



Published in the Russian Federation
Oriental Studies (Previous Name: Bulletin of the Kalmyk Institute
for Humanities of the Russian Academy of Sciences)
Has been issued as a journal since 2008
ISSN: 2619-0990; E-ISSN: 2619-1008
Vol. 16, Is. 5, Pp. 1210–1227, 2023
Journal homepage: <https://kigiran.elpub.ru>



УДК / UDC 902/904

DOI: 10.22162/2619-0990-2023-69-5-1210-1227

Опыт определения копромаркеров в отложениях археологических памятников (по материалам стоянки Сельунгур, Южный Кыргызстан)

Михаил Вадимович Шашков¹, Снежана Викторовна Жилич², Темирлан Чаргынов³, Мачей Томаш Крайцарж⁴, Салтанат Алишер кызы⁵, Виола Бенце⁶, Светлана Владимировна Шнайдер⁷

¹ Институт археологии и этнографии СО РАН (д. 17, ул. Лаврентьева, 630090 Новосибирск, Российская Федерация)

кандидат химических наук, старший научный сотрудник

 0000-0001-9022-1525. E-mail: [shashkov\[at\]catalysis.ru](mailto:shashkov[at]catalysis.ru)

² Институт археологии и этнографии СО РАН (д. 17, ул. Лаврентьева, 630090 Новосибирск, Российская Федерация)

кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник

 0000-0002-0365-0602. E-mail: [snezhy\[at\]yandex.ru](mailto:snezhy[at]yandex.ru)

³ Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына (д. 547, ул. Фрунзе, 720033 Бишкек, Кыргызстан)

кандидат исторических наук, заведующий кафедрой

 0000-0002-6210-9250. E-mail: [tima_chargynov\[at\]mail.ru](mailto:tima_chargynov[at]mail.ru)

⁴ Институт геологии Польской академии наук (д. 51/55, ул. Тварда, 00-818 Варшава, Республика Польша)

PhD, заведующий Лабораторией изотопов

 0000-0002-1240-0664. E-mail: [mkrajcarz\[at\]twarda.pan.pl](mailto:mkrajcarz[at]twarda.pan.pl)

⁵ Институт археологии и этнографии СО РАН (д. 17, ул. Лаврентьева, 630090 Новосибирск, Российская Федерация)

кандидат исторических наук, младший научный сотрудник

 0000-0003-3138-0942. E-mail: [saltanat.alisher.kyzy\[at\]gmail.com](mailto:saltanat.alisher.kyzy[at]gmail.com)

⁶ Университет Торонто (19, ул. Урсулы Франклин, ON M5S 2S2 Торонто, Канада)

PhD, доцент

 0000-0001-8052-707X. E-mail: [bence.viola\[at\]utoronto.ca](mailto:bence.viola[at]utoronto.ca)

⁷ Институт археологии и этнографии СО РАН (д. 17, ул. Лаврентьева, 630090 Новосибирск, Российская Федерация)

кандидат исторических наук, младший научный сотрудник

 0000-0003-2230-4286. E-mail: [sveta.shnayder\[at\]gmail.com](mailto:sveta.shnayder[at]gmail.com)

© КалмНЦ РАН, 2023

© Шашков М. В., Жилич С. В., Чаргынов Т., Крайцарж М. Т., А-кызы С., Бенце В., Шнайдер С. В., 2023

Аннотация. *Введение.* В данной статье рассматриваются результаты изучения пепловых слоев из голоценовых отложений пещеры *Сельунгур*. *Цель* исследования заключается в апробации применения метода определения копромаркеров в археологических отложениях. Полевое изучение голоценовых отложений объекта проводилось в полевые сезоны 2018 и 2021 гг., здесь выявлено 7 голоценовых слоев, представляющих собой стратифицированные слои сгоревшего помета травоядных животных. Последовательность содержит свидетельства о землетрясениях, которые нарушали осадочный слой, вызывая образование водовыпускных структур, пластических деформаций и разломов. Тем не менее стратиграфия остается легко читаемой. К сожалению, археологические и палеофаунистические материалы здесь не обнаружены, но серия пеплосодержащих прослоев позволяет предположить, что пещера неоднократно посещалась древними людьми. *Материалы и методы.* Всего было отобрано 7 образцов, по одному из каждого слоя для проведения анализа на содержание макроуглей, а после газ-хромато-спектрометрического анализа. В пепловых отложениях методом анализа макроуглей были выявлены участки концентрации сгоревшего дерева, которое использовались для разведения костров. По всему разрезу голоценовых отложений были отобраны серии проб для анализа методом газовой масс-спектрометрии. Также был проведен анализ современного навоза травоядных животных, обитающих на данной территории: коров, овец, коз, лошадей и ослов, полученные данные были использованы в качестве сравнительной коллекции. *Результаты и выводы.* К сожалению, в слое 7 пещеры *Сельунгур* плохо сохранились продукты горения, богатые данные мы получили из слоев 6–1. Полученные результаты позволяют идентифицировать копростеролины и установить, что в слоях 6–2 в качестве топлива использовался конский навоз, а в первом слое — козий. Наиболее широкое распространение лошадей в этом регионе происходило в период существования государства Давань (Паркан), в III в. до н. э. и позднее — в средние века. Скорее всего, в эти периоды горный коридор, в котором находится *Сельунгур*, мог использоваться как один из перевалов Великого шелкового пути, соединявший Ферганскую и Алайскую долины. Накопление верхнего слоя, на наш взгляд, связано с современным периодом.

Ключевые слова: Центральная Азия, Даваньское государство, Великий Шелковый путь, пещера *Сельунгур*, пеплосодержащие прослои, копростеролины, лошадиный навоз

Благодарность. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ в рамках проекта «Пересмотр перехода к производящей экономике в Центральной Азии: Новый междисциплинарный подход к вопросу неолитизации в Ферганской долине» (№ 22-28-01958, <https://rscf.ru/project/22-28-01958/>). За консультации во время проведения полевых работ и написания статьи авторы выражают искреннюю благодарность члену-корреспонденту, доктору исторических наук А. И. Кривошапкину.

Для цитирования: Шашков М. В., Жилич С. В., Чаргынов Т., Крайцарж М. Т., Алишер кызы С., Бенце В., Шнайдер С. В. Опыт определения копромаркеров в отложениях археологических памятников (по материалам стоянки Сельунгур, Южный Кыргызстан) // *Oriental Studies*. 2023. Т. 16. № 5. С. 1210–1227. DOI: 10.22162/2619-0990-2023-69-5-1210-1227

Identifying Markers for Copro-Analysis of Archaeological Deposits: A Study of Materials from the Selungur Cave (Southern Kyrgyzstan)

Mikhail V. Shashkov¹, Snezhana V. Zhilich², Temirlan Charynov³, Maciej T. Krajcarz⁴, Saltanat Alisherkyzy⁵, Bence Viola⁶, Svetlana V. Shneider⁷

¹ Institute of Archeology and Ethnography, Siberian Branch of the RAS (17, Lavrentiev Ave., 630090 Novosibirsk, Russian Federation)

Cand. Sc. (Chemistry), Senior Research Associate

 0000-0001-9022-1525. E-mail: shashkov[at]catalysis.ru

- ² Institute of Archeology and Ethnography, Siberian Branch of the RAS (17, Lavrentiev Ave., 630090 Novosibirsk, Russian Federation)
Cand. Sc. (Geology and Mineralogy), Senior Research Associate
 0000-0002-0365-0602. E-mail: snezhy[at]yandex.ru
- ³ J. Balasagyn Kyrgyz National University (547, Frunze St., 720033 Bishkek, Kyrgyz Republic)
Cand. Sc. (History), Head of Department
 0000-0002-6210-9250. E-mail: tima_chargynov[at]mail.ru
- ⁴ Institute of Geological Sciences, Polish Academy of Sciences (51/55, Twarda St., 00-818 Warsaw, Republic of Poland)
PhD, Head of the Laboratory
 0000-0002-1240-0664. E-mail: mkrajcarz[at]twarda.pan.pl
- ⁵ Institute of Archeology and Ethnography, Siberian Branch of the RAS (17, Lavrentiev Ave., 630090 Novosibirsk, Russian Federation)
Cand. Sc. (History), Junior Research Associate
 0000-0003-3138-0942. E-mail: saltanat.alisher.kyzy[at]gmail.com
- ⁶ University of Toronto (19, Ursula Franklin St., ON M5S 2S2 Toronto, Canada)
PhD, Associate Professor
 0000-0001-8052-707X. E-mail: bence.viola[at]utoronto.ca
- ⁷ Institute of Archeology and Ethnography, Siberian Branch of the RAS (17, Lavrentiev Ave., 630090 Novosibirsk, Russian Federation)
Cand. Sc. (History), Senior Research Associate
 0000-0003-2230-4286. E-mail: sveta.shnayder[at]gmail.com

© KalmSC RAS, 2023

© Shashkov M. V., Zhilich S. V., Charginov T., Krajcarz M. T., Alisher kyzy S., Bence V., Shnaider S. V., 2023

Abstract. *Introduction.* The article discusses the results of a study of ash layers from Holocene deposits at the Selungur (Surungur) Cave. *Goals.* So, the work attempts a practical evaluation of a method of identifying coprostanols in archaeological sediments. The investigation of Holocene deposits of the site was carried out in 2018 and 2021 field seasons. The study identifies a total of 7 Holocene layers that represent the typical ‘fumier’ facies of cave and rock shelter deposits connected to pastoralism and animal husbandry practices, and built up of stratified layers of burnt herbivore dung. The sequence contains a record of multiple earthquakes that disturbed the sediments and effected in water escape structures, plastic deformations, and faults. Nevertheless, the stratigraphy remains easily readable. Unfortunately, archaeological and paleofaunistic materials were never found but a series of ash-containing interlayers suggests that the cave was repeatedly visited by ancient humans. *Materials.* In the ash deposits, our micro charcoal analysis has identified areas of concentration of burnt dungs which was used for fire. Series of samples were taken throughout the section of Holocene deposits for gas mass spectrometry analysis. The research efforts have also included the analysis of modern dung from herbivores inhabiting the area, such as cows, sheep, goats, horses and donkeys, for the latter obtained data to serve as a reference collection. *Results.* Unfortunately, layer 7 of the Selungur Cave proved characterized by poor preservation of fire products, while layers 6–1 yielded somewhat rich data. The obtained results make it possible to identify coprosterols and determine that equine dung was used in layers 6–2 as a fuel, and goat dung — in the first layer. The most widespread distribution of equines in this region occurred during the existence of Dayuan (Parkan) state, in the third century BC and later in the Middle Ages. Most likely, during these periods the mountain corridor comprising the Selungur Cave could have been used as a pass of the Silk Road that connected the Fergana and Alay valleys. The accumulation of the upper layer, in our opinion, is associated with the modern era. **Keywords:** Central Asia, Dayuan, Silk Road, Selungur, ash-containing interlayers, coprosterols, Equidae

Acknowledgements. The reported study was funded by Russian Science Foundation, grant no 22-28-01958 ‘Revisiting the Transition to Farming in Central Asia: A New Interdisciplinary Approach to

the Neolithization of the Fergana Valley'. The authors extend gratitude to Dr. Andrei I. Krivoschapkin, Corresponding Member of the RAS, for most valuable consultations during field research and manuscript preparation.

For citation: Shashkov M. V., Zhilich S. V., Charginov T., Krajcarz M. T., Alisherkyzy S., Viola B., Shnaider S. V. Identifying Markers for Copro-Analysis of Archaeological Deposits: A Study of Materials from the Selungur Cave (Southern Kyrgyzstan). *Oriental Studies*. 2023. Vol. 16(5): 1210–1227. (In Russ.). DOI: 10.22162/2619-0990-2023-69-5-1210-1227



1. Введение

Одним из современных междисциплинарных направлений в археологии является изучение биомаркеров. Возможность использования копростеролов в качестве надежных признаков наличия животных и человека впервые была использована при изучении донных отложений [Müller, Kanazawa, Teshima 1979; Leeming et al. 1996; Bull et al. 2002]. Возможность обнаружения и анализа 5-β-станолов уже активно используется при изучении происхождения загрязнений воды или почвы продуктами животноводства [Derrien et al. 2011; Devane et al. 2015].

Так потенциал для поиска копромаркеров в современных и археологических образцах почвы был применен в работе Ричарда Эвершеда при изучении традиции удобрения полей навозом в древности [Evershed et al. 1997]. Наибольшую ценность в анализе стероидных маркеров фекалий представляет тот факт, что соотношение различных копростеролов имеет закономерности в зависимости от биологического вида млекопитающих [Harrault et al. 2019: 10–20]. Тем не менее такие закономерности имеют достаточно высокую вариативность в зависимости от территории проживания животных и рациона питания [Prost et al. 2017: 14–24]. Поэтому зачастую точное определение вида по анализу соотношений копростеролов является сложной задачей. Однако при использовании достаточно большого массива образцов современных фекалий для нескольких видов животных можно существенно повысить достоверность определений.

Для идентификации вида возможно использование ряда диагностических соотношений копростеролов для выявления граничных признаков различных животных с

использованием методов математической статистики [Prost et al 2017: 3–7; Harrault et al 2019: 4–6].

Поиск копромаркеров в археологических отложениях имеет потенциал еще и по причине того, что в условиях дефицита кислорода стероиды могут хорошо сохраняться и служить биомаркерами поступления фекалий в древности [Birk et al 2011: 1218]. Кроме того, стероиды обладают низкой растворимостью в воде и в основном адсорбируются в виде твердых частиц органического вещества, и, как следствие, они не склонны к выщелачиванию, но связываются с почвенной матрицей [Lloyd et al 2012: 58–60; Tyagi, Edwards, Coyne 2008: 268–270].

На территории Центральной Азии группой исследователей под руководством Н. Шрётер проведен анализ фекальных биомаркеров из озерных отложений озера Чатыр-Кёл (Тянь-Шань, Кыргызстан). Им удалось обнаружить следы присутствия человека в этом районе в среднем голоцене, на что указывает зафиксированный пик содержания человеческого фекального стерола — копростанола и его эписмера — эпикопростанола в проанализированных осадках. Связанное с этим увеличение 5β-стигматанола, фекального биомаркера, полученного от травоядных животных, указывает на присутствие скотоводческого хозяйства. Данные о распределении биомаркеров в этом исследовании демонстрируют раннее присутствие людей на высокогорном участке в Центральной Азии при около 5 900–4 000 лет назад. Профили стероидов показывают, что тогда же (а возможно, и немного ранее) пастбищные животные уже занимали водосбор озера Чатыр-Кёл, что позволило исследователям утверждать о присутствии здесь скотовод-

ческого типа хозяйства [Schroeter et al 2020: 9–10].

В рамках настоящего исследования проведено изучение пеплосодержащих прослоев (так называемые ‘fumiers’) голоценовых отложений стоянки Сельунгур, их визуальный осмотр позволил предположить, что навоз здесь использовался в качестве топлива. С целью определения типов навоза проведено изучение биомаркеров.

В качестве дополнительного метода проведен анализ макроуглей, позволяющий определить остатки от горения древесины, травы, костей и навоза, и микроскопическое исследование отложений на предмет содержания сферолитов — сферических кристаллов кальцита, образующихся в желудочно-кишечном тракте большинства травоядных животных, сохраняющихся в почве и после сжигания и считающихся индикатором присутствия или использования навоза травоядных животных [Gur-Arieh, Shahack-Gross 2020: 120–140].

2. Стоянка Сельунгур. Расположение и история изучения

Пещера Сельунгур располагается в горах Памиро-Алая, которые окаймляют Ферганскую долину с юга. Пещера находится непосредственно в черте г. Айдаркен по верхнему течению Обишир-Сая (см. рис. 1: 1). Она образована в карстовых отложениях и состоит из двух широких галерей-коридоров длиной от капельной линии около 60 м. Вход в нее обращен к юго-востоку, имеет ширину 27 м и высоту — 20 м. Пол пещеры в дальнем и переднем залах сильно понижается к выходу (см. рис. 1: 2).

Памятник Сельунгур был открыт в 1955 г. А. П. Окладниковым и П. Т. Коноплей, которыми была выполнена шурфовка рыхлых отложений пещеры и обнаружены каменные артефакты, однако полученные материалы не были опубликованы (согласно личному сообщению доктора исторических наук У. И. Исламова, 2010 г.). В ходе дальнейших планомерных исследований, проводившихся в период с 1980 по 1988 гг. под руководством У. И. Исламова, на памятнике было заложено 10 раскопов, которыми в различных частях пещеры было выявлено значительное количество литологических слоев,

залегающих, по мнению исследователя, *in situ* (см. рис. 1: 3). Количество выделенных культурных слоев варьировало от 2 до 13, в зависимости от расположения раскопа. Согласно мнению У. И. Исламова, культурные горизонты всех раскопов можно объединить в пять пачек, которые он назвал «культурными слоями» и отнес к раннему палеолиту. Всего на памятнике в период с 1980 г. по 1988 г. было обнаружено около 1 500 каменных артефактов [Исламов, Крахмаль 1995: 139–163; Исламов, Годин, Крахмаль 1990: 3–8].

В 2013 г. было возобновлено изучение памятника силами международной группы ученых. В рамках новых исследований проводилось изучение плейстоценовых отложений памятника. В результате новых работ установлено, что здесь представлен единый комплекс, который выделен в Сельунгурский вариант среднего палеолита, на настоящий момент для него получена датировка в 112 ± 19 тыс. лет назад [Krivoshapkin et al 2020: 91].

Голоценовые отложения памятника не подвергались детальному изучению, при этом на отдельных участках пещеры они представлены в очень хорошей сохранности. В полевые сезоны 2018 и 2021 г. здесь была зачищена небольшая часть западной стенки в зоне Y (см. рис. 1: 3).

Разрез деформирован в результате обвала большой глыбы, отколовшейся от южной стенки пещеры. В результате нижние слои голоценовых и верхние слои плейстоценовых отложений смешались и где-то по центру расчищенной стенки «вспучились».

Во всех представленных слоях присутствуют отложения эолового происхождения. Концентрация лесса в слоях не однородна. Большая часть слоев содержит достаточно большой процент золы разных оттенков серого цвета.

Слой 1. Мощность — до 20 см. Состоит из трех слоев (1.1, 1.2 и 1.3) золы палевого и коричневатого цвета с примесью сажи. Сверху слой деформирован обломочным материалом и перекрыт сажей.

Слой 2. Мощностью до 18 см. Состоит из двух слоев (2.1 и 2.2). Слой 2.1 светло-коричневого оттенка и слой 2.2 коричневого оттенка. Слои разделены прослойкой сажи.

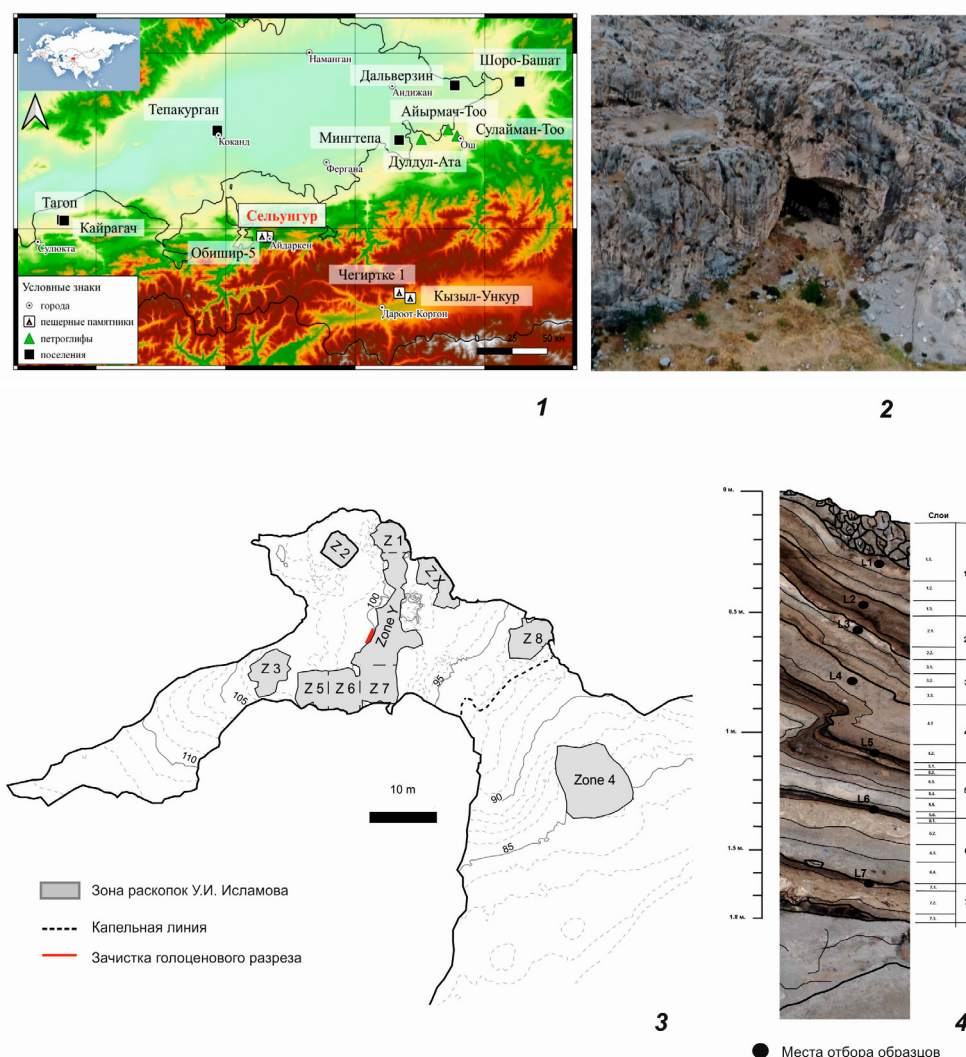


Рис. 1. Пещера Сельгунгур: 1 — расположение пещеры Сельгунгур и упоминающихся в статье археологических памятников; 2 — вид на пещеру Сельгунгур; 3 — план пещеры Сельгунгур; 4 — разрез голоценовых отложений стоянки Сельгунгур

[Fig. 1. Selungur Cave: a – location of the Selungur Cave and archaeological sites mentioned in the article; b – view of the Selungur Cave; c – plan of the Selungur Cave; d – section of Holocene deposits of the Selungur site]

Слой 3. Мощность слоя — до 17 см. Состоит из трех слоев (3.1, 3.2, 3.3). Верхние слои состоят из золы светлого и серого оттенков. Нижний слой представлен лессом коричневого оттенка с примесью угольков.

Слой 4. Мощность слоя — до 20 см. Состоит из двух слоев. Слой 4.1 сероватого оттенка с примесью сажи и обломочного материала, прослеживается по всей стенке. Слой 4.2 светло-коричневого оттенка с угольками, обрывается в середине зачищенной западной стенки.

Слой 5. Мощность слоя — до 30 см. Состоит из шести слоев. Верхние три слоя темно-коричневого, коричневого и светло-коричневого оттенков разделены между собой прослойками сажи. Нижние три слоя представлены слоями золы серого, бежевого и темно-серого цветов. Нижний слой содержит структуры, свидетельствующие о быстрой флюидизации в результате катастрофических действий (например, землетрясения).

Слой 6. Мощность — до 30 см. Состоит из четырех слоев. Слой 6.1 представляет собой сажу. Слой 6.2 состоит из обломков пепельного материала, что указывает на эрозию и повторное осаждение. Следующие два слоя серого и серовато-коричневого оттенка, содержат угольки и обломочный материал, также здесь представлены следы деформации отложений, вызванные прорывом воды вверх.

Слой 7. Мощность — 16 см. Состоит из трех слоев. Первый слой в виде линзы представлен золой и сажей. Второй слой бежево-светло-коричневого оттенка представлен в основном золой с содержанием угольков, обломков костей и обломочного материала. Третий слой серого оттенка с включением золы бежевого цвета и угольков. В нижней части слоя также прослеживаются следы деформации из-за прорыва воды вверх.

Слой 8. Плейстоценовый слой с вклинившимися голоценовыми слоями в результате обвала большой глыбы камня, отколовшегося от южной стенки пещеры. Перекрыт слоем из сажи и золы.

Вся последовательность голоценовых отложений представляет собой каскад кострищ, сложенных стратифицированными слоями сгоревшего навоза, что является типичным для отложений пещер и скальных укрытий, связанных со скотоводством и животноводством [Angelucci et al. 2009: 193–195]. Последовательность содержит запись о многочисленных землетрясениях, которые нарушили отложения, что привело к образованию структур выхода воды, пластических деформаций и разломов. Тем не менее стратиграфия остается легко читаемой.

3. Материалы и методы исследования

Образцы для поиска копромаркеров были отобраны в ходе полевого сезона 2021 г. Из слоев 1–7 отбирали по одному образцу из наиболее темного (пепло-угольного) прослоя — всего 7 образцов. При визуальном осмотре именно в этих прослоях наблюдали недогоревшие органические остатки и уголь. Перед проведением анализа с использованием газовой масс-спектрометрии был проведен анализ на содержание макроуглей. Для анализа макроуглей было отобрано 7 образцов из выделенных визуально наиболее богатых угольными частицами прослоев каждого слоя. В лаборатории на-

вески объемом по 0,5–2 мл (в зависимости от объема имеющегося образца) обрабатывались гипохлоридом натрия (NaClO) для обесцвечивания не обугленной органики в пробирках объемом 50 мл в течение 48 часов, затем были проситованы на сите с размером ячейки 500 мкм, так как именно угли размерного класса более 500 мкм образуются на месте, а не переносятся ветром и водой на значительные расстояния. Содержимое образца исследовалось под стереомикроскопом Zeiss Stemi 508 с увеличением 10–100 раз. Каждый обнаруженный уголь определялся до морфотипа в соответствии с методикой, описанной [Enache, Cumming 2007: 347–360; Jensen et al. 2007: 907–912; Mustaphi, Pisaric 2014: 734–750], связан с типом исходного топлива (дерево, трава, кость). Так же выделялся морфотип «аморфные» угли, подробно описанный в [Жилич, Чаргынов, Шнайдер 2022], который может рассматриваться как остатки от горения навоза. В процессе определения выполнялось микрофотографирование с помощью камеры AxioCam 208. Все образцы были проверены на содержание сферолитов, путем изучения смыва мелкодисперсной фракции на стекле под микроскопом Zeiss Axio Imager D1 в поляризованном свете с увеличением 400 раз.

4. Метод газовой масс-спектрометрии

В качестве эталонных образцов были собраны фекалии сельскохозяйственных животных, находящихся на выпасе в окрестностях памятника и ближайшем населенном пункте. Отобраны фекалии коров (2 особи), коз (5 особей), овец (6 особей), лошадей (2 особи), осла (1 особь). Образцы сушили в течение 7 дней в сухом темном помещении при температуре 22–25°C. Отобранные образцы для каждого вида измельчались и смешивались. Из каждой смешанной пробы фекалий отбирали навеску около 1 г. Из археологических образцов отбирались навески массой 4 г.

Полученные образцы подвергались процедуре пробоподготовки по методике, описанной в [Prost et al. 2017: 2–5; Harrault et al. 2019: 4–9] с некоторыми видоизменениями. Процедура включает следующую последовательность действий. Образцы экстрагировали дихлорметаном (осч) (объем 5 мл) в герметично закрытой виале при нагревании до 50°C в течение 2 часов. Внутренний

стандарт (5 α -холестан) 10 мкг добавляли до начала экстракции. После охлаждения и фильтрования экстракт отдували досуха током сухого азота. Далее проводили процедуру дериватизации смесью 200 мкл N,O-бис (триметилсилил) трифторацетамида и 200 мкл пиридина.

Анализ подготовленных проб осуществляли на ГХ/МС системе на основе трех квадруполов Agilent 7000В (производство США). Разделение веществ, содержащихся в пробах, проводили на капиллярной колонке HP-5MS (30 мм $\times$ 0,25 мм $\times$ 0,25 μ m). Анализ проводили в следующих условиях: температурная программа термостата колонки от 130°C до 310°C со скоростью 8°C/мин; температура испарителя 310°C, сброс 5:1; скорость потока газа-носителя (гелий), 1,2 мл/мин. Режим работы масс-спектрометра: детектирование в режиме выделенных ионов для следующих ионов: 217, 215, 355, 370, 369, 384, 486, 383, 398 m/z; энергия ионизации 70 эВ; температура источника ионизации 250°C. Количественный расчет проводится по внутреннему стандарту (5 α -холестан).

Для оценки принадлежности фекальных маркеров проводили статистическую обработку результатов совместно с набором литературных данных при помощи программы STATISTICA 10.0, модуль дискриминантный анализ. Данный тип анализа используется для решения задач распознавания образов, который используется для принятия решения о том, какие «переменные» дискриминируют (классифицируют) возникающие наборы данных (так называемые «группы»). В контексте нашей работы «группы» — это вид животного, «переменные» — относительное процентное содержание определенного копростерола. Всего переменных 8 — по количеству найденных копростеролов.

5. Результаты междисциплинарного изучения пепловых прослоев

При проведении анализа образцов из слоя 7 было определено, что здесь представлена плохая сохранность продуктов горения, слои 6–1 показали хорошие данные. В образцах из слоев 6–1 обнаружены травянистые (рис. 2: 1–4) и аморфные угли (рис. 2: 5–8) в больших количествах, не было обнаружено древесных углей. В большинстве образцов присутствуют остатки

обгорелых костей, кости отсутствуют в слоях 3 и 5. В нижних слоях присутствуют остатки насекомых. Во всех образцах были обнаружены сферолиты (см. рис. 2: 9) в больших количествах. Результаты анализа макроуглей можно интерпретировать в качественном, а не количественном аспекте, так как в разных образцах было разное соотношение угольных остатков и вмещающих отложений, кроме того, условия сохранности углей могли быть различными в разные периоды времени. Таким образом, можно сделать вывод, что на протяжении всего периода осадконакопления слоев 1–6 исходным топливом для огня были травы (и полукустарники), навоз травоядных животных и, возможно, кости.

6. Газовая масс-спектрометрия

6.1. Современные образцы

В результате анализа фекалий современных животных, отобранных в регионе исследования, во всех образцах обнаружены копромаркеры — 5- β -станолы. В каждом образце идентифицированы следующие 5- β -станолы: coprostanol, epi-coprostanol, campestanol, epi-campestanol, 24-ethyl-coprostanol, 24-ethyl-e-pi-coprostanol, stigmastanol, epi-stigmastanol. Основными во всех образцах были следующие пары 5- β -станолов: coprostanol/epi-coprostanol, 24-ethyl-coprostanol/24-ethyl-e-pi-coprostanol. Общее количественное содержание и процентное соотношение найденных копромаркеров представлены в таблице 1.

6.2. Археологические образцы

В результате анализа образцов, полученных из слоев седимента памятника *Сельгунгур*, 5- β -станолы обнаружены только в 6 верхних слоях L1–L6. В нижних слоях L7–8 копростеролы не обнаружены. В каждом образце идентифицированы те же восемь 5- β -станолов, что и в современных образцах фекалий. Общее количественное содержание и процентное соотношение найденных копромаркеров представлены в таблице 1.

Результаты анализа копростеролов в седименте памятника *Сельгунгур* и в образцах фекалий современных животных представлены в таблице 1. В таблице 1 также даются как общее количество копростеролов, так и их процентное соотношение. Обнаружены следующие 5- β -станолы, которые являются характерными для фекалий животных:

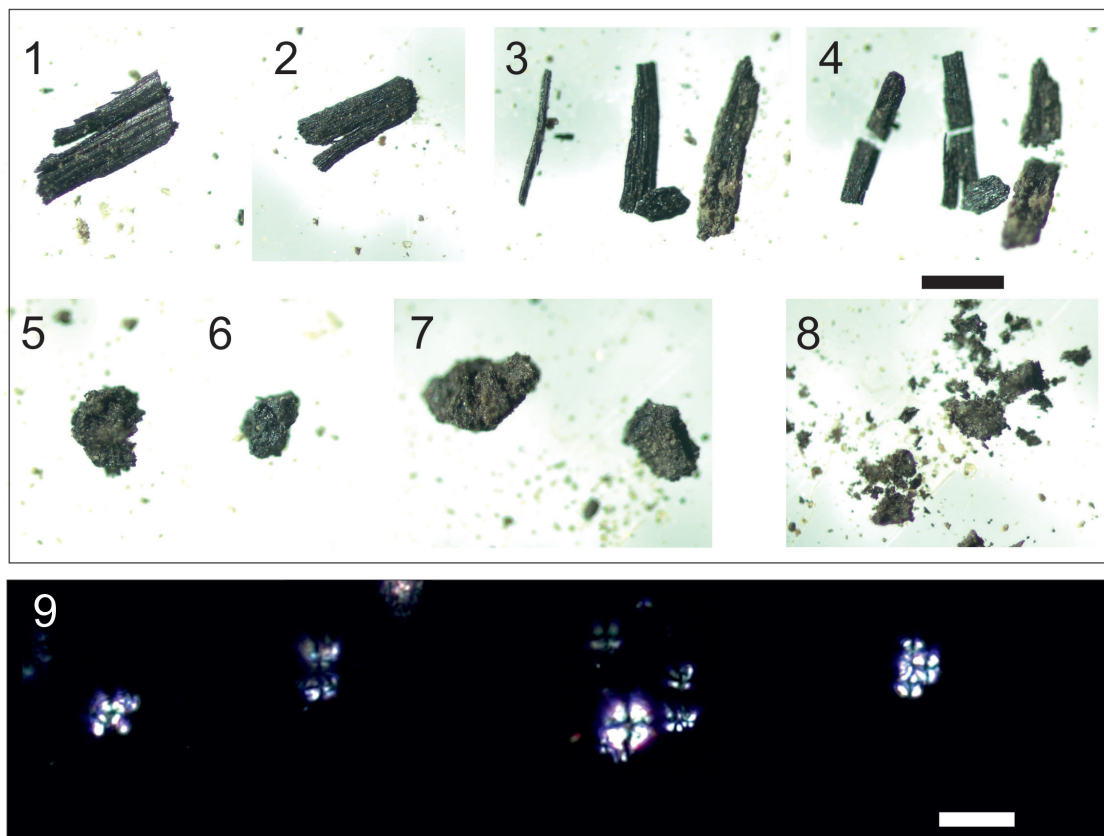


Рис. 2. Микрофотографии углей и сферолитов из образцов отложений пещеры Сельунгур: 1–3 — травянистые угли, хрупкие угли с четкой структурой; 4 — травянистые угли при разламывании сохраняют структуру; 5–7 — аморфные угли, без четкой структуры с включениями минеральных частиц; 8 — при разламывании аморфные угли рассыпаются на угольные и минеральные частицы; 9 — сферолиты из отложений стоянки Сельунгур, фото в поляризованном свете. Масштабные планки: белая — 10 мкм, черная — 400 мкм.

[Fig. 2. Microphotographs of coals and spherulites of sediment samples from the Selungur Cave. 1–3 — grassy coals, brittle coals with clear structures; 4 — grassy coals that retain structure when broken; 5–7 — amorphous coals without a clear structure and with inclusions of mineral particles; 8 — amorphous coals that turn to coal and mineral particles when broken; 9 — spherulites from sediments of the Selungur site, photo in polarized light. Scale bars: white— 10 microns, black— 400 microns]

Таблица 1. Содержание 5 β -станолов в образцах седимента памятника Сельунгур и фекалий современных животных

[Table 1. Content of 5 β -stanols in sediment samples from the Selungur Cave and feces of modern animals]

Sample	coprostanol (%)	epi-coprostanol (%)	campestanol (%)	epi-campestanol (%)	24ethyl-coprostanol (%)	24ethyl-epi-coprostanol (%)	stigma stanol (%)	epi-stigma stanol (%)	Сумма копро-стеролов (mkg/g)
Образцы из пещеры Сельунгур									
L1	22	4	1	2	39	30	0	2	39.4
L2	29	35	4	2	16	8	2	4	3.8
L3	14	13	6	5	12	47	1	1	11.2
L4	5	9	1	2	26	56	1	1	175.4
L5	14	9	1	2	13	59	1	1	17.3
L6	12	14	3	3	11	53	2	2	46.1

Современные домашние животные									
коза	15	3	1	0	47	32	1	1	1 621
баран	9	2	1	0	68	15	2	2	2 154
корова	7	4	1	0	54	29	2	2	1 124
осел	3	11	1	0	23	59	1	1	685
лошадь	5	10	1	1	44	37	1	1	735

coprostanol/epi-coprostanol, campestanol/epi-campestanol, 24-ethyl-coprostanol/24-ethyl-epi-coprostanol, stigmastanol/epi-stigmastanol. Соотношения между этими станолами имеют закономерности, позволяющие определить вид животного [Harrault et al. 2019: 10–20].

Что касается общего содержания копростеролов, то их ожидаемо много в современных образцах: 700–2 200 mkg/g. Такой уровень содержания характерен для фекалий животных, согласно литературным данным [Harrault et al. 2019: 10–20]. В археологическом седименте содержание на несколько порядков ниже: 4–175 mkg/g. Однако такие содержания на несколько порядков выше, чем характерны для образцов почвы археологических образцов [Prost et al. 2017: 10]. Данный факт объясняется тем, что на памятнике *Сельунгур* нами анализировались образцы из кострищ, что говорит о накоплении фекальных маркеров в пепловых образцах, — возможно, в результате сжигания навоза.

Исходя из данных по соотношению копростеролов в седименте и в современных образцах, наблюдается некоторое сходство по соотношению для образца из слоя 1 (L1) и современного образца козы. Данное сходство заключается в схожем соотношении и пары coprostanol/epi-coprostanol, 24-ethyl-coprostanol/24-ethyl-epi-coprostanol, а также пары coprostanol/24-ethyl-coprostanol. Также некоторое сходство по соотношениям в этих же парах 5- β -станолов можно найти при сравнении образцов слоев 3–6 и осла. Тем не менее такое поверхностное сравнение не является достоверным и не учитывает диапазон возможных колебаний состава, характерных для отдельных видов животных.

Поэтому предложено провести сравнение с литературными данными большого количества образцов фекальных маркеров нескольких видов животных. В работе Л. Харро и его коллег [Harrault et al. 2019]

представлены данные по соотношениям фекальных маркеров для северного оленя, козы, овцы, собаки, человека, свиньи, коровы, лося, лошади и лемминга. Для каждого из этих видов представлены данные по соотношениям маркеров порядка 10 различных образцов. Чтобы провести достоверное сравнение по системе с несколькими параметрами, необходимо провести статистическую обработку. Одним из методов математической статистики, позволяющих на основе массива данных известных образцов получить результат для отнесения неизвестных образцов, является метод дискриминантного анализа. Для построения дискриминирующей функции были взяты опубликованные данные [Harrault et al. 2019] для козы, овцы, свиньи, коровы, лося, лошади. Лемминг и северный олень не включены в классификацию из-за того, что они не обитают на юге Ферганской долины. Человек и собака были исключены ввиду того, что для них характерно очень высокое (более 50 %) содержание копростанола, в то время как во всех изучаемых образцах *Сельунгура*, а также отобранных современных фекалий животных содержание копростанола не выше 30 %. Таким образом, построена функция классификации для 6 видов животных. Общее количество образцов 49 из данных [Harrault et al. 2019: 10–20]. Для оценки дискриминирующей силы полученной функции программа рассчитывает статистику «лямбда Уилкса». Чем ближе она к 0, тем лучше дискриминирующая сила, в нашем случае получена «лямбда Уилкса», равная 0,0023. Таким образом, полученная функция обладает хорошей дискриминирующей силой и пригодна для классификации неизвестных образцов. Для наглядной демонстрации результатов классификации построен график модели с использованием литературных данных, который представлен на рис. 3.

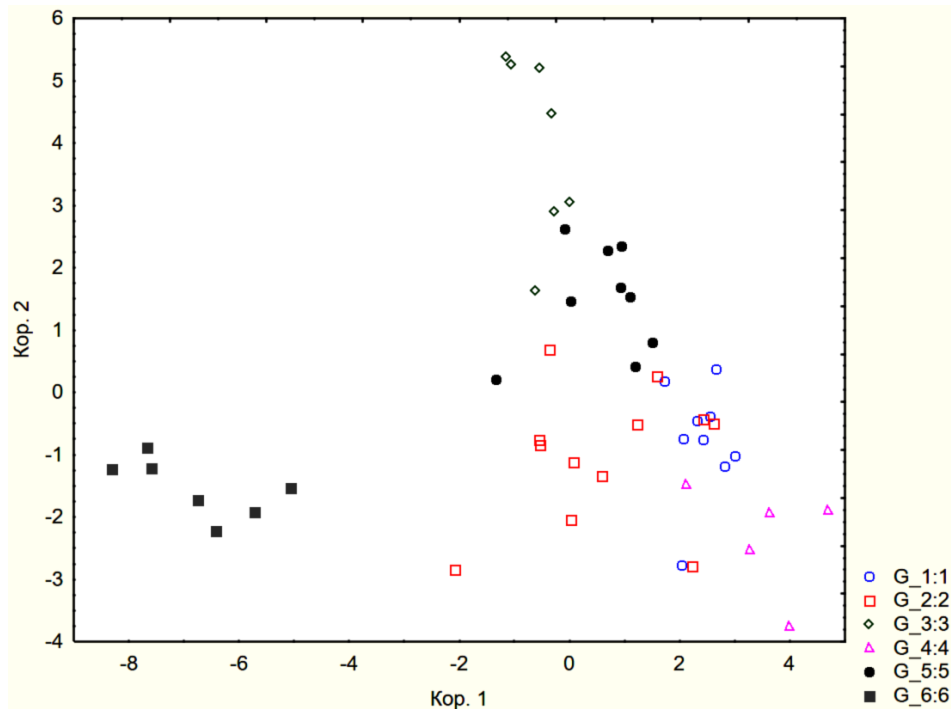


Рис. 3. Графическая интерпретация детерминирующей функции классификации, построенная на основе литературных данных [Harrault et al. 2019: 10–20]. G1:1 — коза, G2:2 — овца, G3:3 — лошадь, G4:4 — лось, G5:5 — корова, G6:6 — свинья

[Fig. 3. Graphical interpretation of the deterministic classification function based on available publications (Harrault et al.). G1:1 goat, G2:2 sheep, G3:3 horse, G4:4 moose, G5:5 cow, G6:6 pig]

Интерпретация графика (см. рис. 3) проводится следующим образом. Чем дальше точки друг от друга, тем лучше они классифицируются. Видно, что свиньи (G6:6), согласно этой функции, наиболее отличны от других видов. Лошадь достаточно надежно разделяется с козой и овцой, и несколько хуже с коровой. Тем не менее видно, что все виды почти не пересекаются друг с другом, а значит, классификация неизвестных образ-

цов будет достаточно достоверна и надежна.

На следующем этапе проведена классификация археологических и современных образцов. Результаты диагностики представлены в таблице 2. Видно, что фекалии животных диагностируются правильно. Осел опознается как лошадь, что в целом закономерно ввиду их родственного происхождения (осел относится к роду лошадей). Корова опознается неоднозначно — с уклоном в сторону коровы и козы.

Таблица 2. Результаты диагностики вида животных, полученных из данных по соотношению копромаркеров

[Table 2. Results of animal species diagnosis obtained from copromarker ratio data]

Образцы	Результат диагностики
Образцы из пещеры Сельунгур	
L1	коза
L2	лошадь
L3	лошадь
L4	лошадь
L5	лошадь
L6	лошадь
Современные образцы	
коза	коза
баран	овца

корова	коза / корова
осел	лошадь
лошадь	лошадь

Классификация образцов седимента из пещеры *Сельунгур* для всех слоев, в которых обнаружены копростеролы, за исключением верхнего (L1), определены как лошадиные, верхний слой (L1) — как остатки фекалий козы.

7. Обсуждение полученных результатов

Реконструкция использовавшихся типов топлива для данного региона проводилась для стоянки *Сурунгур*, которая находится в непосредственной близости от пещеры *Сельунгур*. Здесь удалось зафиксировать использование навоза животных в качестве топлива начиная с 7 тыс. лет назад [Дедов и др. 2021: 31–33; Шашков и др. 2022: 368–373].

Подобное исследование, направленное на определение таксономической принадлежности навоза, проводится для региона впервые. Любопытным является то, что на протяжении практически всего обитания человека *Сельунгура* в голоцене им использовался лошадиный помет в качестве топлива. В традиционных скотоводческих культурах, как правило, в качестве топлива используется навоз коров и яков [Miller, Smart 1984: 16], использование навоза лошадиных отмечается гораздо реже [Токтобай 2010: 15].

В целом доминирование навоза лошадиных в отложениях пещеры *Сельунгур* свидетельствует о присутствии этих животных в регионе и отсутствии или небольшом наличии коров / яков. Наиболее полные палеофаунистические реконструкции на настоящий момент представлены для стоянки *Обишир-5*, где зафиксирован наиболее ранний в регионе эпизод использования домашних овец и коз начиная с 8 тыс. лет назад [Taylor et al. 2021: 1171].

В первом слое памятника (период: бронзовый век – средневековье) также выделяются кости крупного рогатого скота и лошадей [Шнайдер и др. 2019: 287]. На стоянке *Сурунгур* на основе морфологического анализа также определены останки овец, коз и оленей в слоях, что датируются в пределах 7,5–6,5 тыс. лет назад [Шнайдер и др. 2021: 324]. Активное заселение равнинной части Ферганской долины приходится на поздний этап бронзового века – раннего железного

века, здесь формируется несколько крупных поселений — *Дальверзин*, *Чуст*, *Шурабашат*, *Ошское*, *Кайрагач*, *Актам*, *Тогон*, где преимущественно представлены останки мелкого рогатого скота [Брыкина 1982; Заднепровский 1997; Горбунова 1962], в меньшем количестве отмечаются кости крупного рогатого скота и лошадей (см. табл. 3). В конце второго – начале первого тысячелетия до н. э. в Центральной Азии появились окончательные свидетельства о верховой езде на лошадях как в археологических, так и в исторических источниках [Drews 2004: 1–10, 73].

Концом первого тысячелетия до н. э. датируются военные вторжения в Ферганскую область западной династии Хань, которая сформировала крупномасштабный обмен лошадьми между Центральной Азией и китайскими государствами. Этот процесс интенсифицировался в средневековый период [Beckwith 1991: 185–190].

В окрестностях г. Ош, в Араване и на Айырмач-Тоо есть изображения даваньских лошадей [Массон 1948: 129–135; Ажигерей 1928: 51; Аманбаева, Сулайманова, Жолдошев 2009: 260–271; Заднепровский 1962: 180; Шер 1980: 93].

На этот момент южные предгорья Ферганской долины являлись одной из важных артерий Шелкового пути, где лошади могли играть ключевую роль в качестве ценного товара и средства передвижения караванов. Другие виды лошадиных, в частности ослы, также могли являться важным транспортом благодаря их выносливости и низкой потребности в воде [Mitchell 2018: 10–20].

Проведенная серия биоархеологических исследований для лошадиных останков, найденных на памятниках Алайской долины, свидетельствует о распространении лошадей начиная со II в. н. э. Их использование объясняется распространением скотоводческого хозяйства и интенсификацией торговых контактов вдоль Алайской долины, которая являлась одной из артерий Шелкового пути [Taylor et al. 2018: 16].

Учитывая преимущественное использование лошадиного навоза в качестве топли-

ва в голоценовых отложениях, мы склонны относить эти слои 2–6 к периоду позднего этапа бронзового века – средневековья, когда в равнинной части Ферганской долины активно развивалось земледелие и отгонное

скотоводство. Постепенно с увеличением населения, расширением ареала заселения предгорные и горные области Ферганской долины стали использоваться скотоводами [Брыкина 1982: 155–156].

Таблица 3. Памятники Ферганской и Алайской долин, где представлены находки лошадей
[Table 3. Archaeological sites in the Fergana and Alay valleys with horse remains]

Памятник	Тип памятника	Датировка	Культурная принадлежность	Свидетельства присутствия лошадей	Ссылки
<i>Обишир-5</i> (слой 1)	грот	бронзовый век – средневековье	?	кости лошадей	[Шнайдер и др. 2019: 287]
<i>Минг-Тера</i>	поселение	раннежелезный век	даваньское время	кости лошадей	[Горбунова 1962: 92]
<i>Дальверзин</i>	поселение	раннежелезный век	даваньское время	кости лошадей	[Горбунова 1962: 92]
<i>Чуст</i>	поселение	VII–VII вв. до н. э.	бронзовый век, чустский этап	кости лошадей	[Горбунова 1962: 92]
<i>Шурабашат</i>	поселение	III–I в. до н. э.	бронзовый век, шурабашатский этап	кости лошадей	[Горбунова 1962: 92]
<i>Кайрагач</i>	поселение	I в. нашей эры	раннежелезный век	кости лошадей	[Брыкина 1982: 16]
<i>Кызыл-Ункур</i>	пещера	260–400 BCE	раннежелезный век	кости лошадей	[Taylor et al. 2018: 16]
<i>Чегиртке 1</i>	структуры	1 040–1 170 CE, 1 440–1 490 CE	раннежелезный век	кости лошадей	[Taylor et al. 2018: 16]
<i>Тогоп</i>	поселение	I в. нашей эры	раннежелезный век	кости лошадей	[Брыкина 1982: 160]
<i>Айрымач-тоо</i>	петроглифы	I тыс. до н. э.	даваньское время	изображения лошадей	[Аманбаева, Сулайманова, Жолдошов, 2009: 269; Заднепровский 1962: 180]
<i>Сулейман-тоо</i>	петроглифы	I тыс. до н. э.	даваньское время	изображения лошадей	[Аманбаева, Сулайманова, Жолдошов, 2009: 266; Заднепровский 1962: 180]
<i>Дулдул-ата</i>	петроглифы	I тыс. до н. э.	даваньское время	изображения лошадей	[Аманбаева, Сулайманова, Жолдошов, 2009: 271; Заднепровский 1962: 180]

Именно район расположения Сельунгура, вероятнее всего, в этот период являлся одним из коридоров Великого Шелкового пути, соединяющим Ферганскую и Алайскую долины. Доминирование следов копромаркеров коз, вероятнее всего, связан с современным этапом обживания региона. Так, часто пещеры в изучаемом районе используются в качестве загонов мелкого рогатого скота, что мы неоднократно наблюдали в ходе полевых исследований.

8. Заключение

Проведенное исследование пепловых прослоев из голоценовых отложений стоянки *Сельунгур* с использованием методов газовой масс-спектрометрии позволило определить,

что здесь преимущественно для поддержания огня использовался навоз лошадиных. Проведенный обзор указывает на то, что слои, где доминируют копростеролы лошадиных фекалий, следует связывать с периодом поздней бронзы — средневековья. Вероятнее всего, наиболее активное накопление отложений происходило в период существования Даваньского государства и позднее — в средневековье, когда данный горный коридор мог использоваться как один из участков Великого Шелкового пути, соединяя Ферганскую и Алайскую долины. Накопление верхнего слоя с доминированием копростеролов коз мы склонны связывать с современным этапом обживания региона.

Литература

- Ажигирей 1928 — *Ажигирей Г.* Древние рисунки на камнях урочища Сурот-Таш близ Оша // Известия Среднеазиатского отделения Географического общества. 1928. Т. 18. С. 47–56.
- Аманбаева, Сулайманова, Жолдошов 2009 — *Аманбаева Б. Э., Сулайманова А. Т., Жолдошов Ч. М.* Наскальное искусство Кыргызстана (историографический и аналитический обзор). Бишкек: Бийиктик, 2009. 80 с.
- Брыкина 1982 — *Брыкина Г. А.* Юго-Западная Фергана в первой половине I тысячелетия н. э. М.: Наука, 1982. 196 с.
- Горбунова 1962 — *Горбунова Н. Г.* Культура Ферганы в эпоху раннего железа // Археологический сборник Государственного Эрмитажа. 1962. Вып. 5. С. 91–122.
- Дедов и др. 2021 — *Дедов И. Е., Кулакова Е. П., Шашков М. В., Жданов А. А., Пархомчук Е. В., Чаргынов Т., Шнайдер С. В.* Междисциплинарное изучение пеплосодержащих прослоев на памятнике *Сурунгур* в Ферганской долине (Южный Кыргызстан) // Археология, этнография и антропология Евразии. 2021. Т. 49. № 4. С. 24–36.
- Жилич, Чаргынов, Шнайдер 2022 — *Жилич С. В., Чаргынов Т., Шнайдер С. В.* Исследование макроугольков из угольных прослоев отложений археологического памятника *Сурунгур* (Ферганская долина, южный Кыргызстан) // Теория и практика археологических исследований. 2022. Т. 34. № 1. С. 163–180.
- Заднепровский 1962 — *Заднепровский Ю. А.* Наскальные изображения лошадей в урочище Айырмач-Тау (Фергана) // Советская этнография. 1962. № 5. С. 125–128.
- Заднепровский 1997 — *Заднепровский Ю. А.* Ошское поселение к истории Ферганы в эпоху поздней бронзы. Бишкек: Мурас, 1997. 171 с.
- Исламов, Крахмаль 1995 — *Исламов У. И., Крахмаль К. А.* Палеоэкология и следы древнего человека в Центральной Азии. Ташкент: ФАН, 1995. 220 с.
- Исламов, Годин, Крахмаль 1990 — *Исламов У. И., Годин М. Х., Крахмаль К. А.* Хайдарканская котловина в нижнечетвертичном периоде // История материальной культуры Узбекистана. 1990. Вып. 24. С. 3–8.
- Массон 1948 — *Массон М. Е.* Древние наскальные изображения домашних лошадей в южном Киргизстане // Труды Института языка, литературы и истории Киргизской ССР. Фрунзе: ФАН, 1948. С. 129–135.
- Токтобай 2010 — *Токтобай А.* Қазақ жылқысының тарихы (= История казахских лошадей). Алматы: Алматыкітап, 2010. 496 с.
- Шашков и др. 2022 — *Шашков М. В., Жданов А. А., Дедов И. Е., Чаргынов Т., Шнайдер С. В.* Изучение органического и элементного состава остатков кострищ археологического памятника *Сурунгур* с оценкой используемого вида топлива // Журнал Сибирского федерального университета. Химия. 2022. № 15(3). С. 365–376.
- Шер 1980 — *Шер Я. А.* Петроглифы Средней и Центральной Азии. М.: Наука, 1980. 327 с.
- Шнайдер и др. 2019 — *Шнайдер С., Алишеркызы С., Селин Д. В., Рендю У., Абдыканова А., Бранкалеоне Г., Крайцарж М. Т., Кривошапкин А. И.* Результаты экспедиционных исследований памятника *Обишир-5* в 2018–2019 годах // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и

- сопредельных территорий. 2019. Вып. 25. С. 286–292.
- Шнайдер и др. 2021 — Шнайдер С. В. Жилищ С.В., Федорченко А. Ю. Рендю В., Пархомчук Е.В., Алишер кызы С., Оленченко В. В., Цибизов Л. В., Сердюк Н. В., Зеленков Н. В., Чаргынов Т. Т., Кривошапкин А.И. Сурунгур — новый памятник раннего голоцена в Ферганской долине // *Stratum plus. Археология и культурная антропология*. 2021. №2. С. 319–337.
- Angelucci et al. 2009 — *Angelucci D. E., Boschian G., Fontanals M., Pedrotti A., Vergès J. M.* Shepherds and Karst: The Use of Caves and Rock-Shelters in the Mediterranean Region during the Neolithic // *World Archaeology*. 2009. № 41(2). Pp. 191–214.
- Beckwith 1991 — *Beckwith C. I.* The Impact of the Horse and Silk Trade on the Economies of T'ang China and the Uighur Empire: On the Importance of International Commerce in the Early Middle Ages // *Orient Journal of the Economic and Social History of the Orient*. 1991. Is. 34. Pp. 183–198. DOI: 10.2307/3632244
- Birketal2011—*Birk J. J., Teixeira W. G., Neves E. G., Glaser B.* Faeces deposition on Amazonian Anthrosols as assessed from 5 β -stanols // *Journal of Archaeological Science*. 2011. Vol. 38. Is. 6. Pp. 1209–1220. DOI: 10.1016/j.jas.2010.12.015
- Bull et al. 2002 — *Bull I. D., Lockheart M. J., Elhmmali M. M., Roberts D. J., Evershed R. P.* The origin of faeces by means of biomarker detection // *Environment International*. 2002. No. 27. Pp. 647–654.
- Derrien et al. 2011 — *Derrien M., Jarde E., Gruau G., Pierson-Wickmann A. C.* Extreme variability of steroid profiles in cow feces and pig slurries at the regional scale: implications for the use of steroids to specify fecal pollution sources in waters // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011. Vol. 59. Is. 13. Pp. 7294–7302.
- Devane et al. 2015 — *Devane M. L., Wood D., Chappell A., Robson B., Webster-Brown J., Gilpin B. J.* Identifying avian sources of faecal contamination using sterol analysis // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2015. No. 187. Pp. 1–19.
- Drews 2004 — *Drews R.* Early Riders: The Beginnings of Mounted Warfare in Asia and Europe. New York; London: Routledge, 2004. 230 p.
- Enache, Cumming 2007 — *Enache M. D., Cumming B. F.* Charcoal morphotypes in lake sediments from British Columbia (Canada): an assessment of their utility for the reconstruction of past fire and precipitation // *Journal of Paleolimnology*. 2007. Vol. 38(3). Pp. 347–363.
- Evershed et al. 1997 — *Evershed R. P., Bethell P. H., Reynolds P. J., Walsh N. J.* 5 β -Stigmastanol and related 5 β -stanols as biomarkers of manuring: analysis of modern experimental material and assessment of the archaeological potential // *Journal of Archaeological Science*. 1997. Vol. 24. Is. 6. Pp. 485–495. DOI: 10.1006/jasc.1996.0132
- Gur-Arieh, Shahack-Gross 2020 — *Gur-Arieh S., Shahack-Gross R.* Ash and Dung Calcitic Micro-remains // *Handbook for the Analysis of Micro-Particles in Archaeological Samples. Interdisciplinary Contributions to Archaeology / A. G. Henry (ed.)*. Cham: Springer, 2020. Pp. 117–147.
- Harrault et al. 2019 — *Harrault L., Milek K., Jardé E., Jeanneau L., Derrien M., Anderson D. G.* Faecal biomarkers can distinguish specific mammalian species in modern and past environments // *PLoS One*. 2019. Vol. 14. Is. 2. Pp. 1–26. DOI: 10.1371/journal.pone.0211119
- Jensen et al. 2007 — *Jensen K., Lynch E. A., Calcote R., Hotchkiss S. C.* Interpretation of charcoal morphotypes in sediments from Ferry Lake, Wisconsin, USA: do different plant fuel sources produce distinctive charcoal morphotypes? // *The Holocene*. 2007. Vol. 17(7). Pp. 907–915.
- Krivoshapkin et al. 2020 — *Krivoshapkin A., Viola B., Charynov T., Krajcarz M. T., Krajcarz M., Fedorowicz S., Shnaider S., Kolobova K.* Middle Paleolithic variability in Central Asia: Lithic assemblage of Sel'Ungur cave // *Quaternary International*. 2020. Vol. 535. Pp. 88–103.
- Leeming et al. 1996 — *Leeming R., Ball A., Ashbolt N., Nichols P.* Using faecal sterols from humans and animals to distinguish faecal pollution in receiving waters // *Water Researches*. 1996. Vol. 30. Is. 12. Pp. 2893–2900.
- Lloyd et al. 2012 — *Lloyd C. E. M., Michaelides K., Chadwick D. R., Dungait J. A. J., Evershed R. P.* Tracing the flow-driven vertical transport of livestock-derived organic matter through soil using biomarkers // *Organic Geochemistry*. 2012. Vol. 43. Pp. 56–66. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2011.11.001
- Miller, Smart 1984 — *Miller N. F., Smart T. L.* Intentional burning of dung as fuel: A

- mechanism for the incorporation of charred seeds into the archaeological record // *Journal of Ethnobiology*. 1984. No. 4. Pp. 15–28.
- Mitchell 2018 — *Mitchell P.* The Donkey in Human History: An Archaeological Perspective. Oxford: Oxford University Press, 2018. 296 p.
- Müller, Kanazawa, Teshima 1979 — *Müller G., Kanazawa A., Teshima S.* Sedimentary record of fecal pollution in part of Lake Constance by coprostanoldetermination // *Die Naturwissenschaften*. 1979. No. 66. Pp. 520–521.
- Mustaphi, Pisaric 2014 — *Mustaphi C.J.C., Pisaric M. F.* A classification for macroscopic charcoal morphologies found in Holocene lacustrine sediments // *Progress in Physical Geography*. 2014. Vol. 38(6). Pp. 734–754.
- Prost et al. 2017 — *Prost K., Birk J. J., Lehdorff E., Gerlach R., Amelung W.* Steroid biomarkers revisited-Improved source identification of faecal remains in archaeological soil material // *PloS one*. 2017. Vol. 12. Is. 1. Pp. 1–30. DOI: 10.1371/journal.pone.0164882
- Schroeter et al. 2020 — *Schroeter N., Lauterbach S., Stebich M., Kalanke J., Mingram J., Yildiz C., Schouten S., Gleixner G.* Biomolecular evidence of early human occupation of a high-altitude site in Western Central Asia during the Holocene // *Frontiers in Earth Science*. 2020. № 8. Pp. 1–13. DOI: 10.3389/feart.2020.00020
- Taylor et al. 2021 — *Taylor W. T. T., Pruvost M., Posth C., Rendu W., Krajcarz M. T., Abdykanova A., Brancaloni G., Spengler R., Hermes T., Schiavinato S., Hodgins G., Stahl R., Min J., Alisher Kyzy S., Fedorowicz S., Orlando L., Douka K., Krivoshepin A., Jeong C., Warinner C., Shnaider S.* Evidence for early dispersal of domestic sheep into Central Asia // *Nature Human Behavior*. 2021. No. 5(9). Pp. 1169–1179.
- Taylor et al. 2018 — *Taylor W., Shnaider S., Abdykanova A., Fages A., Welker F., Irmer F., Seguin-Orlando A., Khan N., Douka K., Kolobova K., Orlando L., Krivoshepin A., Boivin N.* Early pastoral economies along the Ancient Silk Road: Biomolecular evidence from the Alay Valley, Kyrgyzstan // *PLoS One*. 2018. Vol. 31. Pp. 1–19. DOI: 10.1371/journal.pone.0205646
- Tyagi, Edwards, Coyne 2008 — *Tyagi P., Edwards D. R., Coyne M. S.* Use of Sterol and Bile Acid Biomarkers to Identify Domesticated Animal Sources of Fecal Pollution // *Water, Air and Soil Pollution*. 2008. Vol. 187. Pp. 263–274.
6. Pp. 1209–1220. (In Eng.) DOI:10.1016/j.jas.2010.12.015
- Brykina G. A. Southwestern Fergana in the Early-to-Mid First Millennium CE. Moscow: Nauka, 1982. 196 p. (In Russ.)
- Bull I. D., Lockheart M. J., Elhmmali M. M., Roberts D. J., Evershed R. P. The origin of faeces by means of biomarker detection. *Environment International*. 2002. No. 27. Pp. 647–654. (In Eng.)
- Dedov I. E., Kulakova E. P., Shashkov M. V., Zhdanov A. A., Parkhomchuk E. V., Charginov T., Shnaider S. V. Multidisciplinary study of burnt deposits at Surungur, Fergana Valley, Southern Kyrgyzstan. *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*. 2021. Vol. 49. No. 4. Pp. 24–36. (In Russ.)
- Derrien M., Jarde E., Gruau G., Pierson-Wickmann A. C. Extreme variability of steroid profiles in cow feces and pig slurries at the regional scale: Implications for the use of steroids to specify fecal pollution sources in waters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011. Vol. 59. Is. 13. Pp. 7294–7302. (In Eng.)
- Devane M. L., Wood D., Chappell A., Robson B., Webster-Brown J., Gilpin B. J. Identifying

References

- Amanbayeva B. E., Sulaymanova A. T., Zholdoshev Ch. M. Rock Art of Kyrgyzstan: Historiographic and Analytical Reviews. Bishkek: Biyiktik, 2009. 80 p. (In Russ.)
- Angelucci D. E., Boschian G., Fontanals M., Pedrotti A., Vergès J. M. Shepherds and karst: The use of caves and rock-shelters in the Mediterranean region during the Neolithic. *World Archaeology*. 2009. Vol. 41. No. 2. Pp. 191–214. (In Eng.)
- Azhigirey G. Ancient rock drawings in Surot-Tash near Osh. *Izvestiya Sredneaziatskogo otdeleniya Geograficheskogo obshchestva*. 1928. Vol. 18. Pp. 47–56. (In Russ.)
- Beckwith C. I. The impact of the horse and silk trade on the economies of T'ang China and the Uighur Empire: On the importance of international commerce in the Early Middle Ages. *Journal of the Economic and Social History of the Orient*. 1991. Is. 34. Pp. 183–198. (In Eng.) DOI: 10.2307/3632244
- Birk J. J., Teixeira W. G., Neves E. G., Glaser B. Faeces deposition on Amazonian anthrosols as assessed from 5 β -stanols. *Journal of Archaeological Science*. 2011. Vol. 38. Is.

- avian sources of faecal contamination using sterol analysis. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2015. No. 187. Pp. 1–19. (In Eng.)
- Drews R. *Early Riders: The Beginnings of Mounted Warfare in Asia and Europe*. New York, London: Routledge, 2004. 230 p. (In Eng.)
- Enache M. D., Cumming B. F. Charcoal morphotypes in lake sediments from British Columbia (Canada): An assessment of their utility for the reconstruction of past fire and precipitation. *Journal of Paleolimnology*. 2007. Vol. 38. No. 3. Pp. 347–363. (In Eng.)
- Evershed R. P., Bethell P. H., Reynolds P. J., Walsh N. J. 5 β -Stigmasterol and related 5 β -stanols as biomarkers of manuring: Analysis of modern experimental material and assessment of the archaeological potential. *Journal of Archaeological Science*. 1997. Vol. 24. Is. 6. Pp. 485–495. (In Eng.) DOI: 10.1006/jasc.1996.0132
- Gorbunova N. G. Culture of Early Iron Age Fergana. *Arkheologicheskiy sbornik Gosudarstvennogo Ermitazha*. 1962. Is. 5. Pp. 91–122. (In Russ.)
- Gur-Arieh S., Shahack-Gross R. Ash and dung calcitic micro-remains. In: Henry A. G. (ed.) *Handbook for the Analysis of Micro-Particles in Archaeological Samples. Interdisciplinary Contributions to Archaeology*. Cham: Springer, 2020. Pp. 117–147. (In Eng.)
- Harrault L., Milek K., Jardé E., Jeanneau L., Derrien M., Anderson D. G. Faecal biomarkers can distinguish specific mammalian species in modern and past environments. *PLoS ONE*. 2019. No. 14(2). Article e0211119. Pp. 1–26. (In Eng.) DOI:10.1371/journal.pone.0211119
- Islamov U. I., Godin M. Kh., Krakhmal K. A. Late Quaternary Khaydarken Depression. In: *History of Material Culture of Uzbekistan*. 1990. Vol. 24. Pp. 3–8. (In Russ.)
- Islamov U. I., Krakhmal K. A. *Paleoecology and Traces of Ancient Humans in Central Asia*. Tashkent: FAN, 1995. 220 p. (In Russ.)
- Jensen K., Lynch E.A., Calcote R., Hotchkiss S. C. Interpretation of charcoal morphotypes in sediments from Ferry Lake, Wisconsin, USA: Do different plant fuel sources produce distinctive charcoal morphotypes? *The Holocene*. 2007. Vol. 17. No. 7. Pp. 907–915. (In Eng.)
- Krivoshapkin A., Viola B., Charginov T., Krajcarz M.T., Krajcarz M., Fedorowicz S., Shnaider S., Kolobova K. Middle Paleolithic variability in Central Asia: Lithic assemblage of Sel'Ungur cave. *Quaternary International*. 2020. Vol. 535. Pp. 88–103. (In Eng.)
- Leeming R., Ball A., Ashbolt N., Nichols P. Using faecal sterols from humans and animals to distinguish faecal pollution in receiving waters. *Water Researches*. 1996. Vol. 30. Is. 12. Pp. 2893–2900. (In Eng.)
- Lloyd C. E. M., Michaelides K., Chadwick D. R., Dungait J. A. J., Evershed R. P. Tracing the flow-driven vertical transport of livestock-derived organic matter through soil using biomarkers. *Organic Geochemistry*. 2012. Vol. 43. Pp. 56–66. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.orggeochem.2011.11.001
- Masson M. E. Ancient rock drawings of domesticated horses in Southern Kyrgyzstan. In: *Proceedings of the Institute of Language, Literature and History (Kirghiz SSR)*. Frunze: FAN, 1948. Pp. 129–135. (In Russ.)
- Miller N. F., Smart T. L. Intentional burning of dung as fuel: A mechanism for the incorporation of charred seeds into the archaeological record. *Journal of Ethnobiology*. 1984. No. 4. Pp. 15–28. (In Eng.)
- Mitchell P. *The Donkey in Human History: An Archaeological Perspective*. Oxford: Oxford University Press, 2018. 296 p. (In Eng.)
- Müller G., Kanazawa A., Teshima S. Sedimentary record of fecal pollution in part of Lake Constance by coprostanols determination. *Die Naturwissenschaften*. 1979. No. 66. Pp. 520–521. (In Eng.)
- Mustaphi C. J. C., Pisaric M. F. A classification for macroscopic charcoal morphologies found in Holocene lacustrine sediments. *Progress in Physical Geography*. 2014. Vol. 38. No. 6. Pp. 734–754. (In Eng.)
- Prost K., Birk J.J., Lehnendorff E., Gerlach R., Amelung W. Steroid biomarkers revisited — Improved source identification of faecal remains in archaeological soil material. *PLoS ONE*. 2017. No. 12(1). Article e0164882. Pp. 1–30. (In Eng.) DOI: 10.1371/journal.pone.0164882
- Schroeter N., Lauterbach S., Stebich M., Kalanke J., Mingram J., Yildiz C., Schouten S., Gleixner G. Biomolecular evidence of early human occupation of a high-altitude site in Western Central Asia during the Holocene. *Frontiers in Earth Science*. 2020. No. 8. Pp. 1–13. (In Eng.) DOI: 10.3389/feart.2020.00020
- Shashkov M. V., Zhdanov A. A., Dedov I. E., Charginov T., Shnaider S. V. Organic and elemental composition of fire residue in Surungur archaeological site with assessment fuel type used. *Journal of Siberian Federal University. Chemistry*. 2022. No. 15 (3). Pp. 365–376. (In Russ.)
- Sher Ya. A. *Petroglyphs of Central Asia*. Moscow: Nauka, 1980. 327 p. (In Russ.)

- Shnaider S., Alisher kyzy S., Selin D. V., Rendu W., Abdykanova A., Brancaloni G., Krajcarz M. T., Krivoschapkin A. I. Results of field studies at the Obishir-5 site in 2018–2019. *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*. 2019. Vol. 25. Pp. 286–292. (In Russ.)
- Taylor W. T. T., Pruvost M., Posth C., Rendu W., Krajcarz M. T., Abdykanova A., Brancaloni G., Spengler R., Hermes T., Schiavinato S., Hodgins G., Stahl R., Min J., Alisher kyzy S., Fedorowicz S., Orlando L., Douka K., Krivoschapkin A., Jeong C., Warinner C., Shnaider S. Evidence for early dispersal of domestic sheep into Central Asia. *Nature Human Behavior*. 2021. No. 5(9). Pp. 1169–1179. (In Eng.)
- Taylor W., Shnaider S., Abdykanova A., Fages A., Welker F., Irmer F., Seguin-Orlando A., Khan N., Douka K., Kolobova K., Orlando L., Krivoschapkin A., Boivin N. Early pastoral economies along the Ancient Silk Road: Biomolecular evidence from the Alay Valley, Kyrgyzstan. *PLoS One*. 2018. No. 13(10). Article e0205646. Pp. 1–19. (In Eng.) DOI: 10.1371/journal.pone.0205646
- Toktobay A. History of Kazakh Horses.. Almaty: Almaty Kitap, 2010. 496 p. (In Kaz.)
- Tyagi P., Edwards D. R., Coyne M. S. Use of sterol and bile acid biomarkers to identify domesticated animal sources of fecal pollution. *Water, Air and Soil Pollution*. 2008. Vol. 187. Pp. 263–274. (In Eng.)
- Zadneprovsky Yu. A. Osh Settlement in the History of Late Bronze Age Fergana. Bishkek: Muras, 1997. 171 p. (In Russ.)
- Zadneprovsky Yu. A. Rock drawings of horses in Aiymach-Tau (Fergana). *Sovetskaya etnografiya*. 1962. No.5. Pp.125–128. (In Eng.)
- Zhilich S.V., Chargynov T., Shnaider S. V. Study of macrocharcoal remains from charcoal interlayers at the Surungur archaeological site depositions (Fergana Valley, Southern Kyrgyzstan). *Theory and Practice of Archaeological Research*. 2022. Vol. 34. No. 1. Pp. 163–180. (In Russ.)

