



Г. Я. Барышников<sup>а</sup>

<sup>а</sup>Алтайский государственный университет,  
пр. Ленина, 61, Барнаул, 656049, Россия  
[bgj@geo.asu.ru]

<sup>а</sup>Altai State University,  
61 Lenin Av., Barnaul, 656049, Russia  
[bgj@geo.asu.ru]

## Использование физико-химических методов исследования при изучении археологических памятников Горного Алтая

*Материал поступил 17.05.2021, доработан 12.11.2021, принят 22.11.2021*

**Для цитирования:** Барышников Г. Я. Использование физико-химических методов исследования при изучении археологических памятников Горного Алтая. *Первобытная археология. Журнал междисциплинарных исследований.* 2021 (2), 75–91. DOI: 10.31600/2658-3925-2021-2-75-91

**For citation:** Baryshnikov G. Ya. The use of physico-chemical methods in the study of archaeological sites of Gorny Altai. *Prehistoric Archaeology. Journal of Interdisciplinary Studies.* 2021 (2), 75–91. DOI: 10.31600/2658-3925-2021-2-75-91

**Резюме.** В статье представлены наиболее важные результаты, полученные благодаря использованию физико-химических методов для изучения материалов, происходящих с ряда археологических памятников Горного Алтая. Применялись такие методы, как спектральный и химический анализ горных пород и керамики, петрографический анализ и др. Особое внимание уделено изучению и сопоставлению состава каменных и/или керамических изделий Улалинской стоянки, стоянок Тыткескен 2 и 3, Нижнетыткескенской и Иульчакской пещер, а также древней горной выработки-каменоломни, обнаруженной в долине р. Тыткескен, и служившей, как показано в статье, источником каменного сырья для обитателей соседних стоянок (Тыткескен 3). Публикуемые данные свидетельствуют о перспективности применения физико-химических методов при исследовании других памятников прошлого.

**G. Ya. Baryshnikov. The use of physico-chemical methods in the study of archaeological sites of Gorny Altai.** The paper presents the most important results obtained through the use of physico-chemical methods for the study of stone and ceramic artifacts from archaeological sites in the Altai Mountains. The methods in question include spectral and chemical analysis of rocks and ceramics, petrographic analysis, etc. Particular attention is given to the experimental and analytical research carried out at the Ulalinskaya, Tytkesken 2 and Tytkesken 3 open air sites, the Nizhnetytkeskensysya and Iulchakskaya caves, and a Late Paleolithic mine discovered in the Tytkesken brook valley and used by the inhabitants of some neighboring occupation sites (Tytkesken 3) as a source of raw materials for stone tool production. The findings of this research demonstrate a great potential of physico-chemical methods in the study of archaeological sites.

**Ключевые слова:** Горный Алтай, археология, пещеры, каменоломня, спектральный и химический анализы, петрография пород, минералогия, люминесценция.

**Keywords:** Altai Mountains, archeology, caves, quarries, spectral and chemical analysis of rocks, petrography, mineralogy, luminescence.

## Введение

На территории Горного Алтая известно множество имеющих мировое значение археологических памятников. Поистине уникальной является Денисова пещера, продолжающееся изучение которой приносит всё новые и новые сенсационные результаты (Jacobs et al. 2019), но большой научный интерес представляют и другие стоянки и мастерские людей палеолита, неолита и более поздних эпох. В этой статье излагаются результаты исследований, проводившихся автором с коллегами на некоторых из этих памятников. В их числе Улалинская стоянка, поселения Тыткескень 2 и 3, каменоломня в долине р. Тыткескень, Нижнетыткескенская пещера, Иульчакская пещера. Основное внимание уделяется данным, полученным благодаря применению различных физических методов.

## Методы

На протяжении многих лет при изучении пещерных археологических памятников и стоянок древнего человека открытого типа нами совместно с археологами использовался комплекс геолого-геоморфологических и физико-химических методов, позволяющих устанавливать условия захоронения артефактов, геологическую стратификацию и состав рыхлых отложений, определять геоморфологическую позицию памятников, петрографический состав горных пород, из которых изготавливались каменные изделия (Барышников, Малолетко 1997; 1998; Барышников и др. 2005). В химической лаборатории Северо-Алтайской геологоразведочной экспедиции проводился спектральный анализ каменного и керамического материала с целью определения мест отбора сырья для изготовления орудий и сосудов. В лаборатории экспериментальной минералогии и геохимии Томского государственного университета анализировались люминесцентные свойства образцов камня со стоянок и горных пород из коренных выходов с целью идентификации материала, из которого делали орудия. В отдельных случаях — в частности, при изучении образцов шлака — применялся также химический анализ.

## Результаты

*Улалинская палеолитическая стоянка.* Стоянка расположена на юго-восточной окраине г. Горно-Алтайска, на левом берегу р. Улалинки. Возраст памятника был и остаётся предметом дискуссий, предлагавшиеся датировки варьируют от 100 тыс. до 1,5 млн лет назад. Хотя в обобщающей работе С. М. Цейтлина Улалинская стоянка была отнесена к числу древнейших в Северной Азии, возраст её при этом оценивался приблизительно в 90 тыс. лет (Цейтлин 1979). В работах А. П. Окладникова имеется тенденция к удревнению памятника. На осно-

вании археологических, фаунистических, палеомагнитных и прочих данных её возраст был отодвинут сначала к рубежу 690 тыс. лет назад, а затем 1,5 млн лет назад (Окладников, Рагозин 1978; 1982; Рагозин 1982).

Реконструируя технику обработки камня древнейшими обитателями Улалинки, А. П. Окладников высказал предположение, что они расщепляли гальки кварцита при помощи огня. По его мнению, камень изначально раскаляли на костре, а затем бросали в воду, и в результате такой операции гальки раскалывались по естественной спайности на «лепёшки-половинки» (Окладников 1972). Для проверки этой гипотезы нами был выполнен эксперимент по нагреванию и быстрому охлаждению нескольких образцов в воде и на воздухе (Барышников и др. 1984). В задачу исследования входили идентификация материала, из которого были изготовлены орудия (табл. 1, образцы 1 и 2), и кварцитов из обнажения коренных пород (табл. 1, образцы 3<sub>1</sub> и 3<sub>2</sub>) и оценка возможности использования сильного огня для обработки представленного на памятнике каменного сырья. По всем образцам были изучены их люминесцентные свойства — природная и искусственная термолюминесценция, а также рентгенолюминесценция (см. табл. 1).

**Таблица 1. Результаты измерения люминесценции образцов из Улалинской палеолитической стоянки (Барышников и др. 1984)**

| Номера образцов                 | Искусственная люминесценция, пики, °С |         |         |         |         | Рентгенолюминесценция, максимум в нанометрах |     |         |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|--|-----|---------|
|                                 | 80–110                                | 120–140 | 150–210 | 230–280 | 290–360 | 350  | 440 | 570–630 |
| <b>Не прокалённые</b>           |                                       |         |         |         |         |  |     |         |
| 1                               | 1,2                                   | –       | 1,2     | –       | –       | –  | –   | –       |
| 2                               | 6,0                                   | 13      | 41      | –       | –       | –  | –   | –       |
| 3 <sub>1</sub>                  | –                                     | –       | –       | –       | –       | –  | –   | –       |
| 3 <sub>2</sub>                  | 5,4                                   | –       | –       | 2,0     | 2,0     | –  | –   | –       |
| <b>Прокаливание при 550 °С</b>  |                                       |         |         |         |         |  |     |         |
| 1                               | 25                                    | 20      | 20      | –       | –       | 3,0  | 5,0 | 3,0     |
| 2                               | 72                                    | 31      | 60      | 51      | –       | 5,0  | 12  | 9,0     |
| 3 <sub>1</sub>                  | 28                                    | 22      | –       | 42      | –       | 8,0  | 13  | 6,0     |
| 3 <sub>2</sub>                  | –                                     | 99      | –       | –       | –       | 37   | 27  | 10      |
| <b>Прокаливание при 650 °С</b>  |                                       |         |         |         |         |  |     |         |
| 1                               | 45                                    | –       | 45      | –       | 61      | 4,0  | 4,0 | 4,0     |
| 2                               | 72                                    | 53      | 91      | 77      | 12      | 12   | 10  | 11      |
| 3 <sub>1</sub>                  | 10                                    | 79      | 62      | 47      | 90      | 48   | 30  | 9,0     |
| 3 <sub>2</sub>                  | 136                                   | 223     | 201     | –       | 136     | 37   | 27  | 10      |
| <b>Прокаливание при 1050 °С</b> |                                       |         |         |         |         |  |     |         |
| 1                               | 69                                    | 445     | 835     | –       | 145     | 24   | –   | 20      |
| 2                               | 133                                   | 150     | 454     | –       | 738     | 20   | –   | 62      |
| 3 <sub>1</sub>                  | –                                     | –       | 709     | –       | 709     | 108  | –   | 62      |
| 3 <sub>2</sub>                  | –                                     | 397     | 1135    | –       | 511     | 192  | –   | 54      |

По результатам экспериментов сделаны следующие выводы: 1. По показателям рентгенолюминесценции образцов орудий, изготовленных из кварцитов, и образцов кварцитов из близлежащих выходов коренных пород при прокаливании в 550, 650 и 1050 °С последние отличаются большими значениями, что

свидетельствует о различных источниках получения сырья. 2. Орудия в археологическом памятнике изготавливались из крупногалечного и валунного материала, принесённого рекой. 3. Для получения заготовок для орудий исходный материал не подвергался нагреванию и последующему резкому охлаждению. 4. При сильном нагревании с последующим охлаждением горная порода растрескивалась и распадалась на мелкие кусочки, образования «лепёшек-половинок» при этом не наблюдалось.

*Поселение Тыткескень 2.* Памятник располагается на поверхности второй надпойменной террасы р. Катунь, на её левом берегу, в районе с. Еланда Чемальского района Республики Алтай (рис. 1). Это многослойная стоянка, верхние слои которой относятся к раннему железному веку, а нижние — к раннему неолиту. Здесь был проведён комплекс работ по изучению каменных орудий и керамических обломков. Из кремнистых образований были отобраны пробы для петрографического изучения и спектрального анализа с целью определения поэлементного состава примесей. Образцы горных пород отбирались из культурных слоёв разных эпох (табл. 2).

**Таблица 2. Содержание элементов-примесей (весовые проценты) в кремнёвых изделиях (I — светлые кремни, II — тёмные кремни) из культурных слоёв поселения Тыткескень 2**

| Элементы | Археологический возраст |        |         |        |               |        |
|----------|-------------------------|--------|---------|--------|---------------|--------|
|          | Ранний железный век     |        | Энеолит |        | Ранний неолит |        |
|          | I                       | II     | I       | II     | I             | II     |
| Ti       | 0,004                   | 0,2    | 0,02    | 0,2    | 0,03          | 0,2    |
| Mn       | 0,01                    | 0,07   | 0,01    | 0,03   | 0,007         | 0,05   |
| Ga       | –                       | 0,001  | –       | 0,002  | –             | 0,002  |
| Sc       | –                       | 0,001  | –       | 0,0001 | –             | 0,003  |
| Ni       | 0,007                   | 0,001  | 0,003   | 0,001  | 0,002         | 0,001  |
| Co       | –                       | 0,001  | –       | –      | –             | 0,001  |
| Zr       | 0,007                   | 0,01   | 0,007   | 0,01   | 0,006         | 0,01   |
| Y        | –                       | 0,003  | –       | 0,004  | –             | 0,001  |
| Yb       | –                       | 0,0002 | –       | 0,0004 | –             | 0,0003 |
| Cu       | 0,005                   | 0,004  | 0,003   | 0,002  | 0,004         | 0,003  |
| Mo       | 0,0001                  | 0,0001 | –       | –      | –             | –      |
| V        | 0,001                   | 0,005  | 0,002   | 0,004  | 0,001         | 0,01   |
| Cr       | 0,004                   | 0,03   | 0,003   | 0,002  | 0,003         | 0,005  |
| W        | –                       | –      | 0,0001  | –      | –             | –      |
| Pb       | –                       | 0,004  | –       | 0,002  | –             | 0,001  |
| Zn       | –                       | 0,01   | –       | 0,01   | –             | 0,01   |
| Ba       | 0,01                    | 0,07   | 0,01    | 0,05   | 0,01          | 0,04   |
| Br       | –                       | 0,0003 | –       | 0,0002 | –             | 0,0002 |
| As       | –                       | 0,001  | 0,01    | –      | 0,001         | –      |
| Sn       | –                       | –      | –       | 0,0006 | –             | –      |

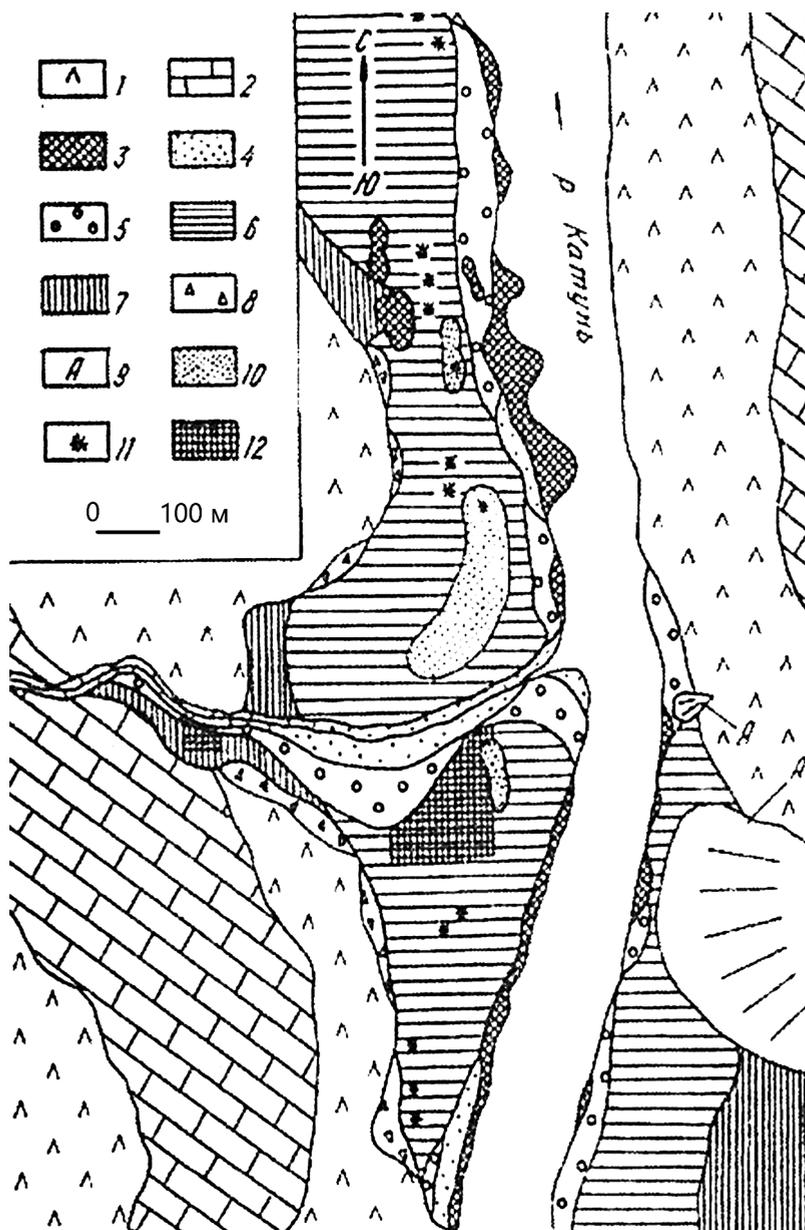


Рис. 1. Геолого-геоморфологическая схема участка Тыткескен. Коренные выходы: 1 — эффузивные породы; 2 — известняки; 3 — останцы коренных пород. Геоморфологические поверхности: 4 — пойма; 5 — первая терраса; 6 — вторая терраса; 7 — третья терраса; 8 — присклоновые делювиальные шлейфы; 9 — конусы выноса; 10 — эоловые гряды. Археологические объекты: 11 — курганы; 12 — раскопки на древних поселениях

Fig. 1. Geological-geomorphological scheme of the Tytkesken area. Outcropping bedrock: 1 — effusive rocks; 2 — limestone; 3 — residual bedrock. Geomorphological surfaces: 4 — flood plain; 5 — first terrace; 6 — second terrace; 7 — third terrace; 8 — talus trains; 9 — fans; 10 — wind-formed ridges. Archaeological sites: 11 — barrows; 12 — excavations at occupations sites

Результаты спектрального анализа показали, что содержание примесей может изменяться в незначительных пределах, но всегда постоянным является присутствие титана, магния, никеля, циркония, меди, ванадия, хрома и бария. Из таблицы видно, что достаточно чётко выделяются две разности кремнёвых рудий: одна — относительно бедная примесями, другая, менее многочисленная, — обогащённая по сравнению с первой галлием, стронцием, иттрием, иттербием, свинцом, цинком, бериллием и оловом, что указывает на различные источники сырья. Это различие прослеживается во всех трёх слоях, относимых к раннему железному веку, энеолиту и раннему неолиту. Разница отмечается не только в качественном присутствии примесей, но и в их количественном содержании: в кремнях второй группы больше бария и циркония, но меньше никеля и титана.

Не менее интересные результаты получены при петрографическом изучении керамики, обломки которой, отобранные из тех же слоёв, изучались под микроскопом при 36-кратном увеличении. Образец керамики, взятый с глубины 0,35 м, был представлен обломком серого цвета, изготовленным из неотсортированного материала. Кроме глинистых частиц в нём визуальным просматриваются обломки пород и минералов до 1,5 мм в диаметре. Эти обломки представлены кварцем, полевым шпатом и плагиоклазом, а также единичными гранитами и фельзитами. Кварц в шлифе имеет округлую форму с неровными краями, реже удлинённо-призматическую, и составляет 30–40% от общего числа обломков. Калиевый полевой шпат, представленный ортоклаз-пертитом округлой формы, также составляет 30–40%. Плагиоклаз имеет зональное строение, где центральная зона сложена основным плагиоклазом — лабрадором, а внешняя — альбитом. Общее число плагиоклаза составляет 10–20%.

Включения гранитов, как правило, более крупные по размерам. В минеральный состав гранитов входят кварц, калиевый полевой шпат и дианортизированный плагиоклаз. Кусочки фельзитов, более мелкие, встречаются реже, имеют мелкозернистое строение и сложены кварц-полевошпатовым агрегатом. Все охарактеризованные обломки цементируются нераскристаллизованной массой бурого-коричневого цвета глинисто-железистого состава.

Установлено, что выделенная структура и петрографический состав обломков горных пород, встречаемых в керамике, являются специфическими и характерными для гранитов, фельзитов и кристаллических сланцев, коренные выходы которых имеются лишь южнее Белокурихинской зоны и связаны с Таурацким гранитным массивом, а также вмещающими породами среднедевонского возраста. Все они расположены в 125 км от поселения на северо-запад (рис. 2).

Изученные образцы керамики также были подвергнуты спектральному анализу, результаты которого приведены в табл. 3. Для сравнения показателей элементов-примесей в керамике с другими породами нами был отобран один образец из склоновых суглинков (2–12) и один из охр (2–13), выходы которых имеются в нескольких километрах от поселения вверх по р. Тыткесень.

Проведённый спектральный анализ образцов керамики позволяет подтвердить предположение о том, что сырьё либо готовые изделия гончарного производства приносили на поселение из других мест обитания, из-за пределов долины р. Тыткесень. В отличие от охр, встречаемых в этой долине, и суглинков, находящихся на её склонах и могущих служить в качестве сырья, в изученной керамике отмечается повышенное содержание кобальта, бария, иттербия, магния и меди, что характерно для рыхлых отложений, накапливаемых вблизи

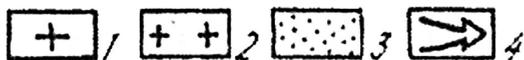
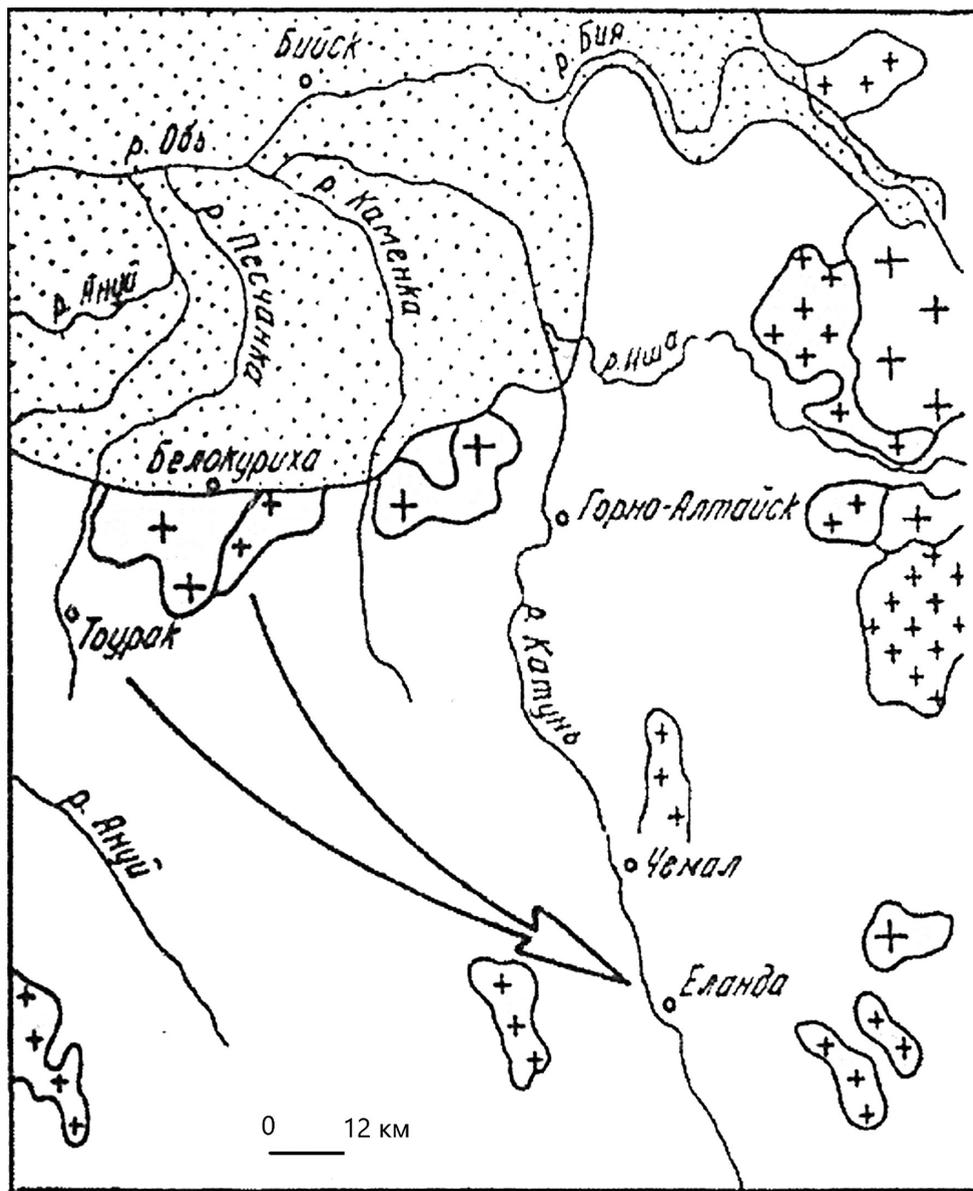


Рис. 2. Геологическая схема северной части Горного Алтая. 1 — граниты, адамеллиты, плагиограниты, гранит-порфиры, микродиориты; 2 — гранодиориты, кварцевые порфиры; 3 — рыхлые отложения предгорий; 4 — направление миграции, установленное по анализу керамики  
 Fig. 2. Geological scheme of the northern part of Gorny Altai. 1 — granites, adamellites, granite-porphyr, microdiorites; 2 — granodiorites, quartz porphyry; 3 — piedmont deposits; 4 — direction of an ancient migration established through the analysis of pottery composition

Таблица 3. Содержание элементов-примесей в обломках керамики поселения Тыткескень 2

| Элементы                                | Номера образцов проб |           |           |           |        |        |
|---|----------------------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|
|   | ФХ-19д               | КЛ-15-16в | МН-15-16б | МН-15-16в | 2-12   | 2-13   |
| Содержание элементов (весовые проценты) |                      |           |           |           |        |        |
| Be                                      | 0,0003               | 0,0001    | 0,0002    | 0,0002    | 0,0001 | 0,0001 |
| Zr                                      | 0,01                 | –         | 0,005     | –         | 0,005  | 0,007  |
| Cr                                      | 0,007                | 0,007     | 0,003     | 0,007     | 0,007  | 0,005  |
| Pb                                      | 0,003                | 0,001     | 0,002     | 0,002     | 0,002  | 0,001  |
| Ni                                      | 0,002                | 0,001     | 0,0003    | 0,002     | 0,002  | 0,001  |
| Co                                      | 0,001                | 0,002     | 0,001     | 0,002     | 0,001  | 0,0007 |
| Cu                                      | 0,007                | 0,01      | 0,002     | 0,007     | 0,005  | 0,002  |
| V                                       | 0,01                 | 0,02      | 0,01      | 0,02      | 0,01   | 0,02   |
| Ni                                      | 0,3                  | 0,1       | 0,3       | 0,2       | 0,2    | 0,2    |
| Mg                                      | 0,05                 | 0,05      | 0,03      | 0,05      | 0,1    | 0,03   |
| Ba                                      | 0,05                 | 0,03      | 0,05      | 0,03      | 0,05   | 0,02   |
| Sr                                      | –                    | 0,01      | 0,01      | 0,01      | 0,01   | 0,01   |
| Ga                                      | 0,002                | 0,002     | 0,001     | 0,001     | 0,001  | 0,001  |
| Y                                       | –                    | 0,001     | 0,001     | 0,001     | 0,002  | –      |
| Yb                                      | –                    | 0,0002    | 0,0001    | 0,0002    | 0,0001 | –      |
| Fe                                      | 5                    | 7         | 5         | 10        | 2      | 3      |
| Si                                      | >5                   | >5        | 5         | 5         | 5      | >5     |
| Al                                      | 8                    | 8         | 7         | 10        | 5      | 5      |
| Mn                                      | >10                  | >10       | >10       | >10       | >10    | >10    |
| Ca                                      | 5                    | 5         | 5         | 5         | 0,3    | >5     |
| Zn                                      | –                    | –         | –         | –         | 0,005  | –      |
| Mo                                      | –                    | –         | –         | –         | 0,0002 | –      |

выходов на дневную поверхность интрузивных горных пород гранитного состава с повышенным содержанием тяжёлых минералов, редких и радиоактивных элементов. Такие породы характерны для Белокурихинского гранитного массива и его спутников.

Таким образом, установленные с помощью спектрального анализа элементы-примеси в артефактах, изготовленных из кремнистых горных пород, а также в обломках пород, имеющих в керамической посуде в качестве минеральных добавок, позволяют установить места отбора сырья (рис. 2), а значит, и наметить пути передвижений древних людей (Кирюшин, Барышников 2020).

*Каменоломня в долине р. Тыткескень.* Памятник представляет собой древнюю горную выработку, находящуюся в 6 км от устья р. Тыткескень (левый приток Катуня), на правом её берегу, у уреза воды. В ходе проводившихся здесь исследований также применялся спектральный анализ.

В геологическом отношении исследуемый район относится к катунской структурно-формационной зоне, сложенной осадочными и вулканогенными образованиями верхнерифейского-нижнепалеозойского возраста, и представляет собой антиклинальное сводовое поднятие палеозойского фундамента.

Выходы кремнисто-карбонатных отложений, привлёкшие сюда древних людей, связаны с отложениями баратальской свиты.

Коренной выход кремней представляет собой группу вертикально стоящих отвесных скал, обнажённая часть которых имеет размерность до 60 м по простиранию и до 30 м по высоте. Породы разбиты серией трещин с различными направлениями трещиноватости. Среди них выделяется два главных: субвертикальное, с азимутом простирания  $55^\circ$  и углом падения  $85^\circ$  на северо-запад, и субгоризонтальное, с азимутом простирания  $0^\circ$  и углом падения  $20^\circ$  на запад. К ним близки элементы залегания других трещин. Все эти направления трещин создают условия для разрушения горных пород на отдельные блоки различной размерности: от 10–30 см до отдельных почти листоватых пластинок толщиной до первых миллиметров. Такой блок пластинчатых кремней выделяется на уровне глаз человека на передней стенке каменоломни.

Субгоризонтальное направление трещиноватости способствовало формированию при выборке камня человеком двухметрового козырька, поддерживаемого от обрушения вертикально стоящим целиком горных пород, состоящим из тех же кремней и имеющим высоту 2,32 м и ширину от 1,35 до 1,04 м. Неустановленных размеров ниша обнаружена и в основании скалы, ниже современной поверхности рыхлых отложений.

Породы каменоломни имеют различную окраску — от чёрного до светло-серого цветов с голубым и розоватым оттенком. Часто кремней имеет пятнистую окраску с прожилками и нитевидными разводами беспорядочного направления. Во многих местах по стенке, в том числе и выше каменоломни, имеются сколы пород с раковистым изломом, произведённые человеком. Не вызывает сомнения, что выборка трещиноватых блоков и плит была произведена древними людьми, о чём свидетельствуют массовые находки осколков пород, встречаемых среди рыхлых отложений под козырьком. На глубине 0,7 м были обнаружены нуклеусы, отщепы, пластины и отходы обработки камня. Среди рыхлого материала и каменных изделий встречаются угольки, кости крупных и мелких животных, зубы грызунов, а также гальки средней степени окатанности, в основном жёлто-бурого цвета, представленные зеленовато-серыми хлоритовыми метаморфическими сланцами, красноватыми и жёлтыми алевролитами, табачно-зелёными эффузивами. Из кремнистых отщепов была изготовлена серия шлифов для петрографического сопоставления. Согласно приведённым описаниям все образцы схожи друг с другом. Определение элементов-примесей в них было проведено с помощью спектрального анализа по 64 пробам (табл. 4). Все пробы представлены микроэлементами, а среди макроэлементов были лишь кальций и железо. То же отмечено и для поселения Тыткескень 3 (см. ниже).

**Таблица 4. Содержание элементов-примесей в кремнистых породах каменоломни в долине р. Тыткескень по результатам анализа 64 проб (Т-15 — Т-78). Первая строка по горизонтали — среднее значение в весовых процентах; вторая — частота встречаемости; третья — частота встречаемости в процентах**

| Элементы |      |       |        |       |        |       |       |      |     |     |      |      |       |
|----------|------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|------|-----|-----|------|------|-------|
| Ti       | Mn   | Y     | Yb     | Cu    | Ag     | V     | Cr    | Ba   | Ca  | Fe  | Pb   | Zn   | Zr    |
| 0,02     | 0,01 | 0,001 | 0,0001 | 0,001 | 0,0001 | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 2   | 1   | 0,02 | 0,02 | 0,002 |
| 64       | 58   | 5     | 7      | 50    | 9      | 58    | 46    | 31   | 64  | 64  | 3    | 3    | 19    |
| 100      | 90   | 8     | 11     | 78    | 14     | 90    | 72    | 48   | 100 | 100 | 4    | 4    | 30    |

*Поселение Тыткескенъ 3.* Располагается в нескольких сотнях метров от устья р. Тыткескенъ, в правом борту её долины, на поверхности третьей надпойменной террасы Катуня, имеющей высоту над уровнем реки 30–32 м. Поскольку поселение располагалось на поверхности террасы, сложенной в основном песчаными образованиями, то минералогический анализ шлиховых проб, отобранных из этих отложений по разрезу, позволил дифференцировать осадки, имеющие различные условия накопления. Такой анализ дает возможность разделить пробы по фракциям на магнитную, электромагнитную, тяжёлую и лёгкую.

Показательным в разделении однородных по составу песков является анализ лёгкой фракции шлихов. Именно в ней по процентному содержанию кварца и полевого шпата можно довольно успешно разделить изучаемые осадки по происхождению. Например, пробы, отобранные с глубины 0,63–1,10 м от дневной поверхности, представляют осадки, сформированные за счёт ветрового переноса. В них содержится максимальное количество лёгких частиц — зёрен кварца и полевых шпатов (до 60%). В субкавальной толще, на глубине 1,35 м, количество лёгкой фракции снижается до 30%. Для этого интервала пород характерно накопление и распределение минералов за счёт волноприбойной деятельности в береговой зоне. Ниже по разрезу, в заведомо аллювиальных отложениях, количество лёгких минералов резко снижается, достигая 5% и замещаясь обломками горных пород, что указывает на подвижный характер водной среды в бассейне седиментации. Данный вывод подтверждается анализом магнитной фракции. Только для аллювиальной толщи характерно максимальное (100%) содержание магнетита — минерала очень тяжёлого и сильно магнитного. Попадание в данную фракцию обломков других минералов может указывать на дополнительные, не только водные условия осадконакопления. В данном случае это может быть ветровой перенос. Показательным минералом в электромагнитной фракции является кальцит. Этот минерал, входя в состав известняков, отличается своей хрупкостью и лёгкостью растворения водой. Поэтому он и присутствует только в эоловых и субкавальных толщах.

На основании геоморфологических данных (высота надпойменной террасы Катуня, на которой находится памятник) нами было высказано предположение, что древность происходящих отсюда археологических материалов не должна превышать 15 тыс. лет (Барышников, Кирюшин 1990). Находки в раскопе подтвердили правильность этого мнения. На глубине 1,2 м от дневной поверхности были найдены отщепы, скребки, нуклеусы, соответствующие по технике изготовления позднему палеолиту. Для слоя была опубликована (Кунгуров 1998) радиоуглеродная дата 12 850 + 205 лет назад (СОАН-2989).

Сопоставление результатов спектрального анализа и петрографических определений кремней со стоянки Тыткескенъ 3 и кремней из каменоломни свидетельствует об их идентичности (табл. 5). По основным пороодообразующим минералам, таким как титан, марганец, кальций, железо, цинк и другим, наблюдается почти полное соответствие, а это значит, что сырьём для изготовления орудий, найденных на стоянке, были кремни из каменоломни. Следовательно, уже около 15 тыс. лет назад на территории Горного Алтая существовал горно-рудный промысел.

Горный промысел как самостоятельная отрасль хозяйствования существовал на Переднем Востоке и в Западной Европе начиная с позднего плейстоцена (Горная энциклопедия 1986: 101–102). Ему предшествовало собирательство нашими предками каменного материала, в основном по руслам рек и ручьёв. В конце

**Таблица 5. Содержание элементов-примесей (весовые проценты) в кремнёвых отщепах позднего палеолита со стоянки Тыткескень 3**

| Номера проб | Элементы |       |       |        |       |    |       |       |      |    |     |    |      |       |
|-------------|----------|-------|-------|--------|-------|----|-------|-------|------|----|-----|----|------|-------|
|             | Ti       | Mn    | Y     | Yb     | Cu    | Ag | V     | Cr    | Ba   | Ca | Fe  | Pb | Zn   | Zr    |
| 48/3-2      | 0,07     | 0,01  | –     | –      | 0,001 | –  | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 1  | 0,3 | –  | 0,07 | –     |
| 48/3-4      | 0,05     | 0,01  | 0,002 | 0,0003 | 0,002 | –  | 0,002 | 0,001 | 0,01 | 3  | 0,5 | –  | –    | –     |
| 48/3-5      | 0,03     | 0,005 | –     | –      | 0,001 | –  | 0,001 | 0,001 | 0,01 | 1  | 0,4 | –  | –    | –     |
| 48/3-6      | 0,05     | 0,01  | –     | –      | 0,002 | –  | 0,001 | 0,002 | 0,01 | 2  | –   | –  | 0,2  | 0,007 |
| 48/3-7      | 0,03     | 0,005 | –     | –      | 0,001 | –  | 0,002 | 0,001 | 0,01 | 2  | 0,5 | –  | –    | –     |

позднего палеолита и в начале эпохи мезолита появляются первые примитивные каменные орудия для горных работ: молоты, кайла, мотыги, кирки, клинья. С помощью этих приспособлений добывался камень из ям, траншей, ниш и горных выработок. Такие выработки известны во многих странах Европы (Там же). Археологические реконструкции показали, что выемки залежей кремня, обнажающихся на крутых берегах рек, в оврагах и балках, проводились горизонтальными выработками, а применительно к пластам или конкрециям кремня в известняках — вертикальными, вначале в виде котлованообразных ям, а с развитием навыков горных работ — стволов шахтного типа, глубина которых достигала 18 м. Но, как правило, все эти шахты и штольни проходились по рыхлым отложениям, включающим обломки и гальки кремня. Каменоломня, обнаруженная в долине р. Тыткескень, пройденная по массиву горных пород, может быть отнесена к числу древнейших горных выработок такого типа не только в Сибири, но и, возможно, в мире.

*Нижнетыткескенская пещера.* Поистине уникальным археологическим памятником является открытая при проведении геоморфологической съёмки Нижнетыткескенская пещера (Барышников, Кирюшин 1989). В ней было обнаружено захоронение останков древнего человека, возраст которых 5200–5300 лет (Кирюшин и др. 1995). Пещера находится на высоте 70 м от уреза воды р. Тыткескень и в 600 м от устья этой реки, в её правом борту. Если сравнивать отметку устья пещеры с урезом Катуня, то превышение составит 130 м, что соответствует уровню шестой надпойменной террасы. На стенках пещеры имеются котловины вымывания размером до 40 см в диаметре, что свидетельствует об уровне стояния воды в период формирования данной террасы. Заселение пещеры произошло позже, что подтверждается находками, сделанными при проходке шурфа, заложенного у западной стенки в 1,5 м от входа. Здесь вскрыты (сверху вниз):

1. Слои известнякового щебня вперемешку с хорошо окатанным галечником. Состав галечника — порфириты, кварц, кварциты, кремни. Здесь же присутствуют обломки керамики, кремнёвые отщепы и другие изделия, кости животных. Мощность слоя до 0,4 м.
2. Слои желтовато-серого цвета с обломками известняка и мелкого галечника. По составу породы отвечают кварцу и порфириту. Очень редко встречаются обломки керамики и кремнистые отщепы. Мощность до 0,2 м.
3. Слои без примеси гравийно-галечникового материала, содержащий угольки из кострища. Мощность 0,1 м.
4. Гравийно-галечниковый слой без культурных остатков. Происхождение данных отложений связано с деятельностью воды в момент формирования высокой террасы Катуня. Мощность 0,2 м.

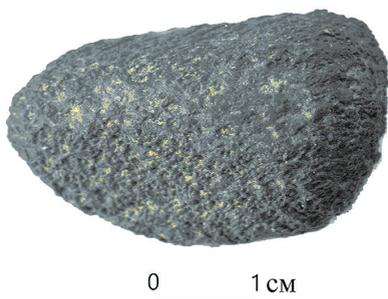
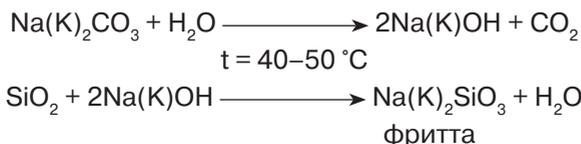


Рис. 3. Галька кремня из кострища Нижнетыткескенской пещеры  
Fig. 3. Chert pebble from a heath in the Nizhnetytkeskenskaya cave

В слое 1 обнаружена хорошо окатанная галька кремня размером 4 × 3 см, имеющая своеобразную выщелоченную поверхность (рис. 3). Природа образования такой поверхности на гальке объясняется нами воздействием щелочей — карбонатов калия и натрия, на кремнезём, а щёлочь, в свою очередь, образовывалась из золы кострища, что свидетельствует о частом использовании огня в пещере. Ниже приводится химическая формула образования щёлочи из золы и её воздействие на кремнезём:



Как видно из формулы, технология образования фритты простая и не требует высоких температур. Под фриттой понимается богатый кремнезёмом стеклянный состав, обожжённый на малом огне до спекания массы. Правда, для получения искусственного стекла выделенную фритту необходимо было затем плавить при температуре 1100 °С. Теоретически обитателям пещеры могла быть известна технология получения стекла, так как ещё семь тысяч лет назад люди умели получать алкалиновую глазурь (Малинова, Малина 1988).

Из кремнёвых отщепов слоёв 1 и 2 были отобраны пробы на петрографическое изучение под микроскопом. Образец кремня НТ-2 был представлен тонкозернистым агрегатом кварца с размером зёрен 0,01–0,4 мм, микрогранобластовой структуры.

**Таблица 6. Содержание элементов-примесей в кремнистых породах изделий из Нижнетыткескенской пещеры и в коренных породах баратальской свиты**

| Элементы   | Номер образца проб |        |        |       |       |       |       |
|--|--------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
|  | НТ-2               | НТ-5   | 2-7    | 2-8   | 2-9   | 2-10  | 2-11  |
| Содержание элементов-примесей (весовые проценты) |                    |        |        |       |       |       |       |
| Микроэлементы                                    |                    |        |        |       |       |       |       |
| Mo   | –                  | 0,0001 | 0,0001 | –     | –     | –     | –     |
| Zr   | –                  | –      | –      | –     | –     | –     | 0,003 |
| Cr   | 0,1                | 0,003  | 0,007  | 0,03  | 0,1   | 0,02  | 0,02  |
| Cu   | 0,001              | 0,001  | 0,001  | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,002 |
| V  | 0,001              | 0,001  | 0,002  | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| Ti   | 0,005              | 0,005  | 0,01   | 0,01  | 0,003 | 0,007 | 0,01  |
| Mg   | –                  | –      | 0,001  | 0,001 | 0,01  | 0,02  | 0,005 |
| Ba   | 0,01               | 0,01   | 0,01   | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  |
| Макроэлементы                                    |                    |        |        |       |       |       |       |
| Fe   | 0,5                | 0,3    | 0,3    | 0,2   | 0,3   | 0,3   | 0,3   |
| Al   | 1,0                | 0,5    | 3,0    | 1,0   | 1,0   | 1,0   | 2,0   |
| Mn   | 0,2                | 0,2    | 0,3    | 0,3   | 0,1   | 0,2   | 0,3   |
| Ca   | 0,3                | 0,7    | 0,2    | 0,3   | 0,7   | 0,1   | 0,2   |

В породе встречается довольно много прожилков. В крупных прожилках выделяется гематит и кальцит. По трещинам развиваются вторичные карбонатные образования и углисто вещество. Содержание последних в целом небольшое. Аналогичное строение имеет и образец кремня под номером НТ-5. Сопоставление изученных образцов со шлифами, изготовленными по пробам, взятым из выходов коренных пород баратальской свиты, устанавливает их полное сходство. Это означает, что при изготовлении каменных орудий использовался только местный материал. Данный вывод подтверждается и результатами спектрального анализа (табл. 6), где практически все приведённые элементы-примеси имеют близкие весовые содержания.

При сопоставлении результатов спектрального анализа проб керамики, природных охр и покровных суглинков отмечаются значительные различия в количестве диагностируемых элементов. Помимо распространённых молибдена, хрома, ванадия, магния, бария, титана, железа, кремния, алюминия, марганца и калия в керамике дополнительно присутствуют бериллий, цирконий, свинец, цинк, никель, кобальт, стронций, галлий, иттрий и иттербий (табл. 7).

**Таблица 7. Результаты спектрального анализа обломков керамики Нижне-тыткескенской пещеры и глинистого сырья из естественных обнажений**

| Элементы      | Содержание элементов-примесей (весовые проценты) |                   |                  |                   |                  |               |
|---------------|--|-------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|
|               | НТ-1а<br>керамика                                | НТ-1б<br>керамика | НТ-4<br>керамика | НТ-4а<br>керамика | 2–12<br>суглинок | 2–13<br>охра  |
| Микроэлементы |  |                   |                  |                   |                  |               |
| Mo            | –  | –                 | –                | –                 | –                | 0,0002        |
| Be            | 0,0003   | 0,0003            | 0,0003           | 0,0002            | 0,0001           | 0,0001        |
| Zr            | 0,007  | 0,003             | 0,01             | 0,003             | 0,007            | 0,005         |
| Cr            | 0,007  | 0,007             | 0,007            | 0,005             | 0,005            | 0,007         |
| Pb            | 0,002  | 0,003             | 0,003            | 0,001             | 0,001            | 0,002         |
| Zn            | 0,01   | 0,02              | <b>0,005</b>     | <b>0,005</b>      | –                | <b>0,005</b>  |
| Ni            | 0,001  | 0,002             | <b>0,001</b>     | <b>0,001</b>      | 0,001            | <b>0,002</b>  |
| Co            | 0,001  | 0,002             | <b>0,001</b>     | <b>0,002</b>      | 0,0007           | <b>0,001</b>  |
| Cu            | 0,003  | 0,007             | <b>0,005</b>     | <b>0,007</b>      | 0,002            | <b>0,005</b>  |
| V             | 0,01   | 0,02              | <b>0,01</b>      | <b>0,01</b>       | 0,01             | <b>0,01</b>   |
| Макроэлементы |  |                   |                  |                   |                  |               |
| Ti            | 0,5  | 0,3               | 0,5              | 0,3               | 0,2              | 0,2           |
| Mg            | 0,2  | 0,1               | <b>0,1</b>       | <b>0,1</b>        | 0,3              | <b>0,1</b>    |
| Ba            | 0,05   | 0,03              | <b>0,03</b>      | <b>0,05</b>       | 0,02             | <b>0,05</b>   |
| Sr            | 0,03   | 0,02              | <b>0,02</b>      | <b>0,01</b>       | 0,01             | <b>0,01</b>   |
| Ga            | 0,002  | 0,002             | <b>0,002</b>     | <b>0,001</b>      | 0,001            | <b>0,001</b>  |
| Y             | 0,001  | 0,002             | <b>0,002</b>     | <b>0,002</b>      | –                | <b>0,002</b>  |
| Yb            | 0,0001   | 0,0002            | <b>0,0002</b>    | <b>0,0002</b>     | –                | <b>0,0002</b> |
| Fe            | 5,0  | 10                | 7,0              | 7,0               | 3,0              | 2,0           |
| Si            | 5,0  | 5,0               | 5,0              | 5,0               | 5,0              | 5,0           |
| Al            | 5,0  | 4,0               | 10               | 10                | 5,0              | 5,0           |
| Mn            | 10   | 10                | 10               | 10                | 10               | 10            |
| Ca            | 2,0  | 1,0               | 5,0              | 1,0               | 5,0              | 0,3           |

*Примечание:* жирным шрифтом выделено содержание элементов-примесей с повышенными корреляционными связями.

Особыми корреляционными связями в виде одинаковых содержаний весовых процентов элементов примесей обладают цинк, иттрий и иттербий. Это обстоятельство позволяет считать, что сырьём для изготовления керамических изделий, найденных в слое 2 (образцы НТ-4 и НТ-4а) Нижнетыткескенской пещеры, являлись охристые глины, обнаруженные на склоне левого борта ручья Тыткескен, в 7 км от пещеры вверх по течению.

*Иульчакская пещера.* Пещера, открытая в 1976 г. при проведении геологосъёмочных работ в Северо-Восточном Алтае (Барышников и др. 1980), находится в правом борту ручья Верхняя Еланда, в одном километре от его устья. Ручей впадает в р. Иульчак, которая, в свою очередь, является левым притоком р. Карасук. В административном отношении памятник относится к Майминскому району Республики Алтай.

Пещера Иульчак является многослойной стоянкой. Культурные остатки, найденные в ней, отражают этапы обитания людей палеолита, неолита, бронзы и раннего железного века. Пещера использовалась в качестве укрытия как в зимнее, так и в летнее время. На рубеже бронзы и раннего железного века в пещере производилась выплавка металла.

Важными находками для интерпретации археологического материала, обнаруженного в пещере, являются куски спёкшегося шлака с повышенным удельным весом. Эти куски были подвергнуты химическому анализу, с помощью которого в образцах было установлено значительное количество окислов железа. Один из образцов имел следующие физические свойства: плотность  $3,51 \text{ г/см}^3$ , магнитная восприимчивость 942, остаточная намагниченность  $4668 \cdot 10^{-6} \text{ б}$ . Под микроскопом в прозрачном шлифе видна слабо раскристаллизованная масса основного состава. Основа шлифа представлена стеклом, в котором присутствуют микроскопические выделения плагиоклаза типа андезина.

По аншлифу другого образца установлен хорошо раскристаллизованный плагиоклаз-пироксен, в котором имеются многочисленные микроскопические выделения магнетита. Стекло в небольшом количестве заполняет промежутки между выделениями силикатов. Состав образцов позволяет считать, что температура кристаллизации шлаков не превышала  $1300 \text{ }^\circ\text{C}$  при некотором недостатке кислорода, а строение шлака в аншлифе свидетельствует о том, что раскристаллизация происходила при очень медленном снижении температуры.

Анализ третьего образца шлака свидетельствует о том, что дефицит кислорода при плавке был значительным. В пересчёте на теоретическую формулу магнетита, обнаруженного в аншлифе, отмечается избыток закиси железа. По-видимому, в некоторых образцах шлака помимо магнетита имеется и вюстит — более восстановленная закись железа. В образце определено (%): кремнезёма 24,44, двуокиси титана 0,22, глинозёма 3,94, окиси железа 5,75, закиси железа 56,20, окиси марганца 0,58, окиси магния 1,16, окиси кальция 7,40, пятиокиси фосфора 0,31. Судя по повышенному содержанию окиси кальция и кремнезёма, при плавке использовался в качестве флюса мергелистый известняк. Куски оплавленного шлака были подвергнуты спектральному анализу, в результате которого было определено следующее содержание элементов-примесей (вес.%): никеля 0,0002, хрома 0,001, марганца 0,07, молибдена 0,0002, циркония 0,002, цинка 0,007, меди 0,001, стронция 0,01, титана 0,03. Основу шлака составляло железо.

Проведённые исследования привели к выводу, что в Иульчакской пещере выплавлялась железная руда, для чего использовались близлежащие источни-

ки сырья. Этот вывод послужил основанием для проведения в данном районе поисков таких источников. В результате в нескольких сотнях метров от пещеры были обнаружены небогатые железные руды, а в 10 км к юго-западу от неё было найдено железорудное месторождение, прогнозируемые запасы руды в котором составляют около 20 млн т.

## Заключение

Физико-химические методы позволяют не только определять временные рубежи обитания человека в пещерах или на открытых стоянках, но и устанавливать пути передвижения древних людей, определять места отбора сырья для изготовления каменных орудий, изделий из глины и металла, а также подвергать проверке некоторые реконструкции древнейших технологий, предлагаемые археологами. В частности, нашими экспериментами было доказано, что древнейшие обитатели Улалинской стоянки не использовали огонь для обработки кварцевого сырья, поскольку у кварцитов, по их природе, нет спайности: они при нагревании и последующем резком охлаждении в воде рассыпаются на мелкие кусочки.

Петрографическое изучение керамики показало, что обитатели Нижнетыткескенской пещеры использовали сырьё из местных источников, расположенных в нескольких километрах от пещеры, а люди, оставившие поселение Тыткескен 2, приносили сырьё из района Белокурухинского гранитного массива, находящегося в 125 км от этого памятника. Установлено, что уже в позднем плейстоцене на Алтае, в частности, в долине р. Тыткескен, существовали настоящие горные выработки — каменоломни, где добывали сырьё для изготовления каменных орудий. Химический анализ шлаков из Иульчакской пещеры позволил сделать вывод, что в ней осуществлялась выплавка металла, а это, в свою очередь, послужило основанием для поисковых работ, приведших к открытию небольших месторождений железа.

## Литература

- Барышников Г. Я., Кирюшин Ю. Ф. 1989. Палеогеографические условия формирования Нижнетыткескенской пещеры и первые археологические находки в ней. В: Маринин А. М. (ред.). *Карст Алтае-Саянской горной области и сопредельных горных стран*. Барнаул: б. и., 50–52.
- Барышников Г. Я., Малолетко А. М. 1997. *Археологические памятники Алтай глазами геологов*. Томск: Изд-во Томского ун-та. Ч. 1.
- Барышников Г. Я., Малолетко А. М. 1998. *Археологические памятники Алтай глазами геологов*. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та. Ч. 2.
- Барышников Г. Я., Кирюшин Ю. Ф., Малолетко А. М. 1980. Пещера Иульчак — новый археологический памятник на Алтае. В: Кирюшин Ю. Ф. (ред.). *Древняя история Алтая. Материалы к своду археологических памятников Алтайского края*. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 3–15.
- Барышников Г. Я., Кунгуров А. Л., Маркин М. М., Семибратов В. П. 2005. *Палеолит Горной Шории*. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та.
- Барышников Г. Я., Малолетко А. М., Чистяков В. К. 1984. Условия залегания и физическая характеристика каменных орудий Улалинской стоянки. В: Дроздов Н. И. (ред.). *Проблемы исследования каменного века Евразии (К 100-летию открытия палеолита на Енисее)*. Красноярск: б. и., 30–34.
- Горная энциклопедия*. 1986. М.: Советская энциклопедия. Т. 2.

- Кирюшин Ю. Ф., Барышников Г. Я. 2020. Использование спектрального анализа при изучении археологических памятников Горного Алтая (на примере поселения Тыткескен-2). В: Васильев С. А., Панин А. В., Кузьмин Я. В. и др. (ред.). *Геология палеолита Северной Азии: к столетию со дня рождения С. М. Цейтлина*. Красноярск: б. и., 128–133.
- Кирюшин Ю. Ф., Кунгуров А. Л., Степанова Н. Ф. 1995. *Археология Нижнетыткескенской пещеры-I (Алтай)*. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та.
- Кунгуров А. Л. 1998. Палеолитические памятники р. Тыткескен (Средняя Катунь). *Древности Алтая. Известия лаборатории археологии Горно-Алтайского государственного университета* 3, 3–13.
- Малинова Р., Малина Я. 1988. *Прыжок в прошлое. Эксперимент раскрывает тайны прошлых эпох*. М.: Мысль.
- Окладников А. П. 1972. Улалинка — древнепалеолитический памятник Сибири. *Материалы и исследования по археологии СССР* 85, 7–19.
- Окладников А. П., Рагозин Л. А. 1978. О возрасте Улалинки — древнейшего палеолитического поселения Сибири. *Известия Сибирского отделения академии наук СССР. Серия общественных наук* 2, 118–122.
- Окладников А. П., Рагозин Л. А. 1982. Загадки Улалинки. *Советская этнография* 6, 115–124.
- Рагозин Л. А. 1982. Древнейшему поселению Сибири — 1,5 млн лет? *Природа* 1, 119–121.
- Цейтлин С. М. 1979. *Геология палеолита Северной Азии*. М.: Наука.

## References

- Baryshnikov G. Ya., Kiriushin Iu. F. 1989. Paleogeograficheskie usloviia formirovaniia Nizhnetytkeskenskoi peshchery i pervye arkheologicheskie nakhodki v nei. In: Marinin A. M. (ed.). *Karst Altae-Saianskoi gornoj oblasti i sopredel'nykh gornykh stran*. Barnaul: no publisher indicated, 50–52 (in Russian).
- Baryshnikov G. Ya., Maloletko A. M. 1997. *Arkheologicheskie pamiatniki Altaia glazami geologov*. Tomsk: "Izd-vo Tomskogo un-ta" Publ. Pt. 1 (in Russian).
- Baryshnikov G. Ya., Maloletko A. M. 1998. *Arkheologicheskie pamiatniki Altaia glazami geologov*. Barnaul: "Izd-vo Altaiskogo un-ta" Publ. Pt. 2 (in Russian).
- Baryshnikov G. Ya., Kiriushin Iu. F., Maloletko A. M. 1980. Peshchera Iul'chak — novyi arkheologicheskii pamiatnik na Altae. In: Kiriushin Iu. F. (ed.). *Drevniaia istoriia Altaia. Materialy k svodu arkheologicheskikh pamiatnikov Altaiskogo kraia*. Barnaul: "Izd-vo Altaiskogo un-ta" Publ., 3–15 (in Russian).
- Baryshnikov G. Ya., Kungurov A. L., Markin M. M., Semibratov V. P. 2005. *Paleolit Gornoj Shorii*. Barnaul: "Izd-vo Altaiskogo un-ta" Publ. (in Russian).
- Baryshnikov G. Ya., Maloletko A. M., Chistiakov V. K. 1984. Usloviia zaleganiia i fizicheskaiia kharakteristika kamennykh orudii Ulalinskoi stoiianki. In: Drozdov N. I. (ed.). *Problemy issledovaniia kamennogo veka Evrazii (K 100-letiiu otkrytiia paleolita na Enisee)*. Krasnoarsk: no publisher indicated, 30–34 (in Russian).
- Gornaia entsiklopediia*. 1986. Moscow: "Sovetskaia entsiklopediia" Publ. T. 2 (in Russian).
- Kiriushin Iu. F., Baryshnikov G. Ya. 2020. Ispol'zovanie spektral'nogo analiza pri izuchenii arkheologicheskikh pamiatnikov Gornogo Altaia (na primere poseleniia Tytkesken'-2). In: Vasil'ev S. A., Panin A. V., Kuz'min Ya. V. i dr. (ed.). *Geologiia paleolita Severnoi Azii: k stoletiiu so dnia rozhdeniia S. M. Tseitlina*. Krasnoarsk: no publisher indicated, 128–133 (in Russian).
- Kiriushin Iu. F., Kungurov A. L., Stepanova N. F. 1995. *Arkheologiia Nizhnetytkeskenskoi peshchery I (Altai)*. Barnaul: "Izd-vo Altaiskogo un-ta" Publ. (in Russian).
- Kungurov A. L. 1998. Paleolicheskie pamiatniki r. Tytkesken' (Sredniaia Katun'). *Drevnosti Altaia. Izvestiia laboratorii arkheologii Gorno-Altaiskogo gosudarstvennogo univertsiteta* 3, 3–13 (in Russian).

- Malinova R., Malina Ia. 1988. *Pryzhok v proshloe. Eksperiment raskryvaet tainy proshlykh epokh*. Moscow: "Mysl'" Publ. (in Russian).
- Okladnikov A. P. 1972. Ulalinka — drevnepaleoliticheskii pamiatnik Sibiri. *Materialy i issledovaniia po arkheologii SSSR* 85, 7–19 (in Russian).
- Okladnikov A. P., Ragozin L. A. 1978. O vozraste Ulalinki — drevneishego paleoliticheskogo poseleniia Sibiri. *Izvestiia Sibirskogo otdeleniia akademii nauk SSSR. Seriiia obshchestvennykh nauk* 2, 118–122 (in Russian).
- Okladnikov A. P. Ragozin L. A. 1982. Zagadki Ulalinki. *Sovetskaia etnografiia* 6, 115–124 (in Russian).
- Ragozin L. A. 1982. Drevneishemu poseleniiu Sibiri — 1,5 mln let? *Priroda* 1, 119–121 (in Russian).
- Tseitlin S. M. 1979. *Geologiia paleolita Severnoi Azii*. Moscow: "Nauka" Publ. (in Russian).