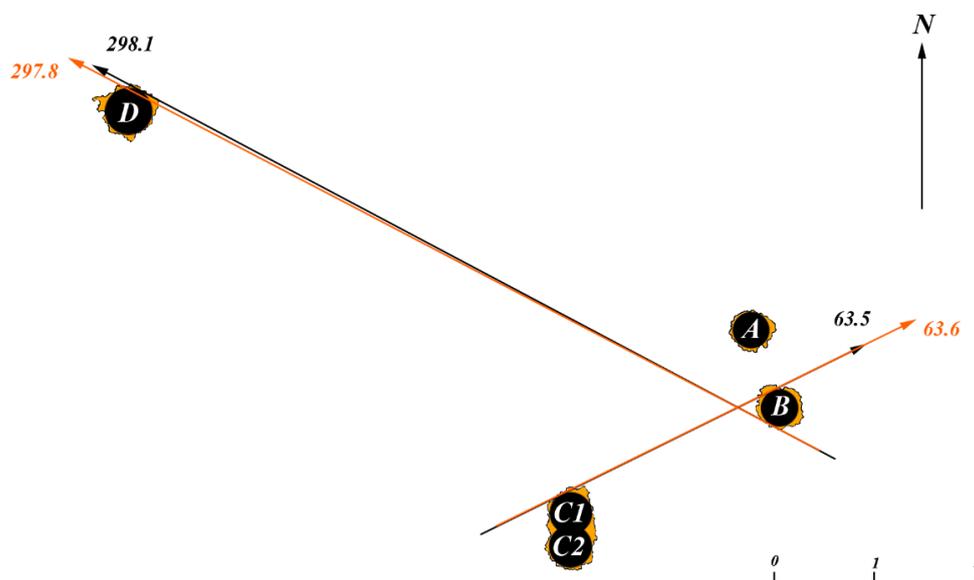


Рисунок 16. Каратаевский столбовой комплекс. Направления (C1B) и (BD), соответствующие направлениям на самый северный восход и заход Низкой Луны.

Таким образом, мы видим, что четыре ямки (контуры четырех ямок и пять вписанных окружностей) задают астрономически значимые направления связанные с солнцестояниями, самыми северными восходами/заходами Высокой и Низкой Луны и самым южным заходом Высокой Луны.

Для фиксирования направлений, связанных с равноденствиями и, возможно, с недостающими лунными направлениями, явно недостает еще, как минимум, одной ямки. При этом, на плане раскопа видно, что между ямками А, В, С и ямкой D находится небольшое погребение 1, относящееся к скифскому времени и датируемое примерно VII в. до н.э. (рис. 5). Погребение 1 имело глубину около 0.5 м, аналогично глубине четырех ямок, задающих астрономически значимые направления, а также значительно меньшие размеры, чем остальные скифские погребения. Овальная яма погребения была ориентирована длинной осью по линии СЗ-ЮВ. Размер ямы, примерно, 1.15×0.75 м, а дно имело небольшой скат к северо-западной стенке (Ильюков, 2002, рис. 5). Могила была засыпана грунтом с мелкими известняковыми камнями. На дне могилы находился скелет ребенка (2-4

года), головой на ЮВ, на спине, ноги лежали ромбом. Руки покоились вдоль туловища. У левого виска головы погребенного лежал на боку лепной сосуд.

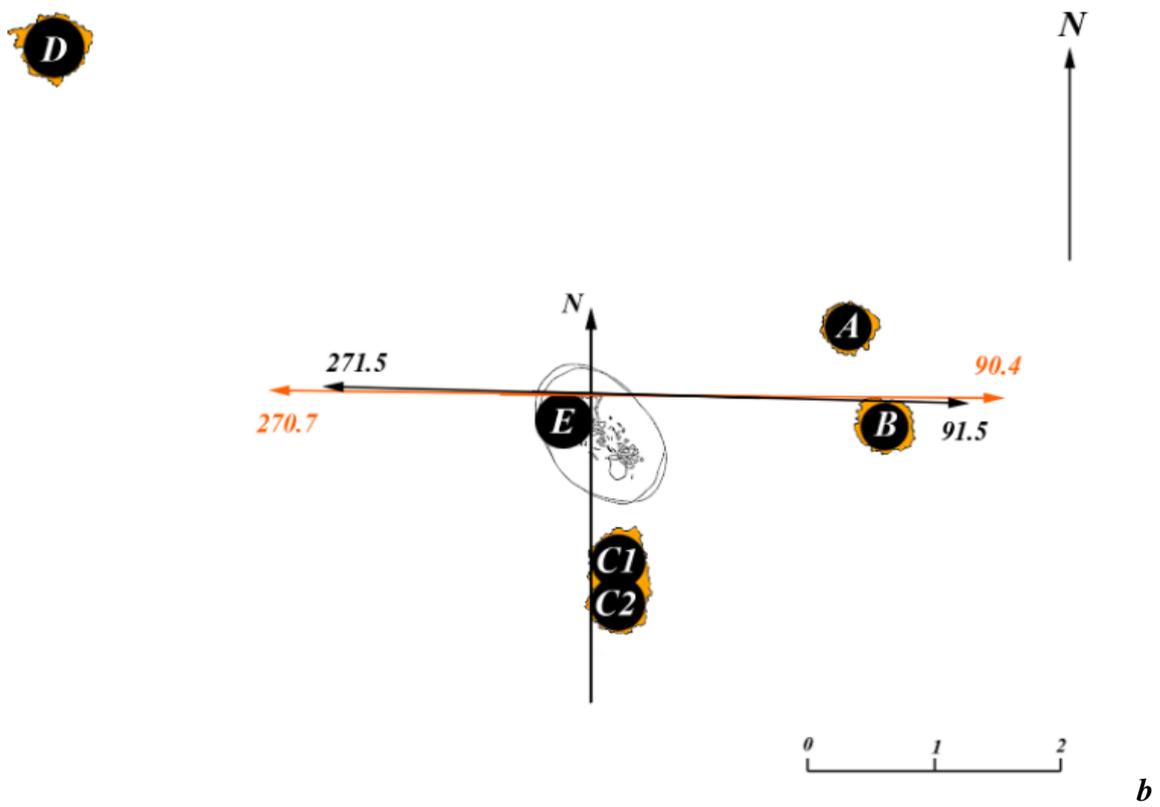
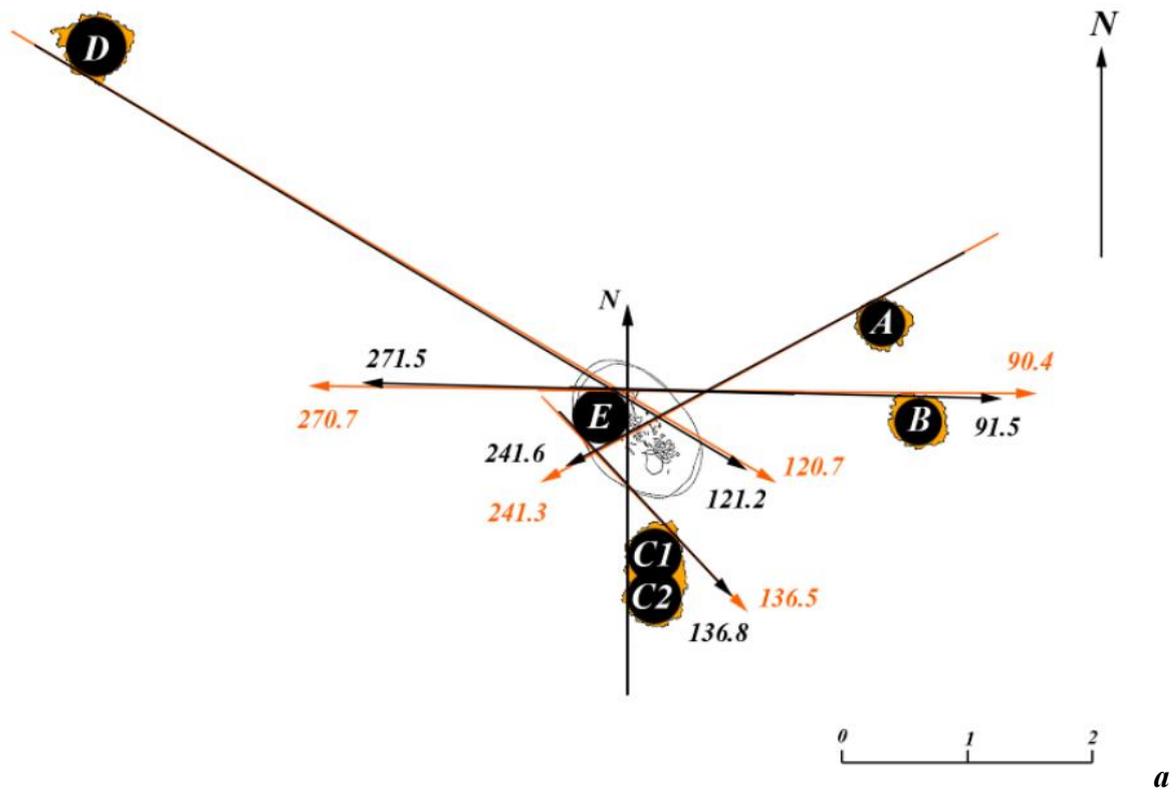
Т.к. погребение 1 имело небольшие размеры и глубину, как у столбовых ямок, расположенных поблизости, но датируется более поздним времени, чем Каратаевская крепость, то оно могло быть сделано на основе столбовой ямки, использовавшейся в фиксации недостающих астрономически значимых направлений.

Для реконструкции местоположения и размеров ямки Е от ямок А, В, С (С1, С2), D нами были проведены линии-касательные, соответствующие недостающим рассчитанным направлениям на восход (90.4°) и заход (270.7°) Солнца в равноденствия, на самый южный восход (136.5°) Высокой Луны, самый южный восход (120.7°) и заход (241.3°) Низкой Луны. Это позволило определить примерное место и размеры реконструируемой ямки Е (рис. 17 а), которая, скорее всего, была разрушена детским погребением в более позднее время.

Форма ямки Е была изначально задана нами в виде окружности, т.к. достоверно определить размеры ямки с контуром неправильной формы было бы практически невозможно.

Таким образом, реконструированная ямка Е позволила восстановить первоначальный вид столбового комплекса, предназначенного для достаточно точной фиксации практически всех астрономически значимых направлений, связанных с особенностями видимого движения светил.

На рис. 18 нанесены направления на восходы/заходы Высокой и Низкой Луны вблизи направлений на восход/заход Солнца в равноденствия. Ямки В и Е позволяют задавать с достаточной точностью только направления на восход и заход Низкой Луны.



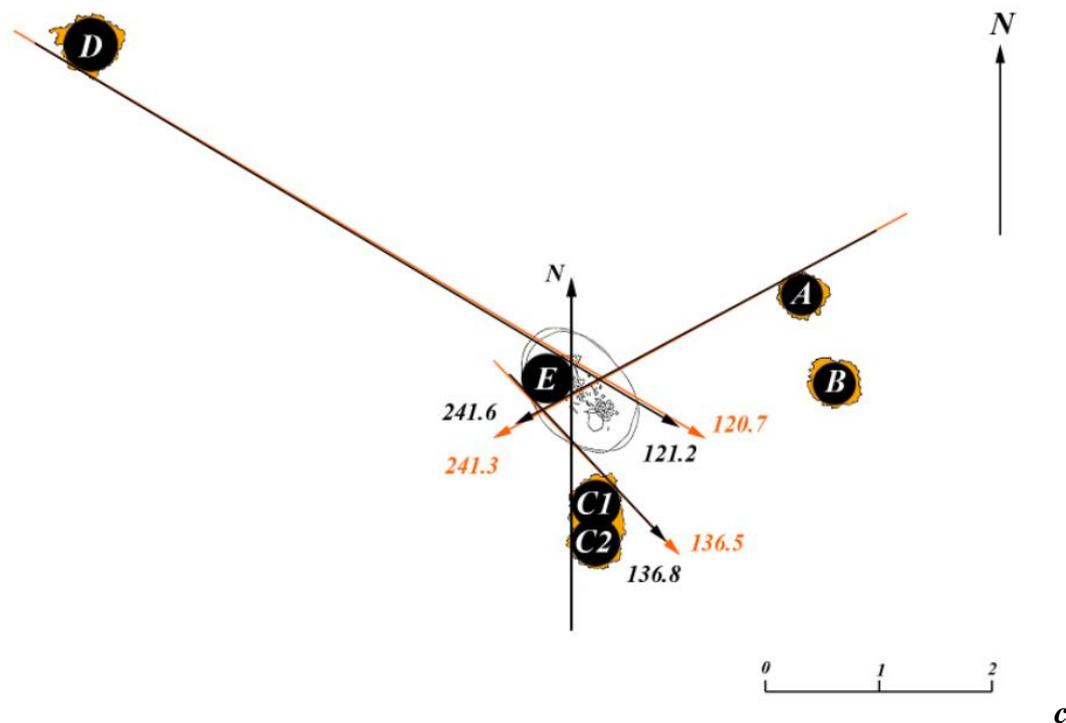


Рисунок 17. Каратаевский столбовой комплекс: *a* – реконструированная ямка E (выделена синим цветом); *b* – направления (BE) и (EB) на восход и заход Солнца в равноденствия; *c* – направление (EC1) на самый южный восход Высокой Луны, направления (DE) и (AE) на самый южный восход и заход Низкой Луны соответственно.

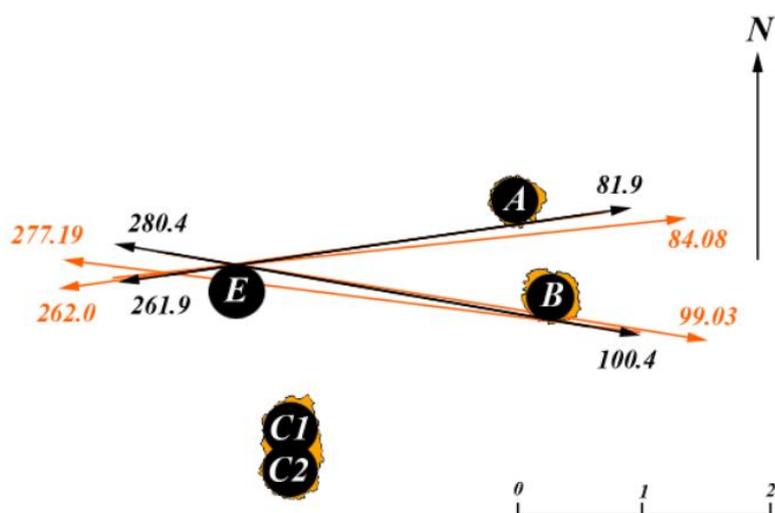


Рисунок 18. Каратаевский столбовой комплекс: направления на восход (84.08°) и заход (277.19°) Высокой Луны и восход (99.03°) и заход (262.0°) Низкой Луны вблизи равноденствия относительно реконструированной ямки E.

В процессе исследования столбового комплекса, нами первоначально сопоставлялись направления задаваемыми парами ямок и астрономически значимые направления на азимуты восходов/заходов светил. При этом высота крепостных стен не учитывалась. При учете в дальнейшем высоты крепостных стен точность возможной фиксации с помощью Каратаевского столбового комплекса направления на восход Солнца в день зимнего солнцестояния (направления (AB) и (DC1)), а также на восход Солнца в день летнего солнцестояния (направление (C2B)) увеличилась почти в два раза (см. Табл. 2). Точность фиксации при учете крепостных стен ухудшилась для направлений на самый северный восход Низкой и Высокой Луны (направления (C1B) и (C2B)), и ухудшилась в несколько раз для направления на восход Солнца в день летнего солнцестояния (направление (C1A)). Возможно, что это связано с тем, что столбовой комплекс планировалось соорудить раньше крепостных стен Каратаевской крепости (либо после их разрушения), но при уже возведенных крепостных стенах Ливенцовской крепости.

Таким образом, в процессе исследования столбового комплекса, ямки от которого были обнаружены на Каратаевской крепости, было выявлено, что комплекс мог фиксировать астрономически значимые направления и являлся небольшой астрономической прото-обсерваторией.

Ритуальная постройка поблизости от столбового комплекса своей длинной осью и северо-восточной стеной ориентирована по направлению $\approx 127^\circ$ (307°), что близко к азимутам восхода Солнца в зимнее солнцестояние (126.2°) или захода Солнца в летнее солнцестояние (307.4°). Для ориентации ритуальной постройки по астрономически значимому направлению, первоначально необходимо было его определить, а затем зафиксировать. Столбовой комплекс как раз и позволял это сделать.

Схема разметки постройки, основанная на использовании двух пар ямок комплекса, фиксирующих направление на заход Солнца в день летнего солнцестояния, представлена на рис. 19. В этой схеме за основу планиграфии

постройки было взято не только астрономически значимое направление, но и расстояния между парами ямок А и В (около 1.1 м), С1 и D (около 6 м).

Юго-западная стена ритуальной постройки ориентирована по Солнцу менее точно, чем восточная $\approx 122^\circ$ (302°). Возможно, что она размечалась "на глазок" – по образцу северо-восточной стены, но без точных измерений и разметки.

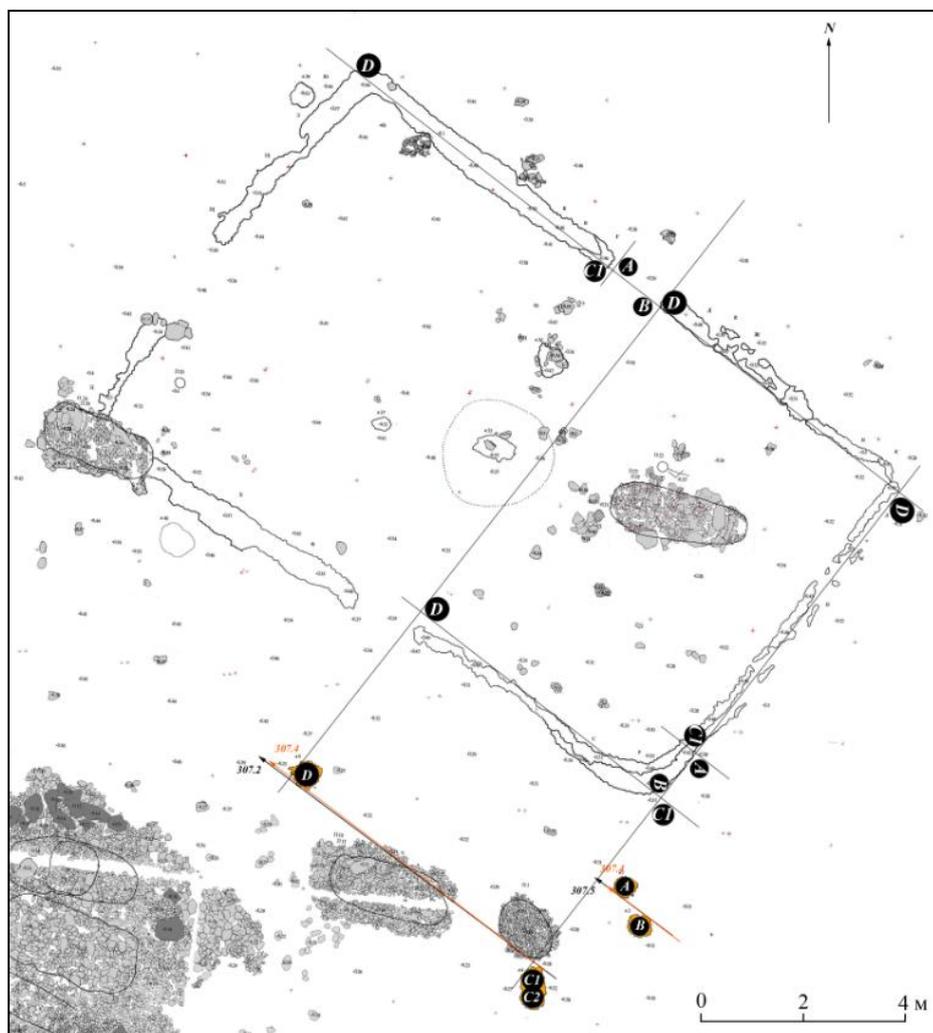


Рисунок 19. Ритуальная постройка и столбовой комплекс на плане раскопа 2001 г. со схемой разметки постройки, основанной на использовании двух пар ямок комплекса: А и В, С1 и D, фиксирующих направление на заход Солнца в день летнего солнцестояния. N – направление на истинный север с учетом магнитного склонения.

На следующем этапе исследования нами была предпринята попытка максимально точно определить местоположение раскопа и столбового

комплекса на спутниковой фотографии из Google-Earth. На современных фотографиях из Google-Earth раскоп уже не виден. Однако, в базе исторических снимков удалось найти спутниковую фотографию, сделанная 09.09.2002 г., на которой раскоп на Каратаевской крепости еще хорошо различим (рис. 20а).

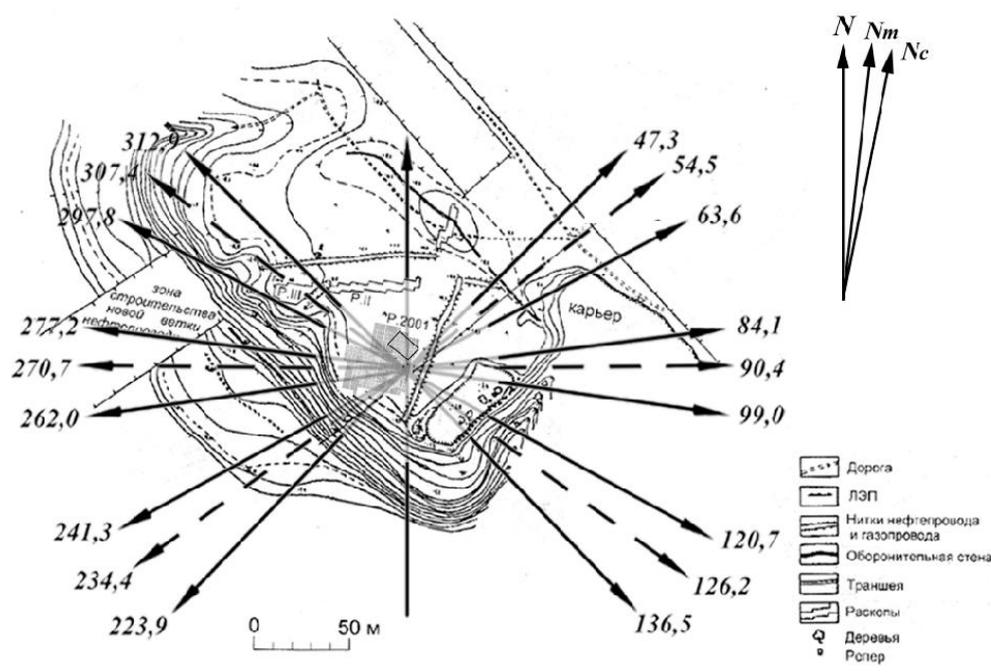


Рисунок 20. План раскопа 2001 г. на Каратаевской крепости: *a* – фотография 2002 г. из Google-Earth (фотография ориентирована на истинный север); *b* – топографический план с нанесенным чертежом раскопа 2001 г. *N* – направление на истинный север, *Nm* – направление на магнитный север, *Nc* – направление на север по компасу (с учетом магнитной аномалии).

При измерении угла наклона раскопа относительно направления на истинный север, было обнаружено, что эта величина превышает рассчитанную величину магнитного склонения для 2001 г. Рассчитанное магнитное склонение $D=6.34^\circ E$, а измеренное $D_{аном} \approx 11^\circ E$. Таким образом стало понятно, что на Каратаевской крепости наблюдается магнитная аномалия (рис. 20b).

Для того, чтобы определить была ли магнитная аномалия в районе крепости ранее, нами был проанализирован топографический план 1960-х гг, построенный С.Н. Братченко (рис. 1а).

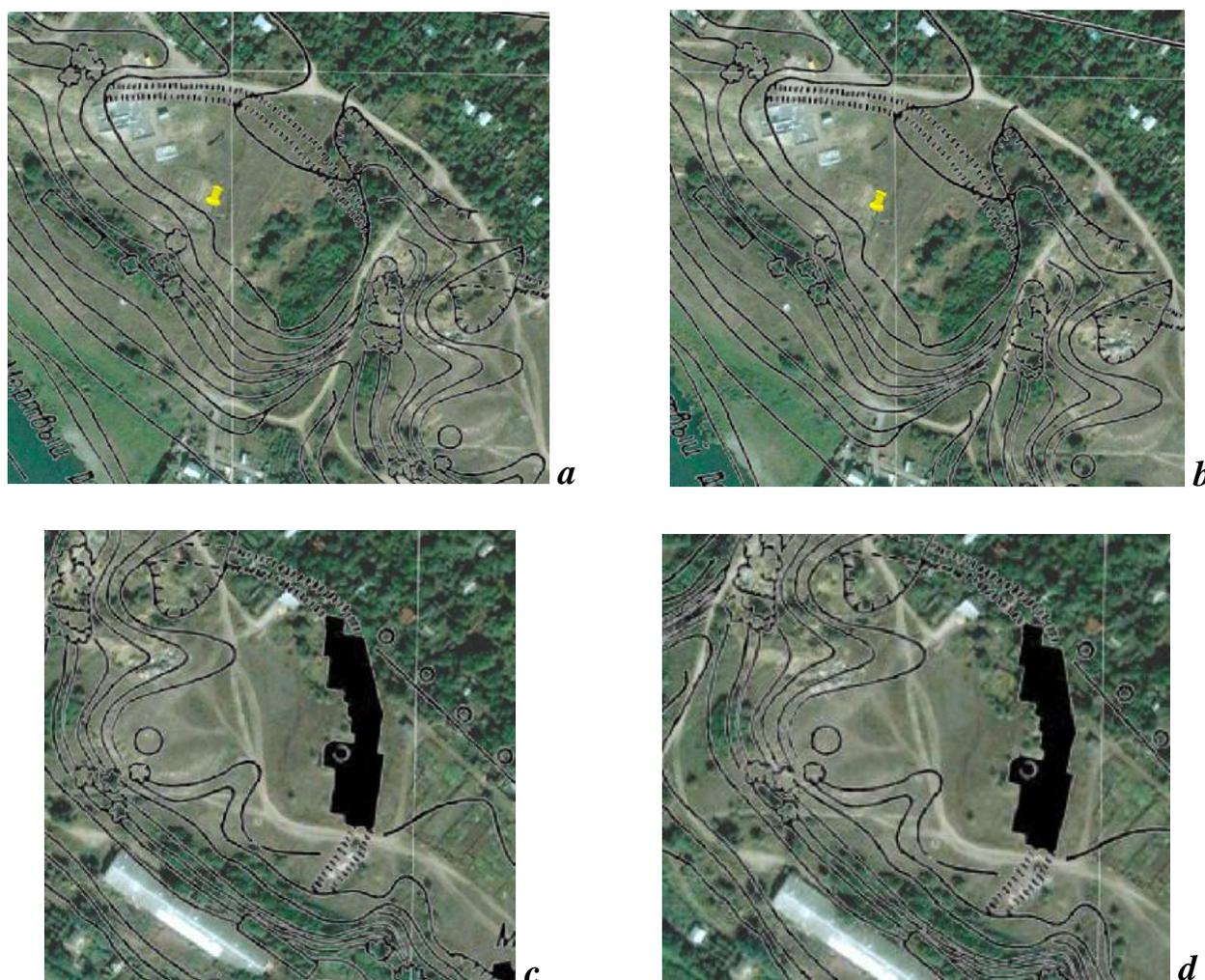


Рисунок 21. Совмещение топографического плана Каратаевской и Ливенцовской крепостей, составленного С.Н. Братченко в 1960-х гг., со спутниковой фотографией 2002 г.: **a** – план Каратаевской крепости развернут на рассчитанное стандартное D_{65} ; **b** – план Каратаевской крепости развернут

на аномальное $D_{65anomal}$; c – план Ливенцовской крепости развернут на рассчитанное стандартное D_{65} ; d – план Ливенцовской крепости развернут на аномальное $D_{65anomal}$.

Рассчитанное магнитное склонение для географических координат крепости для 1965 г. $D=5.9^\circ E$ с изменением $0.03^\circ W$ в год.

Для сравнения нами было выполнено совмещение топографических планов и Каратаевской, и Ливенцовской крепостей развернутых на величину $D_{1965}=5.9^\circ E$ и $D_{1965anomal}=D_{1965}+(D_{2001anomal}-D_{2001})=10.5^\circ E$ со спутниковой фотографией 2002 г., ориентированной на истинный север. Результаты такого совмещения показаны на рис. 21.

Сравнивая изображения можно заметить, что совмещения с учетом магнитной аномалии дает лучшие результаты, чем без нее. Необходимо также отметить, что совместный план Каратаевской и Ливенцовской крепостей совместить корректно со спутниковой фотографией невозможно. По всей видимости, это также явилось следствием влияния магнитной аномалии на показания компаса.

В связи с обнаружением магнитной аномалии в районе Каратаевской и Ливенцовской крепостей, столбовой комплекс у юго-восточного угла каратаевской постройки был проанализирован нами повторно. Полученные результаты представлены в Таблице 4. Для более полного фиксирования астрономически значимых направлений была повторно проведена реконструкция еще одной столбовой ямки F (рис. 22). На рисунке черными стрелками обозначены направления, фиксируемые парами ямок (столбов), а оранжевыми стрелками – астрономически значимые направления. Ямка F, как и ямка E, оказалась примерно такого же размера, как и другие ямки комплекса, и сходным образом попала на погребение 1.

Таблица 4. Азимуты Солнца в моменты восхода/захода в дни равноденствий и солнцестояний и азимуты Высокой и Низкой Луны в моменты восхода/захода ("major/minor standstill moon rise/set") с учетом рельефа для географических координат Каратаевской крепости (юго-

восточного угла постройки); A_{tot} – азимут светила в момент восхода/захода с учетом высоты горизонта, A_{pit} – азимут направления, образуемого столбовыми ямками, A_{pit_an} – азимут направления, образуемого столбовыми ямками с учетом магнитной аномалии.

	явление	восход/заход	$A_{tot},$ °	$A_{pit},$ °	$A_{pit} -$ $A_{tot},$ °	$A_{pit_an},$ °	$A_{pit_an} -$ $A_{tot},$ °
1	летнее солнцестояние	восход Солнца (рис. 22)	54,48	54,84 (C1A)	0,36	54,8 (FA)	0,32
				55,8 (C2B)	1,32	-	-
2	равноденствие	восход Солнца (рис. 22)	90,4	91,5 (EB)	1,1	89,9 (FB)	-0,5
3	зимнее солнцестояние	восход Солнца (рис. 22)	126,16	127,5 (AB)	1,34	126,5 (DF)	0,34
				127,2 (C1D)	1,04	-	-
4	летнее солнцестояние	заход Солнца (рис. 22)	307,39	307,5 (AB)	0,11	306,5 (FD)	-0,89
				307,2 (C1D)	-0,19	-	-
5	равноденствие	заход Солнца (рис. 22)	270,73	271,5 (BE)	0,77	270,1 (BF)	-0,63
6	зимнее солнцестояние	заход Солнца (рис. 22)	234,38	234,8 (AC1)	0,42	234,8 (AF)	0,42
				235,8 (BC2)	1,42	-	-
7	Высокая Луна	восход (самый северный) (рис. 23)	47,34	47,05 (C2B)	-0,29	49,4 (C1A)	2,06
				47,52 (C1A)	0,18	-	-
8	Высокая Луна	восход (самый южный) (рис. 23)	136,5	136,8 (EC1)	0,3	138,1 (AB)	1,6
9	Низкая Луна	восход (самый северный) (рис. 24)	63,63	63,54 (C1B)	-0,09	63,9 (FA)	0,27
10	Низкая Луна	восход (самый южный) (рис. 24)	120,73	121,2 (DE)	0,47	119,0 (DB)	-1,73
11	Высокая Луна	заход (самый северный) (рис. 23)	312,98	313,99 (BA)	1,01	-	-
				312,96 (C1D)	-0,02	312,8 (C1D)	-0,18
12	Высокая Луна	заход (самый южный)	223,94	223,72 (AC2)	-0,22	223,7 (AC2)	-0,24

		(рис. 23)					
13	Низкая Луна	заход (самый северный) (рис. 24)	297,78	298,13 (BD)	0,35	298,0 (AD)	0,22
14	Низкая Луна	заход (самый южный) (рис. 24)	241,30	241,6 (AE)	0,3	240,0 (BC2)	-1,3
15	Высокая Луна	восход (вблизи точки восхода Солнца в равноденствие) (рис. 23)	84,08	81,5 (EB)	-2,58	85,7 (FB)	1,62
16	Низкая Луна	восход (вблизи точки восхода Солнца в равноденствие) (рис. 24)	99,03	100,4 (EB)	1,37	100,5 (FB)	1,47
17	Высокая Луна	заход (вблизи точки захода Солнца в равноденствие) (рис. 23)	277,19	280,4 (BE)	3,21	280,1 (BF)	2,91
18	Низкая Луна	заход (вблизи точки захода Солнца в равноденствие) (рис. 24)	262,00	261,5 (BE)	-0,5	265,5 (BF)	3,5

Точность фиксирования астрономически значимых направлений с учетом магнитной аномалии для столбового комплекса, как совместно с ямкой F, так и без нее, оказалась $\approx 1.1^\circ$. При этом, в условиях магнитной аномалии каратаевский столбовой комплекс давал погрешность более 1.5° в шести случаях, из которых четыре относились к направлениям относительно реконструируемой ямки для восхода/захода Высокой и Низкой Луны вблизи равноденствия. В условиях отсутствия магнитной аномалии комплекс давал бы погрешность более 1.5° только в двух случаях, причем, оба относятся также к направлениям относительно реконструируемой ямки для восхода/захода Высокой Луны вблизи равноденствия.

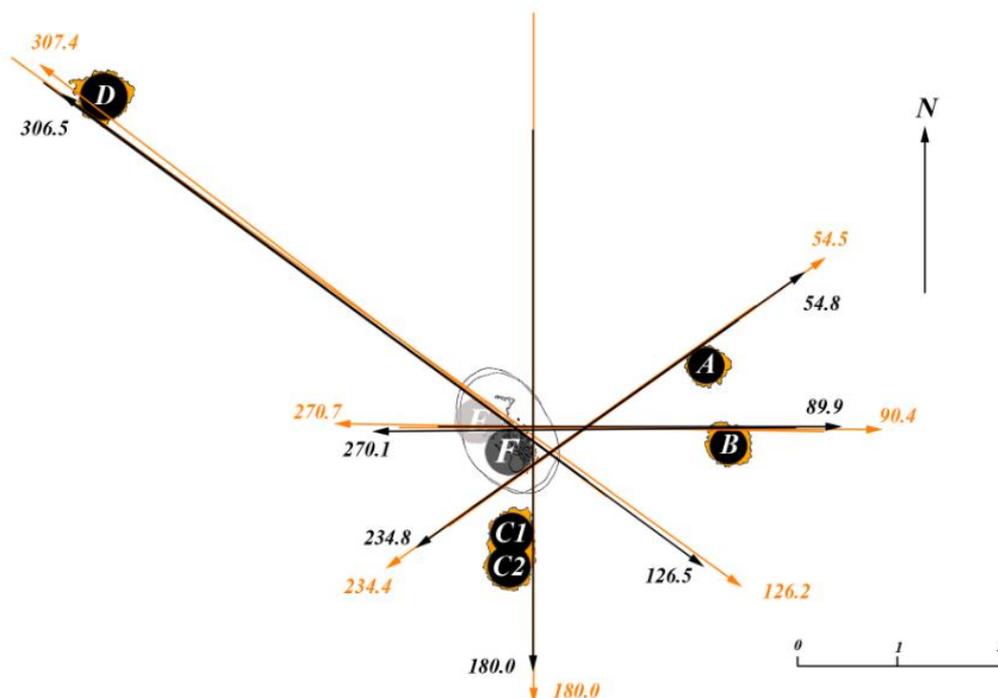


Рисунок 22. Каратаевский столбовой комплекс. Астрономически значимые солнечные направления (Табл. 4). *N* – направление на истинный север (с учетом магнитной аномалии).

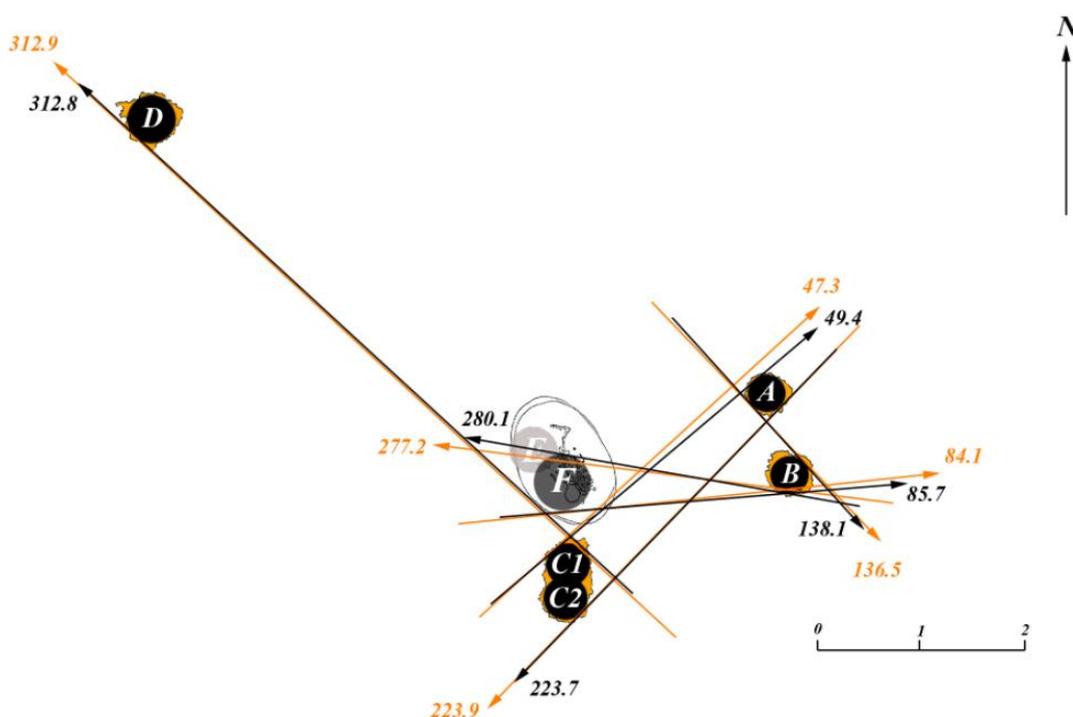


Рисунок 23. Каратаевский столбовой комплекс. Астрономически значимые направления, связанные с Высокой Луной (Табл. 4). *N* – направление на истинный север (с учетом магнитной аномалии).

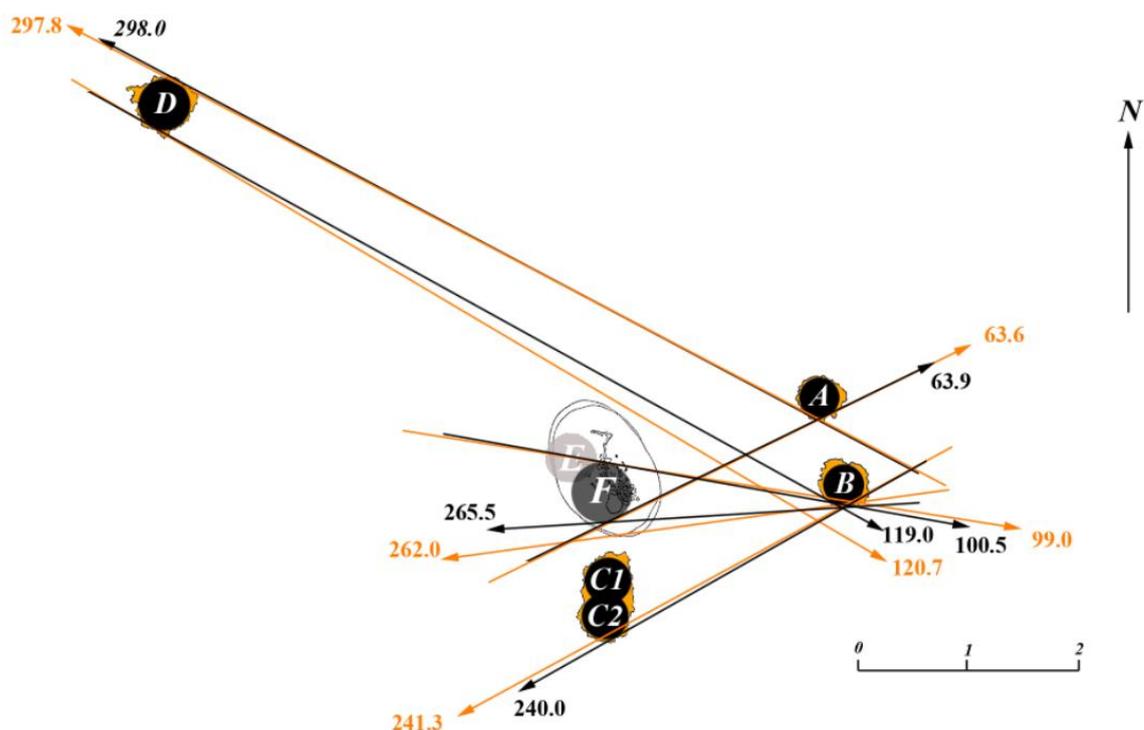


Рисунок 24. Каратаевский столбовой комплекс. Астрономически значимые направления, связанные с Низкой Луной (Табл. 4). *N* – направление на истинный север (с учетом магнитной аномалии).

Таким образом, точность фиксирования столбовым комплексом астрономически значимых направлений, как с учетом реконструируемой ямки *F*, так и без нее, в условиях магнитной аномалии была бы в эпоху бронзы в полтора-два раза ниже, чем, если бы этот же комплекс функционировал в ту же эпоху на той же широте, но в местности без магнитной аномалии.

Этот факт наталкивает на мысль, что описанный выше столбовой комплекс у юго-восточного угла ритуальной постройки на Каратаевской крепости мог быть размечен по "трафарету", созданному на некотором удалении от Ливенцовской и Каратаевской крепости (примерно для той же широты), но в местности без магнитной аномалии. А при разметке комплекса на территории Каратаевской крепости направление на север определялось с помощью магнитного компаса, но с учетом стандартной величины магнитного склонения для данной местности. Магнитное склонение можно

было достаточно легко определить, сравнивая направление полуденной тени от гномона и стрелки компаса. Разница в направлении и дает угловую величину магнитного склонения.

По поводу существования компаса в эпоху бронзы в Северном Причерноморье прямых свидетельств пока обнаружено не было, хотя трудно представить, как должны были бы выглядеть такие свидетельства.

Сами по себе магниты были известны достаточно давно. Некоторые свидетельства указывают на использование их уже в 2700 гг. до н.э. Одна из самых ранних засвидетельствованных ссылок на магнитные свойства магнетита была сделана греческим философом Фалесом Милетским в VI в. до н.э. Согласно Аристотелю, Фалес считал, что камни имеют души, потому что железо притягивается к ним (силой магнетизма) (Ida, 2015, p. 428).

Известно, что Геродот упоминал о некоем "...Абарисе, который, как говорят, также был гипербореем: он странствовал по всей земле со стрелой в руке и при этом ничем не питался ..." (Геродот, 4.36). Возможно, что "Абарис" может быть ничем иным, как названием древнего компаса.

Безусловно, если компас существовал в древности, то это было достаточно простое устройство, например, кусок магнетита, подвешенный на нити, или намагниченная игла из метеоритного железа, которую могли подвешивать или помещать на деревянной основе в сосуд с водой или маслом.

В любом случае, даже если столбовой комплекс около юго-восточного угла постройки был изначально установлен с ориентацией на истинный север, определенный по полуденной линии, и многие астрономические направления фиксирует лишь приблизительно, с его помощью все же можно было достаточно точно определять некоторые астрономически значимые направления, в том числе, по которым ориентирована ритуальная постройка.

По направлениям, которые фиксируются столбовым комплексом с достаточно высокой точностью, и связаны с восходами/заходами Высокой Луны, ориентирована каратаевская ритуальная постройка и большая часть оборонительной стены Каратаевской крепости. Большая – линейная часть

оборонительной стены – ориентирована по направлению с азимутом $\approx 136^\circ$ (316°), что близко к азимутам самого южного восхода Высокой Луны (136.5°) и самого северного захода Высокой Луны (312.9°). Ритуальная постройка своей длинной осью и ее северо-восточная стена ориентированы по направлению $\approx 132^\circ$ (312°), что также близко к азимутам самого южного восхода Высокой Луны (136.5°) и самого северного захода Высокой Луны (312.9°).

Юго-восточная и северо-западная стены постройки ориентированы по направлению $\approx 44.0^\circ$ (224°), что близко к азимутам самого северного восхода Высокой Луны (47.34°) и самого южного захода Высокой Луны (223.9°).

Юго-западная стена постройки немного отклонена от направления ориентации северо-восточной стены и ориентирована по направлению $\approx 127^\circ$ (307°), что близко к азимутам восхода Солнца в зимнее солнцестояние (126.2°) или захода Солнца в летнее солнцестояние (307.4°). Совпадение ее направления с астрономически значимыми направлениями, скорее всего, было не случайным.

Если допустить, что постройку планировалось сориентировать с помощью столбового комплекса на солнечные азимуты изначально, а он был спроектирован в местности без магнитной аномалии, и это привело к последующему фактическому изменению его ориентации относительно направления на истинный север, и как следствие, изменению астрономической ориентации постройки (по счастливому стечению обстоятельств с "солнечной" хотя бы на "лунную"), то изменение направления южной стены позволило хотя бы частично сохранить солнечную ориентацию культовой постройки.

Попадание двух реконструируемых ямок Е и F на погребение 1, являющееся аномально маленьким по сравнению со скифскими погребениями и обладающим такой же глубиной, как и столбовые ямки, может дополнительно свидетельствовать о том, что из-за обнаружившейся магнитной аномалии, после установки столба Е, вплотную был установлен

столб F, что увеличило общую площадь ямы. Позже, в скифское время две ямки рядом позволили сделать небольшую могильную яму для детского погребения без особых трудозатрат, лишь немного расширив их.

Таким образом, в процессе археоастрономического исследования столбового комплекса на территории Каратаевской крепости нами было обнаружено, что он фактически является небольшой древней астрономической прото-обсерваторией, которую могли использовать в процессе наблюдений за особенностями видимого движения Солнца и Луны. С ее помощью можно было фиксировать восходы/заходы светил в астрономически значимых направлениях. По одному из таких направлений – на самый южный восход Высокой Луны или самый северный заход Высокой Луны, были сориентированы находящаяся рядом со столбовым комплексом культовая постройка и бóльшая – линейная часть оборонительной стены Каратаевской крепости.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность Тамиле Михайловне Потемкиной за ценные замечания, анализ результатов и рекомендации по проведению данного исследования и написанию статьи.

Литература

- Братченко, 1976 – Братченко С.Н. Нижнее Подонье в эпоху средней бронзы (Периодизация и хронология памятников). – К.: Наукова думка, 1976.
- Братченко, 2006 – Братченко С.Н. Левенцовская крепость. Памятник культуры бронзового века // Матеріали та дослідження з археології Східної України. Вип. 6. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2006. – С. 34-311.
- Водолажская, Водолажский, Ильюков, 2003 – Водолажская Л.Н., Водолажский Д.И., Ильюков Л.С. Методика компьютерной фиксации графического материала археологических раскопок на примере

- Каратаевской крепости // Информационный бюллетень Ассоциации «История и Компьютер». № 31. – 2003. – С. 248-258.
- Водолажская, Невский, 2012 – Водолажская Л.Н., Невский М.Ю. Археoaстрономические исследования святилища Каратаево-Ливенцовского комплекса // Методика исследования культовых комплексов. Барнаул: ООО Пять плюс, 2012. – С. 5-13.
- Водолажская, Ларенок, Невский, 2015 – Водолажская Л.Н., Ларенок П.А., Невский М.Ю. Солнечные часы эпохи бронзы из срубного погребения могильника Таврия-1 // Историко-археологический альманах. Вып. 13 – Армавир, Краснодар, М., 2015. – С. 4-14.
- Водолажская, Усачук, Невский, 2018 – Водолажская Л.Н., Усачук А.Н., Невский М.Ю. Водяные часы эпохи бронзы: уникальный сосуд срубной культуры из Центрального Донбасса // Историко-археологический альманах. Вып. 14. – Армавир, Краснодар, Москва, 2018. – С. 24-48.
- Генинг, Зданович, Генинг, 1992 – Генинг В.Ф., Зданович Г.Б., Генинг В.В. Синташта. Археологические памятники арийских племен Урало-Казахстанских степей. – Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 1992.
- Ильюков, 2002 – Ильюков Л.С. Каратаевский могильник // Археологические записки. Вып. 2. – Ростов-на-Дону, 2002. – С. 168-202.
- Ильюков, Ромащенко, Шеф, 2002 – Ильюков Л.С., Ромащенко Н.И., Шеф А.В. Исследования Каратаевской крепости в 2001 г. // Историко-археологические исследования в Азове и на Нижнем Дону в 2001 г. Вып. 18. – Азов: Азовский краеведческий музей, 2002. – С. 100-102.
- Кияшко, 1994 – Кияшко В.Я. Между камнем и бронзой (Нижнее Подонье в V-III тысячелетиях до н.э.). – Азов: Азовский краеведческий музей, 1994.

- Миллер, 1926 – Миллер А.А. Краткий отчет о работах Северо-Кавказской экспедиции ГАИМК в 1924 и 1925 гг. // Сообщения Государственной академии истории материальной культуры. № 1. – Л.: Изд-во ГАИМК, 1926. – С. 71-142.
- Мунчаев, 1994 – Мунчаев Р.М. Эпоха бронзы Кавказа и Средней Азии. Ранняя и средняя бронза Кавказа. – М.: Наука, 1994.
- Нечитайло, 1984 – Нечитайло А.Л. О сосудах майкопского типа в степной Украине // СА. – № 4. – 1984. – С. 127-137.
- Потемкина, 2001 – Потемкина Т.М. Энеолитические круглоплановые святилища Зауралья в системе сходных культур и моделей степной Евразии // Мировоззрение древнего населения Евразии. – М., 2001. – С. 166-256.
- Потемкина, 2004 – Потемкина Т.М. Особенности структуры сакрального пространства энеолитических курганов со столбовыми конструкциями (по материалам Северного Причерноморья) // Памятники археологии и древнего искусства Евразии. Памяти Виталия Васильевича Волкова. – М.: Ин-т археологии РАН, 2004. – С. 214-251.
- Потемкина, 2005 – Потемкина Т.М. Археoaстрономический аспект исследования кургана 3 у села Редова. Приложение 1 // С.В. Иванова, В.Г. Петренко, Н.Е. Ветчинникова. Курганы древних скотоводов междуречья Южного Буга и Днестра. – Одесса, 2005. – С. 188-199.
- Потемкина, 2006 – Потемкина Т.М. Динамика мировоззренческих традиций южнотаежного Тоболо-Иртышья (от энеолита до средневековья) // Миропонимание древних и традиционных обществ Евразии. Памяти В.Н. Чернецова. – М.: Изд-во Таус, 2006. – С. 120-188.
- Потемкина, 2009 – Потемкина Т.М. Мегалитические памятники Южного Зауралья (к вопросу об особенностях функционирования) // Астроархеология – естественно-научный инструмент познания протонаук и астральных религий жречества древних культур Хакасии. – Красноярск: Изд-во «Город», 2009. – С. 36-58.

- Потемкина, 2011 – Потемкина Т.М. Мегалитические сооружения Урала: структура сакрального пространства // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2011. № 2 (15). – Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН. – С. 10-34.
- Потемкина, 2012а – Потемкина Т.М. Поселение или культовый центр (К вопросу о функциях поселений ташковской культуры с круговой архитектурой) // Культуры степной Евразии и их взаимодействие с древними цивилизациями. Материалы международной научной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения выдающегося российского археолога Михаила Петровича Грязнова. Кн. 2. – СПб., 2012. – С. 188-195.
- Потемкина, 2012б – Потемкина Т.М. Пространственная и временная организация ритуального комплекса Телеутский Взвоз 1 (археoaстрономический аспект) // Методика исследования культовых комплексов». – Барнаул: ООО «Пять плюс», 2012. – С. 78-84.
- Потемкина, Грушин, 2012 – Потемкина Т.М., Грушин С.П. Телеутский Взвоз I: организация сакрального пространства ритуально-погребального комплекса раннего бронзового века (методика и методология исследования) // Археолого-этнографические исследования Северной Евразии: от артефактов к прочтению прошлого. К 80-летию С.В. Студзицкой и М.Ф. Косарева. – Томск: Аграф-Пресс, 2012. – С.188-205.
- Потемкина, Иванова, 2005 – Потемкина Т.М., Иванова С.В. Курган эпохи энеолита – ранней бронзы у с. Редова Одесской области и его археоaстрономическая интерпретация // *Stratum plus* 2003-2004. № 2. – СПб., Кишинев, Одесса, Бухарест, 2005. – С. 145-162.
- Потемкина, Юревич, 1998 – Потемкина Т.М., Юревич В.А. Из опыта археоaстрономического исследования археологических памятников (методический аспект). – М.: Наука, 1998.
- Ida, 2015 – Ida N. *Engineering Electromagnetics*. – Springer, 2015.

- Naumann, 1955 – Naumann R. Architektur Kleinasiens von ihren Anfängen bis zum Ende der hethitischen Zeit. – Tübingen: Verlag Ernst Wasmuth, 1955.
- Polidovych, Usachuk, 2013 – Polidovych, Yu.B.; Usachuk, A.N. Stone slabs with Images of the Late Bronze Age from the kurgan complexes in Eastern Ukraine // *Archaeoastronomy and Ancient Technologies*. Vol. 1, №1. 2013. – P. 53-67.
- Potyomkina, 2007 – Potyomkina T. Astronomical Basis of Arrangement of Sacral Space of the Eneolithic Burial Mounds in Northern Pontic Area (on materials of the archeological excavations) // *Archaeoastronomy in Archaeology and Ethnography. Papers for the annual meeting of SEAC (European Society for Astronomy in Culture) held in Kecskemét, Hungary in 2004. Edited by Emília Pásztor. British Archaeological Reports, Series 1647. – Oxford, 2007. – P. 53-62.*
- Potemkina, 2014 – Potemkina T.M. Sanctuary of Eneolithic and Bronze Age in Western Siberia as a source of astronomical knowledge and cosmological ideas in antiquity // *Archaeoastronomy and Ancient Technologia*. Vol. 2, №1. 2014. – P. 50-89.
- Vodolazhskaya, 2013 – Vodolazhskaya L.N. Analemmatic and horizontal sundials of the Bronze Age (Northern Black Sea Coast) // *Archaeoastronomy and Ancient Technologies*. Vol. 1, № 1. 2013. – P. 68-88.
- Vodolazhskaya, Larenok, 2013 – Vodolazhskaya L.N., Larenok V.A. Arhaeoastronomical analysis of Levinsadovka sacrificial complex (South Russia) // *Archaeoastronomy and Ancient Technologies*. Vol. 1, № 1. 2013. – P. 5-25.
- Vodolazhskaya, Larenok, Nevsky, 2014 – Vodolazhskaya L.N., Larenok P.A., Nevsky M.Yu. Ancient astronomical instrument from Srubna burial of kurgan field Tavriya-1 (Northern Black Sea Coast) // *Archaeoastronomy and Ancient Technologies*. Vol. 2, № 2. 2014. – P. 31-53.

- Vodolazhskaya, Larenok, Nevsky, 2016a – Vodolazhskaya L.N., Larenok P.A., Nevsky M.Yu. The prototype of ancient analemmatic sundials (Rostov Oblast, Russia) // *Archaeoastronomy and Ancient Technologies*. Vol. 4, №1. 2016. – P. 96-116.
- Vodolazhskaya, Larenok, Nevsky, 2016b – Vodolazhskaya L.N.; Larenok P.A., Nevsky M.Yu. Image of inverted World Tree on the stone slab and vessels of the Bronze Age // *Archaeoastronomy and Ancient Technologies*. Vol. 4, №1. 2016. – P. 150-168.
- Vodolazhskaya, Larenok, Nevsky, 2016c – Vodolazhskaya, L.N.; Larenok, V.A.; Nevsky, M.Yu. Archaeoastronomical analysis of the burial assemblage with rectangular small ditch and joining banks (Kobyakovo necropolis) // *Archaeoastronomy and Ancient Technologies*. Vol. 4, №2. 2016. – P. 27-42.
- Vodolazhskaya, Nevsky, 2013 – Vodolazhskaya L.N., Nevsky M.Yu. Russian meteorite of the Bronze Age (rock record) // *Archaeoastronomy and Ancient Technologies*. Vol. 1, № 2. 2013. – P. 18-32.
- Vodolazhskaya, Usachuk, Nevsky, 2015a – Vodolazhskaya L.N., Usachuk A.N., Nevsky M.Yu. Clepsydra of the Bronze Age from the Central Donbass // *Archaeoastronomy and Ancient Technologies*. Vol. 3, № 1. 2015. – P. 65-87.
- Vodolazhskaya, Usachuk, Nevsky, 2015б – Vodolazhskaya L.N., Usachuk A.N., Nevsky M.Yu. Marks of Heliacal rising of Sirius on the sundial from the Central Donbass // *Archaeoastronomy and Ancient Technologies*. Vol. 3, № 2. 2015. – P. 23-42.
- Vodolazhskaya, Usachuk, Nevsky, 2015в – Vodolazhskaya L.N., Usachuk A.N., Nevsky M.Yu. Astronomical interpretation of the signs on the vessel of the Bronze Age (Central Donbass) // *Archaeoastronomy and Ancient Technologies*. Vol. 3, № 2. 2015. – P. 43-60.