

УДК 903.23

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/120/62>

НЕОЛИТ СРЕДНЕГО ЗАРАФШАНА: НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО КЕРАМИКЕ САЗАГАНСКОЙ КУЛЬТУРЫ

©Холматова З. Н., ORCID: 0009-0000-2057-0973, Национальный центр
археологии Академии наук Республики Узбекистан,
г. Ташкент, Узбекистан, zarifanormaxammadovna@mail.ru

NEOLITHIC OF THE MIDDLE ZERAVSHAN: NEW DATA ON SAZAGAN CULTURE POTTERY

©Kholmatova Z., ORCID: 0009-0000-2057-0973, National Centre
of Archaeology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Tashkent, Uzbekistan, zarifanormaxammadovna@mail.ru

Аннотация. Работа освещает новые данные по керамике Сазаганской культуры Среднего Зарафшана и уточняет роль локальных природных факторов в организации неолитического гончарного производства. Пять черепков из Очилгора, Сазагана-3 и Джангала-1 исследованы оптической микроскопией (Nikon Eclipse LV100N POL) и рамановской спектроскопией. Для всех образцов характерны полосы керамической матрицы и кальцита в диапазоне $0\text{--}1000\text{ см}^{-1}$, а также дугообразное увеличение интенсивности около $2000\text{--}4500\text{ см}^{-1}$, соответствующее колебаниям органики, захваченного CO_2 и молекул воды. Очилгорская группа демонстрирует признаки сульфата магния, трактуемого как флюс, что свидетельствует о целенаправленных технологических приёмах. Петрографические наблюдения фиксируют включения ортоклаза, кварца и кальцита; в ряде случаев отмечены следы темперования дроблёными речными моллюсками, вероятно влияющими на термостойкость и усадку черепка. Сопоставление спектральных и петрографических признаков указывает как минимум на три независимых источника глинистого сырья и аргументирует преимущественно местную происхожденческую базу. Обсуждаются последствия для реконструкции обмена сырьём, радиуса снабжения и мастерских практик внутри «культурного оазиса» Среднего Зарафшана. Представленные результаты интегрируются с региональной хроностратиграфией, археологическими картами и моделью расселения, уточняя датировку и технологическую дифференциацию керамики Сазаганской культуры в неолите. Методологически работа демонстрирует эвристический потенциал сочетания неразрушающей рамановской спектроскопии с целевой микропетрографией, обеспечивая сопоставимость с данными ИК-спектроскопии, рентгенофлуоресцентного анализа и термогравиметрии и формируя воспроизводимую основу для межапатниковых сравнений в Средней Азии и для будущих междисциплинарных археометрических синтезов..

Abstract. The paper reports new results on pottery of the Sazagan Culture from the Middle Zeravshan Valley and reassesses how local environmental settings shaped Neolithic ceramic production. Five sherds from Ochilgor, Sazagan-3, and Jangal-1 were investigated with optical microscopy (Nikon Eclipse LV100N POL) and Raman spectroscopy. Across all samples, spectra show bands of the ceramic matrix and calcite at $0\text{--}1000\text{ cm}^{-1}$, together with a broad rise around $2000\text{--}4500\text{ cm}^{-1}$ attributed to vibrations of organic compounds, trapped CO_2 , and water molecules. The Ochilgor group displays magnesium sulfate interpreted as a flux, implying purposeful technological choices. Petrographic observations document inclusions of orthoclase,

quartz, and calcite; in several cases, shell temper derived from river mollusks is evident and may have influenced thermal behavior and shrinkage of the fabric. Combining spectral and petrographic criteria, we infer at least three independent clay sources and support a predominantly local procurement strategy. We discuss implications for reconstructing raw-material exchange, supply radius, and workshop practice within the Middle Zeravshan “cultural oasis.” The results are integrated with regional chronostratigraphy, archaeological mapping, and settlement models, refining the dating and technological differentiation of Sazagan Culture pottery in the Neolithic and providing a reproducible baseline for cross-site comparison in Central Asia and synthesis.

Ключевые слова: Средний Зарафшан; Сазаганская культура; неолит; керамика; рамановская спектроскопия; кальцит; сульфат магния (флюс); происхождение сырья.

Keywords: Middle Zeravshan; Sazagan Culture; Neolithic; pottery; Raman spectroscopy; calcite; magnesium sulfate (flux); raw-material provenance.

В пределах современного Узбекистана поздние стадии мезолита и неолита (ориентировочно от VIII–VII тыс. до н.э. до III тыс. до н.э.) характеризуются существенно более благоприятными для человека палеоэкологическими и климатическими условиями по сравнению с предшествующим палеолитом, что подтверждается многочисленными археологическими и палеоландшафтными исследованиями [1, 2].

Для изучения материальной культуры ранних сообществ ключевое значение имеют именно природная среда и ландшафтно-климатические параметры; с этой точки зрения территория Узбекистана в неолите распадается на несколько контрастных зон: древние нижние бассейны Амударьи и Зарафшана, внутривпустынные районы Устюрта и Кызылкума, а также горные и предгорные оазисы, куда относится и Средний Зарафшан.

Зарафшанская долина, берущая начало в узле Туркестанских, Зарафшанских и Алайских хребтов, занимает одно из центральных мест в заселении Средней Азии (длина реки ~781 км, площадь бассейна ~41 880 км²).

Средний Зарафшан, совпадающий с Самаркандской низменностью и вытянутый между Туркестанским и Зарафшанским хребтами, образует благоприятный для длительной человеческой оккупации ландшафтный коридор с системой террас и притоков. Северные склоны массива Қоратепа (Кимқўтон, 2188 м) расчленены крупными соями (Оҳалик, Миранкул, Тепакул, Эгриқулча, Сазоғон/Сазаган, Оксой и др.), по террасам и в карстовых нишах которых локализуются палеолитические, мезолитические и неолитические памятники. С середины XX века, начиная с работ Самаркандской археологической экспедиции, здесь выявлены и раскопаны десятки стоянок; накопленные материалы позволили обособить Сазаганскую культуру в системе неолитических комплексов Средней Азии наряду с Джейтуном, Калтаминором, Гиссаром и Марказий Фарғана [1-3,15].

Керамика, будучи одним из наиболее чувствительных индикаторов технологических традиций и обменных практик, находится в центре современных археометрических исследований. В дополнение к типологическому описанию и петрографии всё активнее применяются методы естественных наук — радиоуглеродная датировка, термогравиметрия, термолюминесценция, рентгенографические и рентгенофлуоресцентные анализы, нейтронно-активационные и эмиссионно-спектральные подходы, а также инфракрасная и рамановская спектроскопия [3–10, 14, 15].

Последняя особенно ценна как неразрушающий метод, позволяющий фиксировать фазовый состав и минерально-органические маркеры обжиговых и сырьевых практик в микромасштабе [11–13, 15].

Настоящая работа вводит в научный оборот новые данные по керамике Сазаганской культуры из узла памятников Среднего Зарафшана (Очилфор, Сазаган-3, Джангал-1). Исследовано пять образцов с применением оптической микроскопии (Nikon Eclipse LV100N POL) и рамановской спектроскопии. Предварительные наблюдения указывают на повторяемые спектральные признаки керамической матрицы и кальцита ($0\text{--}1000\text{ см}^{-1}$) и широкую дугу интенсивности в области $\sim 2000\text{--}4500\text{ см}^{-1}$, соотносимую с органическими компонентами, захваченным CO_2 и молекулами воды; для группы Очилфор дополнительно фиксируются полосы, интерпретируемые как сульфат магния (потенциальный флюс). Петрографически отмечаются включения ортоклаза, кварца и кальцита; в ряде случаев присутствуют следы темперования дроблёными речными моллюсками, что может отражать целевые технологические настройки пасты.

Цель исследования — уточнить сырьевую базу и технологическую дифференциацию керамического производства в пределах «культурного оазиса» Среднего Зарафшана в неолите. Для её достижения решаются следующие задачи: (1) зафиксировать диагностические спектральные и микроструктурные признаки керамики разных участков; (2) сопоставить их с вариациями шихты (минералогический и органический компоненты, возможные флюсы); (3) реконструировать число и характер источников глинистого сырья (локальные/нелокальные сценарии); (4) обсудить технологические следствия для моделей мастерских практик, обмена и радиуса снабжения. Научная новизна работы состоит в комплексном применении неразрушающей рамановской спектроскопии и целевой микропетрографии к керамике Сазаганской культуры с трёх памятников, что позволяет предложить согласованную интерпретацию технологических маркеров и их ландшафтной привязки, а также сформировать реплицируемую базу для межпамятниковых сравнений в рамках Центральной Азии.

Исследования показывают, что в пределах нынешнего Узбекистана в поздних стадиях мезолита и в неолите (ориентировочно с VIII–VII тыс. до н.э. до III тыс. до н.э.) существовали более благоприятные по сравнению с предшествующим палеолитом экологические и климатические условия для жизнедеятельности человека.

Вследствие этого указанные территории осваивались неолитическими сообществами относительно интенсивно. Об этом наглядно свидетельствуют сотни обнаруженных стоянок мезолита–неолита на плато Устюрт, во внутренних районах Кызылкума, а также вдоль древних нижних русел Амударьи и Зарафшана. Иными словами, многочисленные поселения первобытных коллективов были приурочены к пресноводным источникам, пригодным для потребления человеком. Река Зарафшан, берущая начало в узле Туркестанского, Зарафшанского и Алайского хребтов, по параметрам своего бассейна занимает третье место в Средней Азии (длина — 781 км, площадь бассейна — 41 880 км²). В свою очередь, Зарафшанская долина подразделяется на три составные части: 1) Верхний Зарафшан, 2) Средний Зарафшан и 3) Нижний Зарафшан (Рисунок 1). Средний Зарафшан совпадает с Самаркандской низменностью и вытянут субмеридионально между Туркестанским и Зарафшанским хребтами. С юга оазис ограничен западной частью Зарафшанского хребта (Чакилкалин, Коратепа, Зиядин–Зирабулок).

Горный массив Коратепа — это составная часть Зарафшанского хребта, приходящаяся на зону Среднего Зарафшана; его длина около 50 км, ширина 30–35 км, он включает горную и предгорную полосы. Наивысшая точка — Кимкўтон (высота 2188 м над ур. м.). Южный

склон более пологий по отношению к Кашкадарьинскому оазису, северный — более крутой к Зарафшанской долине. Северный склон массива Коратепа рассечён крупными соями с уступами и глубокими боковыми долинами (Охалик, Миранкул, Тепакул, Эгрикулча, Сазаган, Оксой и др.), сток которых направлен в сторону Зарафшанской долины. Расположение и исследование каменного века связаны с поверхностями боковых террас этих соёв, а также с пещерами и навесами в их долинах. Геологические аспекты вопроса о террасах крупных соёв и приуроченности к ним памятников изучались С. А. Несмеяновым и Э. Д. Мамедовым.



Рисунок 1. Фотография образца №1

Работы по изучению памятников каменного века, связанных с указанными соями на северном склоне массива Коратепа в Среднем Зарафшане, непосредственно связаны с исследованиями археологической экспедиции Самаркандского государственного университета. Начиная со второй половины 1960-х годов археологи СамГУ обнаружили на боковых уступах Сазаганская стоянки Сазаган-1 и Сазаган-2; их раскопки дали интересные комплексы каменных орудий и фрагменты керамики (Лев 1969: 3–68).

В последующие годы раскопки неолитических памятников продолжали М. Д. Джуракулов и Н. Холматов; параллельно археологической разведкой было поставлено на карту свыше 30 новых объектов. Среди них в различных объёмах исследованы Сазаган-2, Джангал-1, Тепакул-3–5, Лолаб, Олмабулок, Кора Камар, Очилгор и др., что позволило ввести в научный оборот значительные серии материалов по материальной культуре мезолитических и неолитических сообществ. На основании этих материалов в системе неолитических культур Средней Азии (Джейтун, Калтаминор, Гиссар, Марказий Фаргона) была выделена новая, самостоятельная Сазаганская культура. Кроме того, по совокупности данных (наличие памятников палеолита — Олмабулок; мезолита — Замичатош, Охалик, Сазаган-1, Коракамар, нижний культурный слой Очилгора; и неолита — комплексы Сазаганской культуры) исследователи подчёркивают, что данный район представлял собой «культурный оазис» с непрерывным обитанием и формированием локально своеобразных культур. Изучение древних керамических остатков как исторического источника является традиционным направлением археологических исследований. При анализе керамики археологи широко используют достижения естественных и точных наук. В частности, для уточнения относительной хронологии и культурной принадлежности важнейшим доказательством служит химический анализ элементного состава. Примерами исследований в этом русле являются работы М. Тайт, М. Б. Адаму; физико-химические исследования

керамики также проводились В. А. Борисовым, Т. В. Осиповой, В. А. Захом, В. О. Пономаренко, В. С. Митричевым [3-9].

К физическим и химическим методам относятся термогравиметрический, термолюминесцентный, радиоуглеродный, рентгенофлуоресцентный, рентгенографический, нейтронно-активационный, эмиссионно-спектральный и изотопно-масс-спектрометрический анализы. Некоторые из них в настоящее время широко применяются для уточнения относительной датировки керамики [10].

Раман-спектроскопия является физико-химическим методом, проявляющим один из ключевых признаков классификации керамики — её цвет и состав. Данный подход развивали Акунова Л. Ф., Приблуда С. З., Будников П. П. Рабинович М. Г. предложил разделять образцы на классы (красноглинистые, белоглинистые, серые и черноглинистые), подчеркнув, что формальное описание внешних атрибутов может вводить в заблуждение при классификации: так, при восстановительном пережиге черноглинистой керамики на поверхности появляются белые пятна; белоглинистые сосуды при повторном обжиге могут краснеть, а красноглинистые — приобретать серый оттенок [11-14].

Раман-спектроскопия применяется для анализа физических характеристик материалов — кристалличности, фазовых переходов, полиморфных состояний. Метод неразрушающий, поскольку позволяет получить индивидуальный спектр молекул вещества. Его преимущества: возможность бесконтактного анализа твёрдых, жидких и газообразных веществ; отсутствие требования большого количества пробы (порядка 50 мг); анализ проводится без разрушения образца [15].

Во «ВИ-Геммология» лаборатории Института геологии и геофизики им. Х. М. Абдуллаева все образцы были изучены визуально, под микроскопом с 10-кратным увеличением и с использованием раман-спектрометра. В работе применялись микроскоп Nikon Eclipse LV100N POL и раман-спектрометр. Из неолитических памятников Сазаганской культуры — Очилгор, Сазаган-3 и Джангал-1 — в данной лаборатории проанализированы в общей сложности четыре керамических фрагмента; получены следующие результаты.

1. Образец №1 представляет собой керамический черепок, покрытый сверху глинистым материалом. В чистой от глинистого материала области заметны белые пятна. Под микроскопом видна неоднородная поверхность керамики с частыми включениями кальцита. На рамановском спектре явно отмечаются колебания кальцита и керамики в области 0-1000 см⁻¹, и дугообразный пик интенсивности спектра в области 2000-4000 см⁻¹, к которому относятся колебания органического вещества, захваченного углекислого газа и молекул воды.



Рисунок 2. Микрофотография образца №1



Рисунок 3. Фотография образца №2

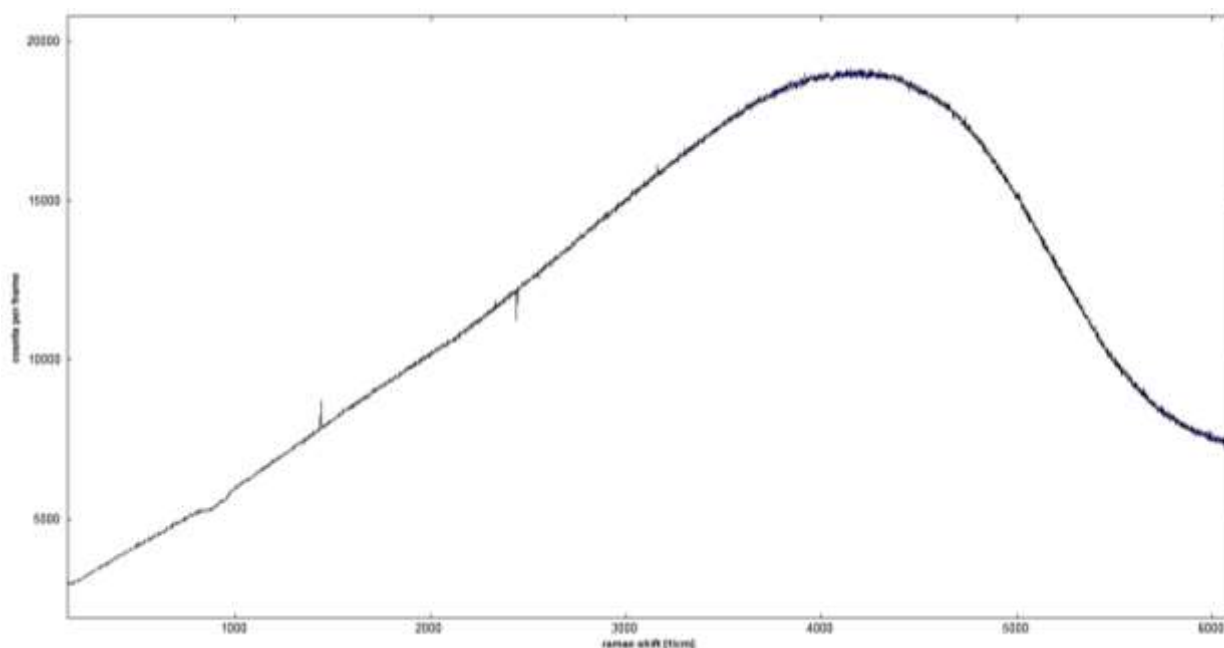


Рисунок 4. Рамановский спектр образца №1

2. Образец №2 (Джангал) представлен обломком керамики. Под микроскопом видна однородная мелкозернистая структура с редкими зернами кальцита. На рамановском спектре явно отмечаются колебания кальцита и керамики в области $0-1000\text{ см}^{-1}$, и дугообразный пик интенсивности спектра в области $2000-4000\text{ см}^{-1}$, к которому относятся колебания органического вещества, захваченного углекислого газа и молекул воды.

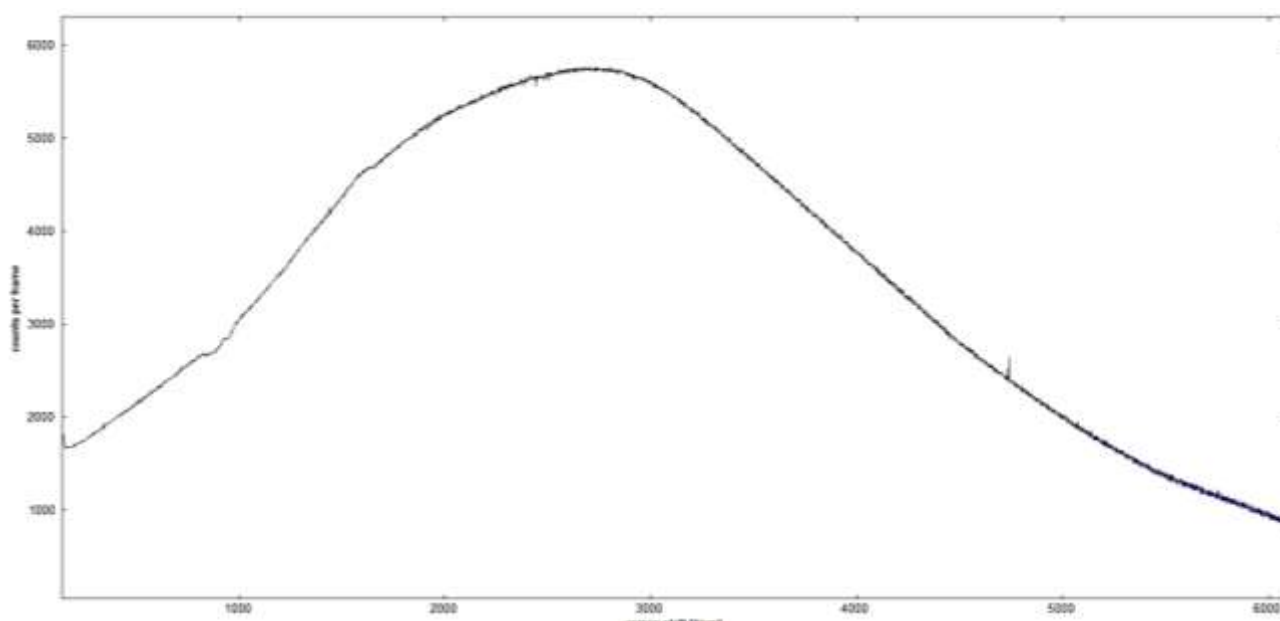


Рисунок 5. Рамановский спектр образца №2

3. Образец №3 (Сазаган) представлен обломком керамики черного цвета с пятнами кристаллов кальцита. Под микроскопом наблюдается мелкозернистая однородная структура с включениями зерен кальцита. На рамановском спектре явно отмечаются колебания кальцита и керамики в области $0-1000\text{ см}^{-1}$, и дугообразный пик интенсивности спектра в области $2000-4000\text{ см}^{-1}$, к которому относятся колебания органического вещества, захваченного углекислого газа и молекул воды.



Рисунок 6. Микрофотография образца №2



Рисунок 7. Фотография образца №3

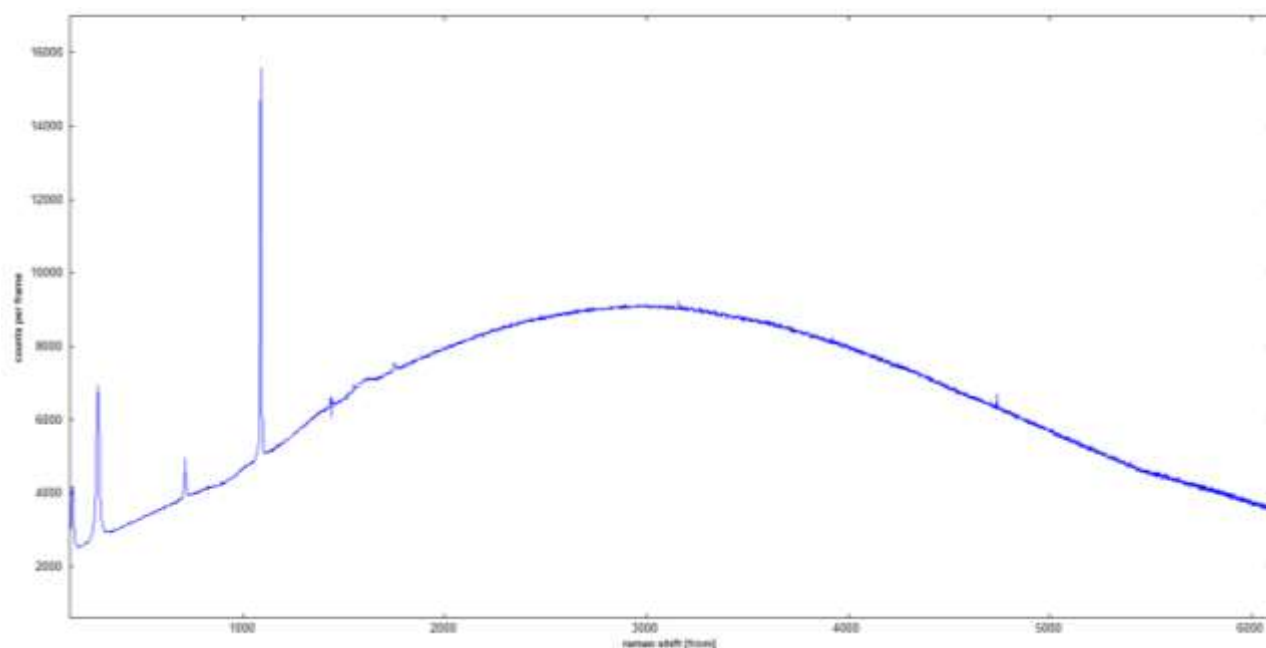


Рисунок 8. Рамановский спектр образца №3



Рисунок 9. Микрофотография образца №3



Рисунок 10. Фотография образца №4

4. Образец №4 (Очилгор) – обожженная глина, с крупными порами, имеет сернистый запах. Под микроскопом видна однородная мелкозернистая структура. На рамановском

спектре отмечается область, характерная для колебаний сульфата магния, используемого как флюс для керамики и дугообразный пик интенсивности спектра в области 2000-4000 см⁻¹, к которому относятся колебания органического вещества, захваченного углекислого газа и молекул воды.

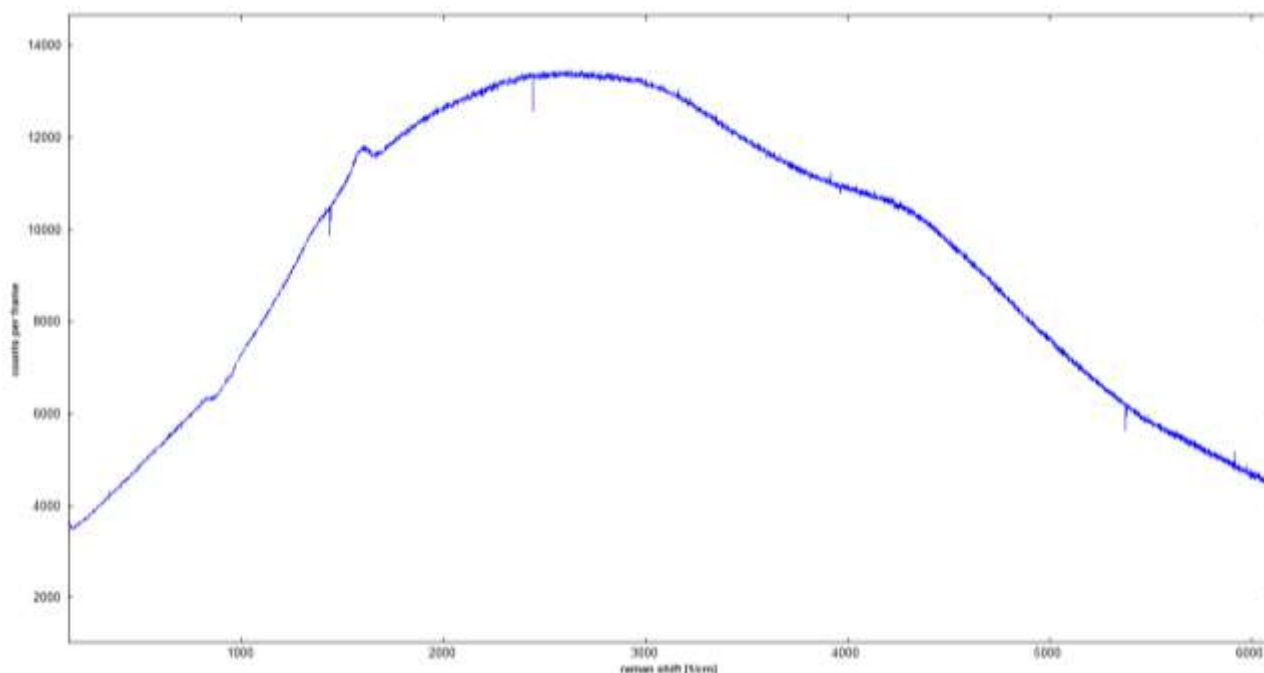


Рисунок 11. Рамановский спектр образца №4



Рисунок 12. Микрофотография образца №4



Рисунок 13. Фотография образца №5

5. Образец №5 (Джангал) представлен обломком керамики темно-коричневого цвета с оранжевыми пятнами. Под микроскопом наблюдается среднезернистая неоднородная структура с многочисленными включениями разноразмерных зерен ортоклаза, кварца, кальцита. На рамановском спектре отмечаются пики колебаний молекул керамики в области 0-1000 см⁻¹, и дугообразный пик интенсивности спектра в области 3000-4500 см⁻¹, к которому относятся колебания органического вещества, захваченного углекислого газа и молекул воды.

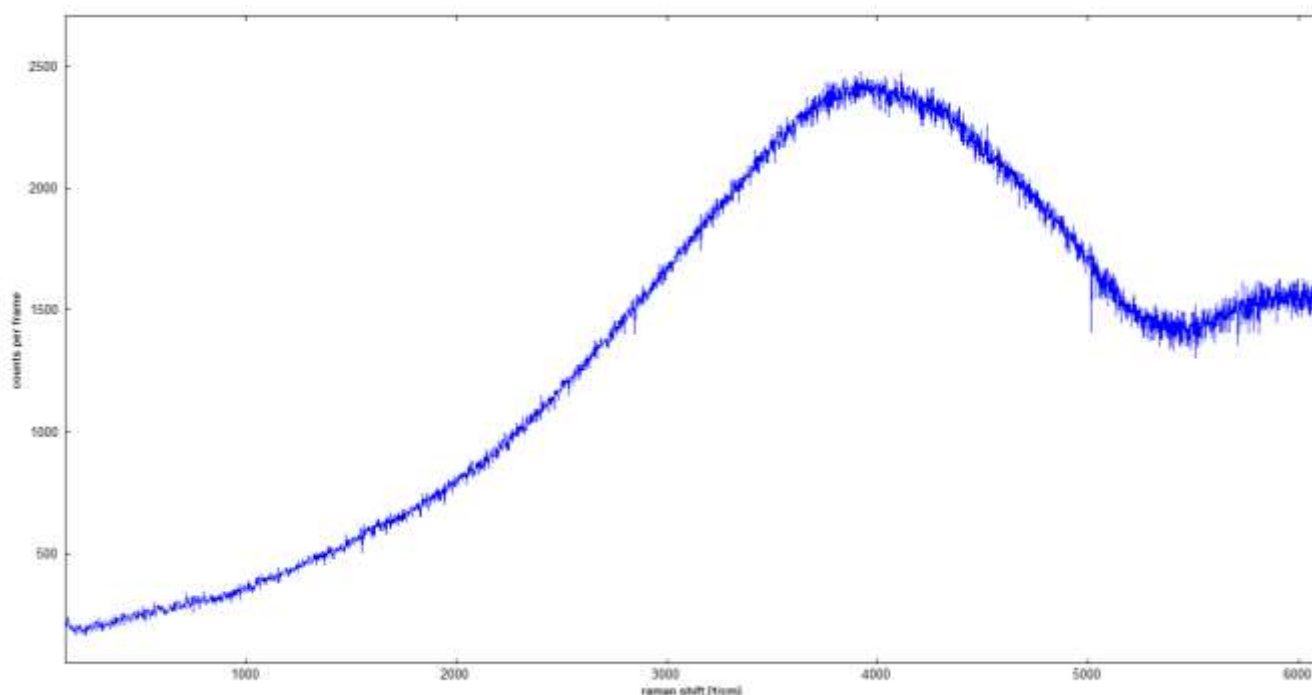


Рисунок 14. Рамановский спектр образца №5



Рисунок 15. Микрофотография образца №5

Получены некоторые примечательные результаты. Интерпретация спектральных исследований керамических образцов, извлечённых из раскопок памятников Сазаганской культуры, позволяет выделить по меньшей мере три источника сырья для гончарного производства. Кроме того, эти исследования дают возможность говорить о некоторых условиях эксплуатации керамических изделий. Обнаружение сульфата магния в составе керамики группы Очилгор указывает на наличие технологических изменений, не зафиксированных в других группах. В отдельных случаях в глиняную массу для изготовления сосудов добавлялись измельчённые раковины речных моллюсков (или они были естественно примешаны в глине) и при обжиге перемешивались с тестом.

Ещё одна проблема при изучении состава неолитической керамики — очень сходное минералогическое строение разных образцов. На территории Средней Азии наблюдались схожие геологические процессы формирования осадочных глин; месторождения сложены в бассейнах притоков Амударьи и Зарафшана. По данным электронного спектрального анализа

можно выявить различия химического состава глин, сопоставимые с составом керамики. Наибольшие отклонения зафиксированы по кальцию — от 0,83 до 17,85%, и по алюминию — от 9,26 до 30,85%. Максимально возможное содержание полевых шпатов в изученных глинах достигает 30% формульно: $K(Na)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ формульно: $K(Na)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ формульно: $K(Na)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, что является показателем качественного гончарного сырья. При анализе химического состава необходимо учитывать, что глиняное тесто может включать не только природную глину, но и искусственно внесённые добавки — как минеральные, так и органические. Всё это усложняет работу исследователя. Фрагменты сосудов с добавлением дроблёных речных раковин служат тому примером. По большинству аналитических данных по гончарным изделиям локализация образцов согласуется с их культурными и археологическими признаками. Толкование аналитических материалов по глине и керамическому сырью позволило сделать целый ряд интересных наблюдений. При сопоставлении химического состава керамических образцов необходимо учитывать ещё один фактор — экологический, поскольку химический состав коренных пород может меняться под воздействием антропогенной деятельности. Для выявления микропримесей органических веществ на внутренних стенках глиняной посуды целесообразно применять хроматографические исследования.

На основании приведённых физико-химических анализов можно заключить, что глиняное сырьё для изготовления керамических изделий добывалось из местных месторождений, и сами сосуды изготавливались на месте.

Заключение

Проведённое исследование керамики Сазаганской культуры Среднего Зарафшана (четыре образца из Очилгора, Сазагана-3 и Джангала-1), выполненное с применением оптической микроскопии и рамановской спектроскопии, позволило уточнить сырьевую базу и особенности технологии производства в неолите региона. Спектры всех образцов демонстрируют диагностические полосы керамической матрицы и кальцита в области $0-1000\text{ см}^{-1}$, а также характерное повышение интенсивности в диапазоне $\sim 2000-4000\text{ см}^{-1}$, связанное с органическими компонентами, захваченным CO_2 и молекулами воды. Для группы Очилгор зафиксированы признаки сульфата магния, интерпретируемого как флюс, что указывает на целевые технологические приёмы, отсутствующие в иных группах. Петрографические наблюдения выявили включения ортоклаза, кварца и кальцита; в ряде случаев отмечены следы темперования дроблёными речными моллюсками.

Интеграция спектральных и микроструктурных данных позволяет выделить минимум три источника глинистого сырья и обосновать преимущественно локальное происхождение глин; следовательно, значительная часть сосудов изготавливалась на месте, в рамках «культурного оазиса» Среднего Зарафшана. Технологическая вариативность (использование флюсов, темперование) согласуется с моделью локальных мастерских практик и ограниченного радиуса снабжения, не требующего дальних обменных маршрутов по сырью.

Ограничения исследования связаны с малым числом проанализированных образцов и отсутствием сопоставимых эталонов местных глин. Перспективы включают расширение выборки, привлечение сравнительных коллекций, а также комплементарные методы (ПА-ИК/FTIR, РФА/XRF, РФА-рентгенография/XRD, СЭМ-EDS, ТЛ/термолюминесценция, хроматография липидных остатков). Их применение позволит углубить реконструкции рецептур пасты, условий обжига и степени стандартизации, а также повысить разрешающую способность межпамятниковых сопоставлений в масштабе Средней Азии.

Список литературы:

1. Виноградов А. В., Мамедов Э. Д. Первобытный Лявлякан // Этапы древнейшего заселения и освоения Внутренних Кызылкумов. МЭХ, вып. 10. М.: Наука, 1975. С. 256-275.
2. Джуракулов М. Д., Мамедов Э. Д. Природная среда и человек в голоцене Средней Азии // Вопросы археологии, древней истории и этнографии. Самарканд, 1987. С. 4-20.
3. Тайт М. Влияние естественных наук на археологию // Успехи физических наук. 1972. Вып. 1. С. 125-140.
4. Adamu M. B. Fourier transform infrared spectroscopic determination of shale minerals in reservoir rocks // Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences. – 2010. – Т. 18. – №. 1. – С. 35-43. <https://doi.org/10.4314/njbas.v18i1.56836>
5. Борисов В. А. Опыт разработки и применения экспериментальных методов исследования керамики (по материалам эпохи бронзы Верхнего Приобья): автореф. дис. ... канд. ист. наук. Барнаул, 2009. 28 с.
6. Осипова Т. В. Применение методов естественных наук в современных археологических исследованиях // Известия Пензенского гос. пед. ун-та им. В. Г. Белинского. Гуманитарные науки. 2012. №27. С. 870–872.
7. Зах В. А. О некоторых методах изучения древней западносибирской керамики // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 1999. №2. С. 7.
8. Пономаренко В. О., Сарычев Д. А., Водолажская Л. Н. Применение рентгенофлуоресцентного анализа для исследования химического состава амфорной керамики // Вестник Южного научного центра РАН. 2012. Т. 8. №1. С. 9–17.
9. Митричев В. С. Спектральный анализ керамики // Археология и естественные науки. М.: Наука, 1965. С. 171–174.
10. Бобринский А. А. Керамика как исторический источник (подходы и методы изучения) // Материалы Всесоюзной научной археологической конференции. Куйбышев, 1991. 90 с.
11. Акунова Л. Ф., Приблуда С. З. Материаловедение и технология производства художественных керамических изделий. М.: Высшая школа, 1979. 216 с.
12. Будников П. П. Химическая технология керамики и огнеупоров. М.: Стройиздат, 1972. 552 с.
13. Рабинович М. Г. Культурный слой центральных районов Москвы // Древности Московского Кремля. М.: Наука, 1971. С. 9-116.
14. Лобзова Р. В., Кадикова И. А., Бискэ Н. С., Колодей В. А. Рамановская спектроскопия и ИК-спектроскопия чернolощеной керамики // Вестник РМО. 2015. № 1 (136). С. 399-400.
15. Gardiner D. J. Introduction to Raman scattering // Practical Raman Spectroscopy. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1989. P. 1-12.

References:

1. Vinogradov, A. V., & Mamedov, E. D. (1975). Pervobytnyi Lyavlyakan. In *Etapy drevneishego zaseleniya i osvoeniya Vnutrennikh Kyzylkumov*, MEKh, 10, Moscow, 256-275. (in Russian).
2. Dzhurakulov, M. D., & Mamedov, E. D. (1987). Prirodnaya sreda i chelovek v golotsene Srednei Azii. In *Voprosy arkheologii, drevnei istorii i etnografii, Samarkand*, 4-20. (in Russian).
3. Tait, M. (1972). Vliyanie estestvennykh nauk na arkheologiyu. *Uspekhi fizicheskikh nauk*, 1, 125-140. (in Russian).

4. Adamu, M. B. (2010). Fourier transform infrared spectroscopic determination of shale minerals in reservoir rocks. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, 18(1), 35-43. <https://doi.org/10.4314/njbas.v18i1.56836>
5. Borisov, V. A. (2009). Opyt razrabotki i primeneniya eksperimental'nykh metodov issledovaniya keramiki (po materialam epokhi bronzy Verkhnego Priob'ya): avtoref. dis. ... kand. ist. nauk. Barnaul. (in Russian).
6. Osipova, T. V. (2012). Primenenie metodov estestvennykh nauk v sovremennykh arkheologicheskikh issledovaniyakh. *Izvestiya Penzenskogo gos. ped. un-ta im. V. G. Belinskogo. Gumanitarnye nauki*, (27), 870–872. (in Russian).
7. Zakh, V. A. (1999). O nekotorykh metodakh izucheniya drevnei zapadnosibirskoi keramiki. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii*, (2), 7. (in Russian).
8. Ponomarenko, V. O., Sarychev, D. A., & Vodolazhskaya, L. N. (2012). Primenenie rentgenofluorestantsnogo analiza dlya issledovaniya khimicheskogo sostava amfornoj keramiki. *Vestnik Yuzhnogo nauchnogo tsentra RAN*, 8(1), 9–17. (in Russian).
9. Mitrichev, V. S. (1965). Spektral'nyi analiz keramiki. In *Arkheologiya i estestvennye nauki*, Moscow, 171–174. (in Russian).
10. Bobrinskii, A. A. (1991). Keramika kak istoricheskii istochnik (podkhody i metody izucheniya). In *Materialy Vsesoyuznoi nauchnoi arkheologicheskoi konferentsii*, Kuibyshev.
11. Akunova, L. F., & Pribluda, S. Z. (1979). Materialovedenie i tekhnologiya proizvodstva khudozhestvennykh keramicheskikh izdelii. Moscow. (in Russian).
12. Budnikov, P. P. (1972). Khimicheskaya tekhnologiya keramiki i ogneporov. Moscow.
13. Rabinovich, M. G. (1971). Kul'turnyi sloi tsentral'nykh raionov Moskvy. In *Drevnosti Moskovskogo Kremlya*, Moscow, 9-116. (in Russian).
14. Lobzova, R. V., Kadikova, I. A., Biske, N. S., & Kolodei, V. A. (2015). Ramanovskaya spektroskopiya i IK-spektroskopiya chernoloshchenoi keramiki. *Vestnik RMO*, (1(136)), 399-400.
15. Gardiner, D. J. (1989). Introduction to Raman scattering. In *Practical Raman Spectroscopy* (pp. 1-12). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Поступила в редакцию
04.10.2025 г.

Принята к публикации
12.10.2025 г.

Ссылка для цитирования:

Холматова З. Н. Неолит Среднего Зарафшана: новые данные по керамике Сазаганской культуры // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №11. С. 529-540. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/120/62>

Cite as (APA):

Kholmatoeva, Z. (2025). Neolithic of the Middle Zeravshan: New Data on Sazagan Culture Pottery. *Bulletin of Science and Practice*, 11(11), 529-540. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/120/62>