



DOI: 10.24412/2310-2144-2022-1016778

УДК:[528.28+902.692]

Reconstruction of the sunrise at the winter solstice on the Saratsky Sunduk sanctuary in the era of Okunev culture

E.G. Gienko

Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation;
E-mail: elenagienko@yandex.ru

Abstract

The results of the reconstruction of the sunrise at the winter solstice on the Saratsky Sunduk sanctuary (sve Tarpig of Okunev culture) gave in the article. The data for research were azimuth-oriented linear-angular measurements, photographs with the exact time of photographing and astronomical calculations. Based on two photographs of the winter sunrise taken from the Okunevo petroglyph composition, calculations of the declination of the Sun when it passes through the hole in the Saratsky Sunduk performed. The results of calculating declinations from two photographs differed by 5.3', which is small compared to the apparent diameter of the Sun (32') and indicates the reliability of the method, but corresponds to an error in dating by the Lockyer method of 800 years. Based on the average value of the Sun declination, the time intervals of its observation in the hole were determined, with an error of ± 400 years. The upper edge of the disk of the rising winter Sun appeared in the hole starting from 2500 BC, from 500 BC the center of the disk fell into the hole, and until 1400 AD the ray of the Sun was visible when observed from petroglyphs. Currently, when observed from the Okunevo petroglyph, the winter Sun observed higher, and the sun's ray never enters the hole. For the period of the Okunevo culture, the circumstances of observing the sunrise of the winter Sun were restored: the first ray (the upper edge of the disk) appeared as a flash in the "hole", and then the Sun appeared outside the opening, to the right on the ridge. The winter solstice was a turning point in the annual cycle, in the worldview and myth making of ancient people, fixed in stone and in a chiaroscuro picture. As a rule, the modern observation of the sunrises and sunsets of the winter Sun practically coincides with observations in ancient times due to the slow change in the inclination of the ecliptic to the equator. In this case, it was possible to detail the circumstances of sunrise during the Okunevo culture and suggest the order of arrangement of the complex based on the significance of sunrise at the winter solstice.

Keywords: Winter solstice, Okunevo culture, dating of archaeological sites, Lockyer method, chiaroscuro painting.

Реконструкция восхода Солнца в зимнее солнцестояние на Саратовском Сундуке в эпоху Окуневской культуры

Е.Г. Гиенко

Сибирский университет геосистем и технологий, Новосибирск,
Российская Федерация;
E-mail: elenagienko@yandex.ru

Аннотация

Приведены результаты реконструкции восхода Солнца в зимнее солнцестояние на Саратовском Сундуке (све Тарпиг окуневской культуры) на основании ориентированных по азимуту линейно-угловых измерений, фотографий явления с точным временем фотографирования и астрономических расчетов. По двум фотографиям восхода зимнего Солнца, сделанным от окуневской петроглифической композиции, выполнены расчеты склонения светила при прохождении его через отверстие в проеме Саратовского Сундука. Результаты вычислений по двум фотографиям разошлись на $5,3'$, что невелико по сравнению с видимым диаметром Солнца ($32'$) и говорит о надежности метода, но соответствует погрешности в датировании по методу Локьера в 800 лет. На основании среднего значения склонения Солнца определены временные интервалы его наблюдения в отверстии, с погрешностью ± 400 лет. Верхний край диска восходящего зимнего Солнца появлялся в отверстии начиная с 2500 г. до н.э., с 500 г. до н.э. в отверстие попадал центр диска, и до 1400 г. н.э. луч Солнца был виден при наблюдении от петроглифов. В настоящее время зимнее Солнце проходит выше, и солнечный свет в отверстии не появляется никогда при наблюдении от окуневской композиции. Для периода окуневской культуры восстановлены обстоятельства наблюдения восхода зимнего Солнца: первый луч (верхний край диска) в отверстии как вспышка, и далее Солнце появлялось уже вне проема, справа на гребне. Зимнее солнцестояние было поворотным моментом в годовом цикле, в мировоззрении и мифотворчестве древних людей, фиксировалось в камне и в светотеневой картине. Как правило, современное наблюдение восходов и заходов зимнего Солнца практически совпадает с наблюдениями в древности из-за медленного изменения наклона эклиптики к экватору. Но в данном случае удалось детализировать обстоятельства восхода Солнца в период окуневской культуры и предположить порядок обустройства комплекса на основании значимости восхода Солнца в зимнее солнцестояние.

Ключевые слова: зимнее солнцестояние, культура Окунево, датирование археологических памятников, метод Локьера, светотеневая картина

Памяти В.Е. Ларичева

Введение

Датирование археологических памятников по методу Локьера (по величине наклона эклиптики к экватору, определенной по измерению направлений на восходы и заходы Солнца в солнцестояния (Локьер, 2013) сопровождается большой погрешностью из-за медленного изменения наклона эклиптики к экватору (Гиенко, 2018). Здесь неизбежные входные ошибки, связанные с измерениями и неточным знанием положения наблюдателя и точки наблюдения, даже не большие, приводят к большим погрешностям датирования.

Для уменьшения этих погрешностей необходимо очень точно знать положение наблюдателя и направление наблюдения, причем обе точки должны быть археологически значимы. Таким образом, датирование по Солнцу с приемлемым диапазоном ошибок (150 лет, см.: (Гиенко, 2018, табл. 1)) – кропотливый труд. В работе (Гиенко, 2018) приведено два примера, где успешно применен метод Локьера, и погрешность в датировании составляет величину несколько веков. В настоящей статье рассматривается методика уточнения деталей наблюдения восхода Солнца в зимнее солнцестояние в эпоху культуры Окунево на Саратовском Сундуке (Северная Хакасия).

Описание объекта исследования

Саратский Сундук (рис. 1), вершина-останец, находится в северной Хакасии, на правом берегу реки Белый Июс, в 7 км к северу от поселка Июс и горной гряды "Сундуки" (другое название – све Тарпиг окуневского времени (Поляков, 2022, рис. 48)). Здесь на протяжении десятилетий выполнялись астроархеологические исследования под руководством д.и.н. В.Е. Ларичева – обследование территории, обнаружение археологических артефактов, петроглифов, наблюдательных площадок, астрономические и геодезические измерения, наблюдение светотеневой картины на петроглифах и в пределах рассматриваемой территории.



Рисунок 1. Саратовский Сундук. Вид с запада (Ларичев, Гиенко, Паршиков, 2013б, рис. 3).

Саратский Сундук – уникальный исторический памятник со множеством астрономически значимых направлений, зафиксированных петроглифами и археологически значимыми структурами. Основные результаты астроархеологических исследований на Саратовском Сундуке приведены в работах (Ларичев, Гиенко, Паршиков,

2011; 2013a; 2013б). В (Larichev, Parshikov, Gienko, 2014; 2015) содержатся фотографии астрономических явлений, подтверждающие правильность астрономических расчетов.

Окуневская археологическая культура (Поляков, 2022) на исследуемой территории представлена Личиной, нарисованной охрой на плоскости северо-восточного обрыва скальной вершины Сундука (Ларичев, Гиенко, Паршиков, 2013б, рис. 9а), и петроглифической композицией, приведенной на рисунке 2. В публикациях (Larichev, Parshikov, Gienko, 2014; 2015) особое внимание уделено подробному исследованию семантики этой композиции в свете иконографического канона зурванитской мифологии (Близнечного мифа).

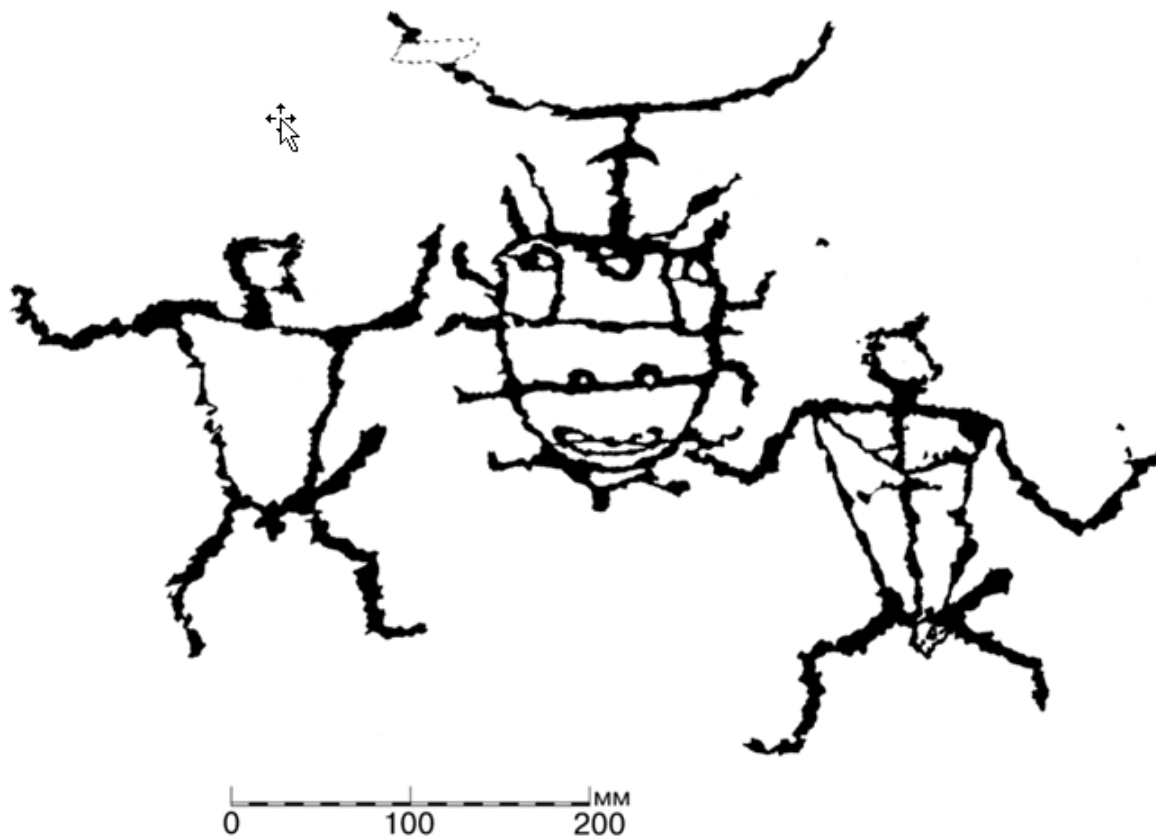


Рисунок 2. Окуневская композиция на Саратовском Сундуке (Larichev, Parshikov, Gienko, 2014, Fig.3).

Петроглифы нанесены на скале-останце, отстоящей от основного комплекса на расстоянии примерно 150 м (рис. 3). Связь с этой композицией структур Саратовского Сундука астрономического содержания подтверждается, во-первых, тем, что она венчает северное направление меридиана, закрепленное в нескольких местах в пределах области, ограниченной валами, и проходящее через астрономически значимую крупную вертикальную плиту (Ларичев, Гиенко, Паршиков, 2013б, рис. 6; Larichev, Parshikov, Gienko, 2014, fig. 6). Во-вторых, как показано в (Larichev, Parshikov, Gienko, 2015), светотеневая картина, наблюдаемая с вершины Сундука в летнее солнцестояние, имеет мифологическое отражение в изображении зурванитских божеств и в семантике окуневской композиции. И, наконец, в-третьих, в зимнее солнцестояние наблюдатель, находясь у подножия этой композиции, может видеть восход Солнца в проеме Сундука (Larichev, Parshikov, Gienko, 2014, fig. 10).



a



b

Рисунок 3. Расположение окуневской композиции: *a* – С.А. Паршиков рядом с петроглифами; *b* – скала-останец, где расположены рисунки.

В центре проема Саратовского Сундука есть нагромождение плит, которое заметно на рисунке 1. Плиты образуют своеобразную "трубу", подперты снизу кусками красного и белого песчаника (рис. 4). Сооружение плохо сохранилось к настоящему времени, и небо в "трубе" видно только с ограниченного ракурса, в том числе, при наблюдении от окуневской композиции.



Рисунок 4. Плиты, образующие наблюдательную "трубу" (Larichev, Parshikov, Gienko, 2014, fig. 9).



Рисунок 5. Восход Солнца в день зимнего солнцестояния в 2014 г. Фото О.Н. Малеева (Larichev, Parshikov, Gienko, 2014, fig.10).

В день зимнего солнцестояния 2014 г. с площадки у подножия скалы-останца с петроглифами была сделана фотография восхода Солнца в проеме (рис. 5) (Larichev, Parshikov, Gienko, 2014, fig.10). Эта фотография стала подтверждением астрономического назначения проема Саратовского Сундука и появилась задача уточнить обстоятельства

наблюдения восхода зимнего Солнца – во-первых, непосредственно от петроглифической композиции (а не от подножия, откуда выполнялось фотографирование) и, во-вторых, в эпоху Окунево, а не в настоящее время.

Методика и результаты исследования

Задача настоящего исследования – реконструкция обстоятельств наблюдения восхода Солнца в зимнее солнцестояние в эпоху окуневской культуры (2500-1800 гг. до н.э.) от расположения петроглифов. В то время Солнце восходило южнее, чем сейчас (правее для наблюдателя).

Для этого в 2018 г в летний полевой сезон были сделаны подробные линейно-угловые измерения от подножия скального останца с окуневскими петроглифами до интересующих точек наблюдения в проеме на горизонте, а также до самой композиции. Установить угломерный инструмент непосредственно на скальной полочке в максимальной близости от петроглифов не было возможности. Географические координаты точки наблюдения были получены с помощью ГНСС-навигатора (широта $54^{\circ}45'41,1''$, долгота $89^{\circ}48'21,8''$, высота над эллипсоидом WGS-84 558 м). Азимут начального направления был определен с точностью $1'$ по часовому углу Солнца, линейные промеры сделаны тахеометром с точностью $2 \text{ мм} + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ (D – измеряемое расстояние). Максимальное расстояние до проема от петроглифической композиции – 159,67 м. Ниже приведены основные поворотные точки, снятые с помощью тахеометра от площадки ниже и правее петроглифов. Угловые размеры проема, от точки наблюдения: ширина примерно $1,5^{\circ}$, высота – $0,5^{\circ}$ (видимый диаметр Солнца и Луны) (рис. 6).

По результатам измерений была составлена диаграмма восхода Солнца в зимнее солнцестояние в проеме, наблюдаемого с точки фотографирования в 2014 г. (рис. 7). На диаграмме разным цветом изображены треки прохождения центра диска Солнца в проеме (который схематично отображен линией "профиль") в разные эпохи. Угловой диаметр Солнца, соответствующий масштабу, отображен окружностями красного цвета. Диаграмма соответствует фотографии (рис. 5) – примерно половина восходящего зимнего Солнца проходит через правый нижний угол проема.

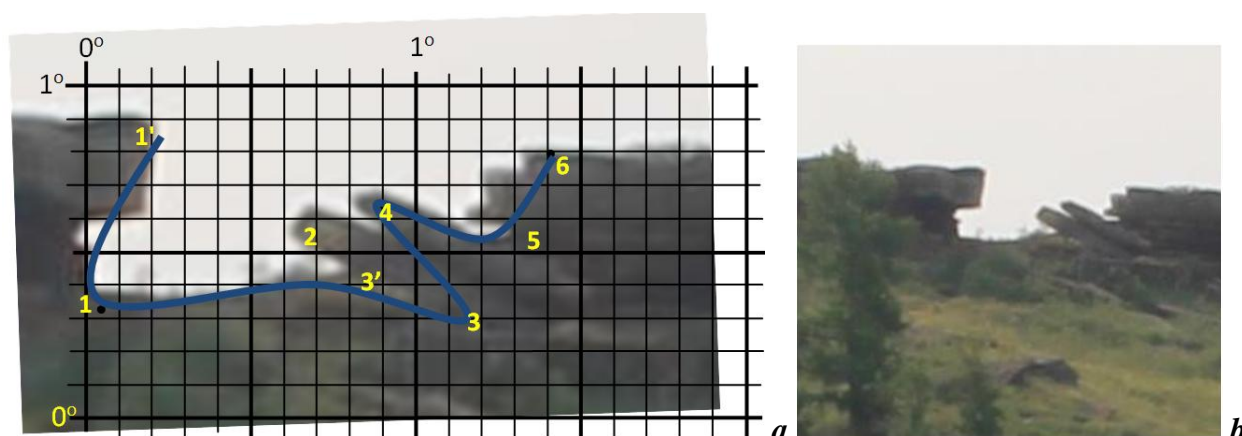


Рисунок 6. Горизонтальная съемка основных точек проема в гребне Саратовского Сундука: *a* – основные точки профиля проема и координатная сетка в горизонтальной системе, полученная по результатам угломерных измерений; *b* – проем в гребне Саратовского Сундука – объект горизонтальной съемки при установке тахеометра у подножия скального останца.

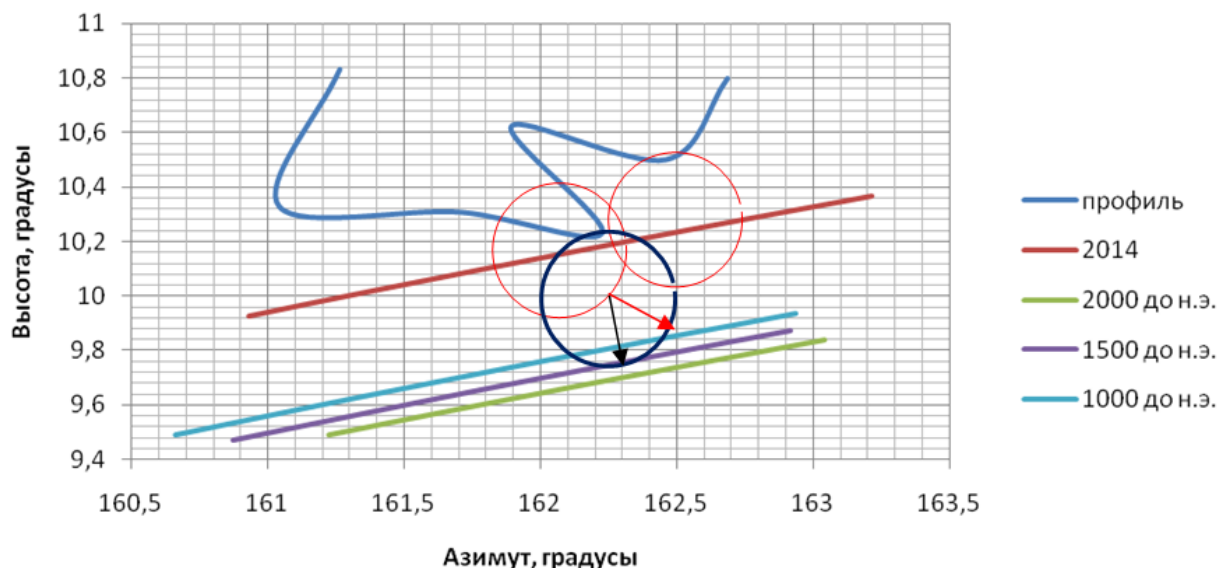
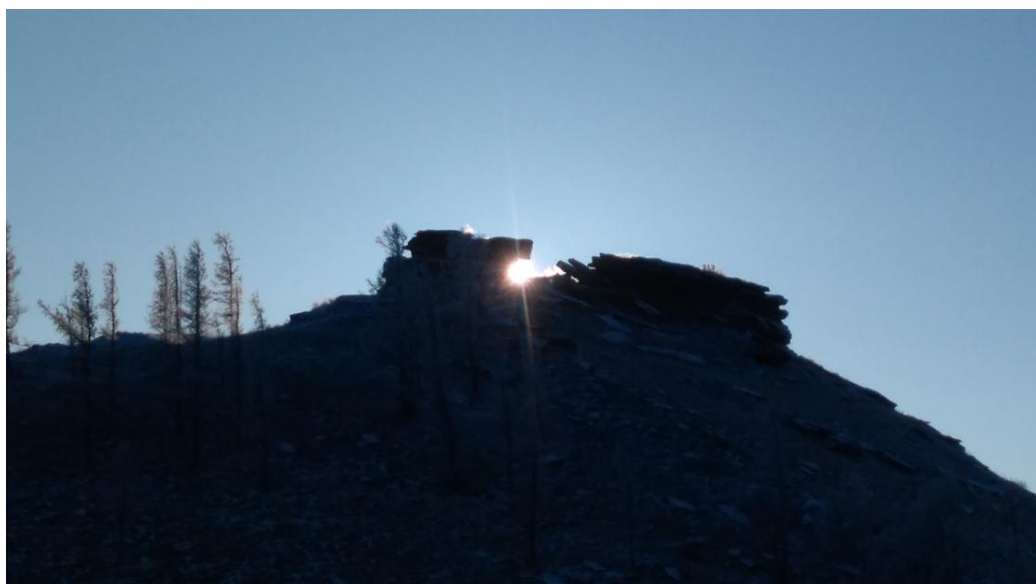


Рисунок 7. Треки восхода центра диска Солнца на разные эпохи при наблюдении от подножия скального останца.

Как видно из диаграммы (рис. 7), в древнюю эпоху (II-I тыс. до н.э.) при наблюдении с точки фотографирования от подножия композиции восходящее Солнце в проеме не наблюдалось вообще. Самый верхний край (первый луч) мог быть увиден здесь, начиная примерно с 700 г. н.э.

Чтобы восход зимнего Солнца в окуневскую эпоху происходил через отверстие в "трубе" (чтобы треки 1500-2000 г. до н.э. на рисунке 7 проходили через точку 3), необходимо, чтобы точка наблюдения была смещена в плане и по высоте, по предварительным расчетам, на 70 см выше и на 30 см левее, что близко к расположению плоскости с рисунками.

В зимнее солнцестояние в 2018 г были целенаправленно получены более четкие фотографии восхода Солнца (рис. 8), где объектив фотоаппарата располагался по центру петроглифической композиции. С этой точки "труба" смотрится более отчетливо, чем при фотографировании от подножия (ср. с рис. 6). Надо еще учесть, что фото от точки угломерной съемки (рис. 6) было сделано летом, когда трава застилала отверстие.



a

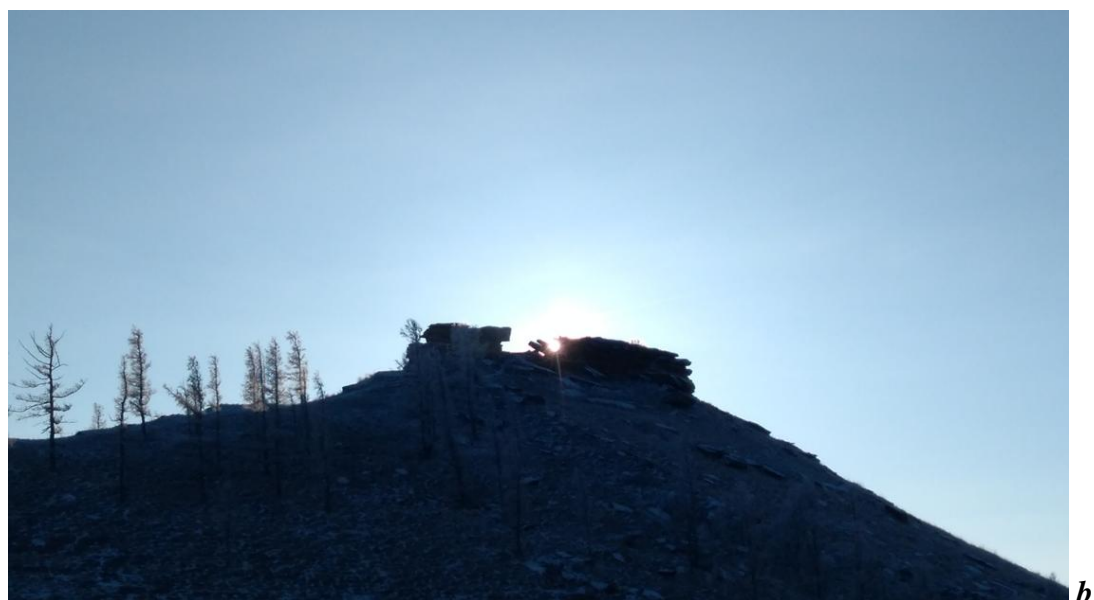


Рисунок 8. Восход Солнца в зимнее солнцестояние 24.12.2018 г. при наблюдении от окуневской композиции: *a* – фото 1: IMG_20181224_113845; *b* – фото 2: IMG_20181224_114656. Фото Н.В. Радюк.

Установленное по ГНСС точное время фотографирования позволило вычислить экваториальные и горизонтальные координаты Солнца на этот момент с помощью программы StarCalc 5.73 (http://homes.relex.ru/~zalex/files_rus.htm), см.Табл.1.

Таблица 1. Горизонтальные и экваториальные координаты Солнца, определенные на момент фотографирования (UTC+7) 24.12.2018 г.

Название файла-фотографии	Время (UTC+7)	Экваториальные координаты (Прямое восхождение/склонение)	Горизонтальные координаты (Азимут/Высота)
Фото 1 IMG_20181224_113845	11ч 38м 45с	18ч 10м 02,41с -23°25'04,1"	161,099 ⁰ +09,980 ⁰
Фото 2 IMG_20181224_114656	11ч 46м 56с	18ч 18м 13,25с -23°25'03,7"	162,969 ⁰ +10,341 ⁰

Далее были взяты разности горизонтальных направлений между изображением Солнца на фотографиях (рис. 8) и точкой 3 (отверстие, "труба" в проеме Саратовского Сундука), и уточнены горизонтальные координаты (азимут A и высота h) этой точки при наблюдении от композиции. В высоту введена поправка за вертикальную рефракцию. Склонение δ вычислялось с известной широтой ϕ по формуле (Гиенко, Канушин, 2006):

$$\sin \delta = \sin h \cdot \sin \phi + \cos h \cdot \cos \phi \cdot \cos A$$

Расчеты были сделаны по двум фотографиям, для верхнего, нижнего краев диска Солнца и для его середины. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты вычисления склонений Солнца, проходящего через "трубу" в проеме Саратовского Сундука, при наблюдении от окуневской композиции.

	Склонение по фото 1	Склонение по фото 2	Разность склонений	Среднее склонение
Верхний край диска Солнца	-23 ⁰ 58,3'	-24 ⁰ 03,6'	5,3'	-24 ⁰ 01,0'
Нижний край диска Солнца	-23 ⁰ 26,9'	-23 ⁰ 32,2'	5,3'	-23 ⁰ 29,6'
Центр диска Солнца	-23 ⁰ 42,6'	-23 ⁰ 47,9'	5,3'	-23 ⁰ 45,2'

Результаты вычисления склонений по двум фотографиям разошлись на 5,3', что невелико по сравнению с видимым диаметром Солнца (32') и характеризует точность работы с данными фотографиями при известном времени фотографирования и в комплексе с угломерными измерениями. Величина расхождения соответствует погрешности в датировании по методу Локьера примерно в 800 лет.

На основании таблицы 2, среднего значения склонения Солнца, рассчитанного по двум фотографиям, можно определить временные интервалы наблюдения Солнца в "трубе" от окуневской композиции, с погрешностью ± 400 лет. Для расчетов эпохи, соответствующей склонению Солнца в зимнее солнцестояние в таблице 2, использовалась программа Stellarium (<https://stellarium.org/ru/>), (Zotti et al., 2021). Верхний край диска восходящего зимнего Солнца появлялся в отверстии начиная с 2500 г. до н.э., с каждым годом чуть выше, и с 500 г. до н.э. в отверстие уже попадал центр диска. Особенно были интересны наблюдения верхнего края, когда в проеме в отверстии появлялся первый свет, который потом исчезал, и далее Солнце восходило уже над гребнем правее, за проемом. Луч восходящего зимнего Солнца мог быть виден от петроглифов примерно до 1400 г. н.э. (нижний край), а в настоящее время Солнце проходит выше, и солнечный луч в отверстие не попадает никогда при наблюдении от окуневской композиции.

Заключение

Восход зимнего Солнца в отверстии проема Саратовского Сундука с точки расположения петроглифов теоретически мог наблюдаться в продолжительный период (3900 лет), значительно превышающий время существования археологических культур. Основой для датирования здесь является отнесение петроглифов к окуневской археологической культуре, и здесь, по периоду ее существования, можно восстановить обстоятельства наблюдения восхода зимнего Солнца в это время: первый луч (верхний край диска) как вспышка в "отверстии", и дальнейшее появление Солнца вне проема, справа на гребне. Такое явление наблюдалось 2-3 дня в году.

Можно предположить порядок обустройства комплекса на основании значимости восхода Солнца в зимнее солнцестояние для окуневской культуры. Скала-останец (рис. 3, b) была ближайшей в северо-западном направлении от Саратовского Сундука и удобной для нанесения петроглифов. Проем в гребне был сделан намеренно, с высотой, равной угловому диаметру Солнца и Луны при наблюдении от скалы. Далее в проеме была установлена своеобразная камера-обскура, в виде трубы из уложенных и подпертых

белым и красным песчаником плит (рис. 1; рис. 4), и после установления места на скальной плоскости, куда в зимнее солнцестояние попадает солнечный зайчик через "трубу" в проеме, были намечены первые штрихи окуневской композиции.

Зимнее солнцестояние было поворотным моментом в годовом цикле, в мировоззрении и мифотворчестве древних людей, фиксировалось в камне и в светотеневой картине (см, например: Ларичев, Гиенко, Паршиков, 2017; Гиенко, Паршиков, Бубирь, 2020; Larichev, Parshikov, Gienko, 2020). Как правило, современное наблюдение восходов и заходов зимнего Солнца практически совпадает с наблюдениями в древности из-за медленного изменения наклона эклиптики к экватору. Но в данном случае удалось детализировать обстоятельства восхода Солнца до "первого луча" в эпоху Окунево, и даже предположить порядок обустройства всего комплекса. Для этого понадобились ориентированные по азимуту линейно-угловые измерения, фотографии события с точным временем фотографирования, знание конкретного места и направления наблюдения, астрономические расчеты и программы.

Благодарности

Автор выражает благодарность Сергею Анатольевичу Паршикову за организацию экспедиции в 2018 г, а Олегу Николаевичу Малееву и Наталье Васильевне Радюк – за фотографии восхода Солнца в день зимнего солнцестояния (очень холодное время), разработчикам астрономического планетария Stellarium за возможность определения эпохи наблюдения Солнца в зимнее солнцестояние по его экваториальным координатам.

Литература

- Гиенко, 2018 – Гиенко Е.Г. Уточнение датирования и особенностей функционирования астроархеологических памятников по астрономо-геодезическим данным // Вестник СГУГиТ. Т. 23. №4. – Новосибирск: СГУГиТ, 2018. – С. 19-32.
- Гиенко, Канушин, 2006 – Гиенко Е.Г., Канушин В.Ф. Геодезическая астрономия: учебное пособие. – Новосибирск: СГГА, 2006.
- Гиенко, Паршиков, Бубирь, 2020 – Гиенко Е.Г., Паршиков С.А., Бубирь Е.А. Святилище "Храм времени" в Северной Хакасии: моделирование светотеневой картины // Вестник СГУГиТ. Т. 25. № 4. – Новосибирск: СГУГиТ, 2020. – С. 5-18. doi: 10.33764/2411-1759-2020-25-4-5-18
- Ларичев, Гиенко, Паршиков, 2011 – Ларичев В.Е., Гиенко Е.Г., Паршиков С.А. Саратовский Сундук – астрономическая обсерватория и астросвятилище окуневской культуры (к проблеме функционального назначения "крепостей" долины Белого Июса) // Проблемы археологии, этнографии и антропологии Сибири и сопредельных территорий (Материалы год. сессии Ин-та археологии и этнографии СО РАН 2011 г.). Т. XVII. – Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2011. — С. 176-181.
- Ларичев, Гиенко, Паршиков, 2013а – Ларичев В.Е., Гиенко Е.Г., Паршиков С.А. Саратовский Сундук: астрокомплекс наблюдения восхода Солнца в зимнее солнцестояние и семантика связанных с ним петроглифов эпохи палеометалла Северной Хакасии // Проблемы археологии, этнографии и антропологии Сибири и сопредельных территорий (Материалы год. сессии Ин-та археологии и этнографии

СО РАН 2013 г.). Т. XIX. – Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2013а. – С. 240-243.

Ларичев, Гиенко, Паршиков, 2013б – Ларичев В.Е., Гиенко Е.Г., Паршиков С.А. Наблюдательная астрономия и системы счисления времени бронзового века Северной Хакасии // *Мировоззрение населения Южной Сибири и Центральной Азии в исторической ретроспективе*. Вып. 6. – Барнаул: Изд-во Алтайского гос. университета, 2013б. – С.120-146.

Ларичев, Гиенко, Паршиков, 2017 – Ларичев В.Е., Гиенко Е.Г., Паршиков С.А. Святилище "Храм времени" в Северной Хакасии: методы исследования, реконструкция его назначения // *Universum Humanitarium*. № 2. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2017. – С. 34-47.

Локьер, 2013 – Локьер Д.Н. Рассвет астрономии. Планеты и звезды в мифах древних народов. – М.: ЗАО Центр-полиграф, 2013.

Поляков, 2022 – Поляков А.В. Хронология и культурогенез памятников эпохи палеометалла Минусинских котловин. – СПб.: ИИМК РАН, 2022.

Larichev, Parshikov, Gienko, 2014 – Larichev V.E., Parshikov S.A., Gienko E.G. Zurvanite iconographic canon. *Astronomy and mythology // Archaeoastronomy and Ancient Technologies*. 2(2). 2014.– P. 66-102.

Larichev, Parshikov, Gienko, 2015 – Larichev V.E., Parshikov S.A., Gienko E.G. The Shadow of God and the Zurvan Iconography // *Archaeoastronomy and Ancient Technologies*. 3(2). 2015. – P. 1-22.

Larichev, Parshikov, Gienko, 2020 – Larichev V.E., Parshikov S.A., Gienko E.G. Petroglyphs of the Red Stone Sanctuary // *Journal of Himalayan Research and Cultural Foundation*. Vol. 24. No. 3. July-September 2020. – P. 17-45.

Zotti et al., 2021 – Zotti G., Hoffmann S.M., Wolf A., Chéreau F., Chéreau G. (2021). The Simulated Sky: Stellarium for Cultural Astronomy Research // *Journal of Skyscape Archaeology*, 6(2), 2021. – P. 221-258. <https://doi.org/10.1558/jsa.17822>