

*М.А.Кулькова<sup>1</sup>, Т.М. Гусенцова<sup>2</sup>, А.М.Кульков<sup>3</sup>, М.А. Стрельцов<sup>1</sup>  
М.А. Kulkova, T.M. Gusentsova, A.M. Kulkov, M.A. Streltsov*

*<sup>1</sup>Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена,  
г. Санкт-Петербург, kulkova@mail.ru*

*<sup>2</sup>НИИ культурного и природного наследия, г. Санкт-Петербург,*

*<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург*

### **Глиняная посуда неолита-эпохи раннего металла Южного Приладожья: минералого-геохимические характеристики, технология изготовления и функциональные особенности использования**

### **Pottery from Neolithic-Early Metal Age sites of the southern part of Ladoga Lake basin (North-Western Russia): mineralogical and geochemical characteristics, technology and functional features**

Исследования минералогического и химического составов формовочных масс, технологии изготовления и функциональных особенностей древней керамики эпох неолита – раннего металла (4200–2200 лет до н.э.) на памятниках Южного Приладожья (Охта 1 и Подолье I) были проведены с помощью нескольких аналитических методов (рентгеноспектральный флуоресцентный анализ (XRF-WD), сканирующая электронная микроскопия с микрозондом (SEM-EDX), петрографический анализ, m-CT, определение стабильных изотопов  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  в пищевом нагаре и определение возраста нагара методом радиоуглеродного датирования), что позволило оценить изменения, которые происходили за эти периоды в выборе сырьевых ресурсов в связи с изменениями культурных традиций и появления нового населения, климатических факторов и доступности ресурсов, а также установить функции использования различных типов сосудов. Выделено несколько групп керамики неолита и раннего металла, которые различаются по составу формовочных масс, а также несколько групп посуды с примесью асбеста, которые отличаются по минеральному составу асбеста.

We examined mineralogical and geochemical compositions of ceramic pastes, technology, and functional features of ancient pottery of Neolithic-Early Metal Ages from Okhta 1 and Podolye I sites in the Southern part of the Ladoga Lake basin using analytical methods (XRF-WD, SEM-EDX, thin-section analysis, m-CT, the stable isotope analysis ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) of charred food crusts, radiocarbon dating) that provided to assess some changes in choose of raw sources connected with cultural traditions and the appearance of new people, environmental factors as well as the functional use of pottery in these periods. Several groups of pottery for the Neolithic and Early Metal Age were determined following their ceramic paste compositions and several groups of asbestos ceramics were divided on asbestos mineralogical composition.

Побережье Южного Приладожья (северо-запад России) впервые было заселено древними людьми в период мезолита после освобождения территории от последнего Валдайского ледника в начале голоцена. Период раннего неолита (6–5 тыс. до н.э.) представлен нарвской, сперрингс и ямочной культурными традициями. Носители посуды типичной гребенчатой и ямочно-гребенчатой (карельской) культурных традиций среднего неолита появились на этой территории в IV тыс. до н.э. В настоящее время наиболее полно и всесторонне исследованы два многослойных археологических памятника на территории Южного

Приладожья: Охта 1, в котором хронологически представлена керамика эпох неолита-раннего металла и стоянка Подолье I, на которой была обнаружена глиняная посуда, имеющая сходство по морфологическим и типологическим признакам с коллекцией посуды с поселения Охта 1 [Gusentsova, Kulkova, 2020].

Поселение Охта 1 расположено на песчаном мысу, образованном при слиянии р. Охта и Невы. Культурные слои эпох неолита – раннего металла, сложенные песчано-алевритовыми отложениями, были обнаружены под горизонтами отложений крепостей Ландскрона (XIII в.) и Ниеншанц (XVII в.). В нижнем культурном слое *in situ* сохранились остатки многочисленных деревянных конструкций, связанные, в основном, с промысловой деятельностью неолитического населения, носителей культуры гребенчато-ямочной и ямочно-гребенчатой керамики. Это население активно осваивало существовавшее здесь побережье древнего залива Балтийского моря, начиная с IV тыс. до н.э. После некоторого перерыва, связанного с изменением режима водоема, в эпоху энеолита (раннего металла) на территории памятника зафиксированы следы пребывания населения с глиняной посудой украшенной гребенчатым орнаментом с примесью в глиняном тесте органики и асбеста [Сорокин и др., 2009].

Стоянки Подолье 1–3 расположены в 4 км от южной границы Ладожского озера в бассейне р. Лава. На стоянке Подолье 1 выявлены два культурных горизонта. Первый верхний культурный слой сложен песчаными отложениями, под ним был обнаружен торфяной горизонт, содержащий второй культурный слой с хорошо сохранившимися деревянными конструкциями. В этой зоне обнаружены уникальные конструкции деревянных рыболовных ловушек эпохи неолита. Ранее аналогичные постройки были найдены на стоянке Охта 1 [Сорокин и др., 2009; Кулькова и др. 2010]. Находки керамических, каменных, костяных и деревянных построек относятся к разным литологическим горизонтам: песчано-алевритовым и торфяным. Глиняная посуда, как правило, содержит органические примеси, асбест и украшена штампом в виде гребенчатого орнамента и ямок. В слое торфа обнаружены черепки с ямочно-гребенчатым орнаментом, янтарные подвески, орудия и щепка из кремня и кварца, тесла русско-карельского типа.

Анализ минералогического и химического составов формовочной массы глиняных изделий, а также изучение условий обжига древней керамики дает ценную информацию об условиях быта, традициях и культуре древнего населения. Исследования керамики эпохи неолита-энеолита на памятниках Охта 1 [Кулькова, Гусенцова, 2012] и Подолье I дают возможность оценить изменения, которые происходили за эти периоды в выборе сырьевых ресурсов в связи с изменениями культурных традиций и появления нового населения, климатических факторов и доступности ресурсов, а также установить функции использования различных типов сосудов.

Анализ керамики проводился различными аналитическими методами (РСФА, сканирующая электронная микроскопия с микрозондом, петрографический анализ, микрофотография, определение стабильных изотопов ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) в пищевом нагаре и определение возраста нагара методом радиоуглеродного датирования). Тридцать образцов от фрагментов сосудов различных культурных традиций были исследованы методом петрографического анализа. В петрографических шлифах определялись различные характеристики керамического материала: природа и характеристики непластичных включений (минеральный состав, процентное содержание, размеры, форма, распределение и ориентация отдельных частиц); текстурные и оптические характеристики глинистой матрицы (двупреломление, цвет); форма, количество и ориентация пустот. Минеральный состав керамической пасты (термические переходы различных минеральных фаз) также позволяет определить примерную температуру и условия обжига глиняного изделия. Понимание природы этих процес-

сов может быть важным для нашего знания о прошлом, особенно в отношении источников минерального сырья, пространственного распределения связей, специализации производственных технологий и развития технологического процесса.

Петрографические исследования проводились с использованием поляризационного микроскопа Leica DM4500 P, оснащенного цифровой камерой Leica DFC 495 с 8-мп CCD, предназначенной для быстрого получения изображений с высоким разрешением.

Определение химического состава керамических образцов в различных точках поверхности и построение геохимических карт по разным элементам было проведено с помощью электронного сканирующего микроскопа (SEM-EDX) Hitachi S-3400N.

Некоторые технические характеристики образцов керамики, такие как открытая, закрытая и общая пористость, были получены методом микротомографии (m-CT, ScyScan 1174). С помощью этого метода также была проведена 3D визуализация пористого пространства, которая позволила реконструировать внешний облик включений (растительность, останки насекомых, раковины, перо), которые заполняли поры и разложились в процессе обжига.

Возраст керамики был установлен методом радиоуглеродного датирования пищевого нагара со стенок сосудов. Определение функциональных свойств посуды и характер пищи, которая готовилась в ней, было установлено на основе содержания стабильных изотопов ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) в пищевом нагаре с помощью масс-спектрометра (IRMS Nu-Instrument).

Для выявления источников сырья, которые могли использоваться для изготовления керамики, образцы глин и суглинков были отобраны из выходов глинистых отложений, расположенных в пределах различных раскопов на памятниках. Химический состав главных породообразующих окислов и микроэлементов образцов керамических фрагментов из разных групп, выделенных на основе петрографического анализа, был определен вместе с образцами глин методом рентгеноспектрального флуоресцентного анализа (12 образцов) (XRF-WD Спектроскан Макс).

По данным петрографического анализа можно выделить несколько групп, характеризующихся различным составом керамической пасты и отошителями.

Посуда эпохи неолита (группа I) включает две группы керамики, которые отличаются по орнаментации и технологии изготовления. В качестве отошителя в состав формовочной массы керамики обеих групп входит дресва магматических пород, песок и, в некоторых случаях, перо.

I. 1. Первая группа включает сосуды, орнаментированные круглыми, овальными или ромбической формы ямками и рядами гребенчатого штампа. Керамика изготовлена из глин гидрослюдистого или смектитового состава (тощих), кластического материала – 25 % с размерами угловатых зерен 0.6–0.12 мм следующего состава: кварц, полевой шпат, амфибол. В качестве отошителя использовалась дресва кристаллических пород (плаггиограниты – кварц, серицитизированный ортоклаз, микроклин, биотит) – 15 %. Размер обломков – 1.5–3 мм. Пористость 2 %, поры извилистой и вытянутой формы размером от 0.1 до 2 мм. Температура обжига 600–650 °С, обжиг костровой, в окислительной среде. Для сосудов такого типа с памятника Охта 1 получены даты по нагару 4066–3495 и 3995–3640 лет до н.э (2  $\sigma$ ) [Сорокин и др., 2009; Kulkova et al. 2014].

I. 2. Вторая группа керамики представлена сосудами, которые украшены ямочно-гребенчатым орнаментом, толщина стенок – 7–10 мм. Посуда изготовлена из глины гидрослюдистого состава или иногда смешанных глин, которые включают смектитовые ожелезненные (жирные) глины и гидрослюдистые (тощие) глины. Содержание кластического материала – 10–45 %, он представлен зернами мусковита, авгита, кварца, полевого шпата с размерами зерен 0.06–0.09 мм. В качестве отошителя в этой группе керамики используется

перо (30 %), размер включений 1–2 мм, некоторые включения выгорели не полностью и остались обугленные частицы, и кварц-полевошпатовый песок (10 %) с размером хорошо окатанных зерен 1–2 мм. В отдельных случаях вместо песка присутствует дресва кристаллических пород (плагиограниты, гнейсы, микроклиновые граниты) – 15 %, размеры обломков 1–1.5 мм. Сосуды имеют высокую пористость (30 %), поры извилистой и вытянутой формы размером от 0.1 до 2 мм. Поры образовались в результате неполного выгорания органических включений. Температура обжига составила 600–650 °С, обжиг костровой, в окислительной среде. Для сосуда с Подолья I, в котором в качестве отошителя входила гранитная дресва, дата по нагару – 3783–3363 лет до н.э. (2 σ).

Посуда эпохи позднего неолита-раннего металла (группа II) включает несколько типов посуды:

II. 1. Посуда тонкостенная (7 мм). Сосуды украшены разряженными рядами неглубоких овальных ямок или оттисков гребенчатого штампа, венчики прямые или слегка загнуты внутрь и орнаментированы короткими насечками или штампом. На поверхности некоторых сосудов также заметны следы заглаживания гребенчатым штампом. Сосуды крупные диаметром 30–60 см. Керамика изготовлена из глин смектитового состава (тощих). Кластический материал составляет 20 %, представлен зернами мусковита, кварца, плагиоклаза размером 0.06–0.09 мм. Отошитель представлен органическим веществом (пух+перо или измельченная растительность, 45–70 %). Пористость 40 %, поры образовались в результате выгорания органических включений. Обжиг костровой при 600–650 °С. Для одного из сосудов этого типа получена дата по нагару – 2702–2191 лет до н.э. [Сорокин и др., 2009; Kulkova et al. 2014]. Керамика, найденная на стоянке Подолье I, характеризуется добавкой измельченной растительности и кварцевого песка, которые были введены в формовочную массу. Тип растения был определен с помощью микротомографии как осока (*sedge Carex gen.*).

II. 2. Сосуды с примесью асбеста имеют слегка прикрытую или прямую форму диаметром 30–50 см. Керамика, как правило, тонкостенная (7 мм), плотная, бежевого, темно-коричневого цветов. На большинстве венчиков имеется орнамент в виде оттисков гребенчатого штампа или неглубоких ямочных вдавлений. Орнаментальное поле сосудов украшено наклонными оттисками гребенчатого штампа, образующего вертикальный зигзаг или геометрический узор. Для сосудов по нагару с памятника Охта 1 получены следующие даты: 3364–2871 лет до н.э.; 2580–2031 лет до н.э. (2 σ) [Сорокин и др., 2009; Kulkova et al. 2010]. Группа керамики с примесью асбеста включает несколько подгрупп, которые различаются по типу асбестового отошителя: серпентин, серпентизированный форстерит, актинолит, антофиллит, тальк. Также в качестве отошителя могли использоваться шамот и песок. По сосуду, в качестве отошителя в котором использовался асбест – тремолит ( $\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{11}]$ ) со стоянки Подолье I, получена дата по нагару – 3715–3483 лет до н.э. (2 σ).

II. 3. Группа включает керамику, орнаментированную в различной технике: ямочная, гребенчатая с узором в виде «елочки». В этой технологической группе имеется плоскодонный сосуд без орнамента и толстостенная керамика, украшенная оттисками сетки, нанесенной по ткани широким гребенчатым штампом. Керамика изготовлена из глин смектитового состава (тощие), содержащих 30 % кластического материала, который представлен кварцем, плагиоклазом, амфиболом с размером зерен 0.06–0.2 мм. В качестве отошителя применялись: 1) перо, пух (45 %), размер включений 1–2 мм, некоторые включения выгорели не полностью, остались обугленные частицы; 2) кварц-полевошпатовый песок (10 %) с размером хорошоокатанных зерен 0.5–1 мм; 3) шамот (до 15 %), в виде округлых включений, вероятно, представленных дробленой керамикой того же состава с размером зерен 0.5–1 мм. Пористость 40 %, поры извилистой и вытянутой формы размером от 0.1 до 0.7 мм. Поры образовались в результате неполного выгорания органических включений. Температура обжига 650–700 °С, обжиг костровой, в окислительной среде.

Кроме того, для некоторых типов формовочных масс глиняной посуды, найденной как на стоянке Подолье I, так и на памятнике Охта I, характерно присутствие дробленой раковины. Сосуд со стоянки Подолье, содержащий дробленую раковину и шамот, датируется 3695–3365 лет до н.э.

Полученные результаты по химическому составу образцов и отложений были обработаны методами математической статистики. Факторный анализ, метод главных компонент, позволил выделить группы образцов, наиболее близкие по составу на основе первых 2-х факторов. Вероятно, для изготовления керамики с минеральным отошителем (дресвой) использовались суглинки гидрослюдистого состава из пойменных речных отложений, которые залегают в нижних горизонтах отложений на памятниках. Для изготовления керамики с органическим отошителем (растительность, пух, перо) были использованы суглинки из более высоких горизонтов, которые сложены смектитовыми глинами. По минеральному составу глинистое сырье также можно разделить на 2 типа: гидрослюдистого и смектитового состава. Преобладание глин гидрослюдистого состава характерно для керамики неолитического периода. В этот период в керамике используется минеральный отошитель, который представлен либо дресвой магматических и осадочных кристаллических пород, либо песком. В качестве материала для отошителя использовались валуны кристаллических пород (плаггиограниты, граниты) ледникового генезиса, которые были раздроблены до состояния дресвы и просеяны, и песок с пляжа. По данным радиоуглеродного датирования остатков угля из слоя с керамикой такого типа, а также нагара с керамических сосудов, этот комплекс глиняной посуды можно отнести к периоду 4066–3495 лет до н.э. В это же время происходит формирование проточных водных потоков с глинистыми отложениями, богатыми гидрослюдистыми минералами, которые могли использоваться для изготовления посуды [Кулькова и др. 2010]. Другим источником являются смектитовые глины, которые образовались в зоне морского бассейна. Такой тип отложений мог сформироваться как после отступления Литоринового моря, так и в последующий период, когда в прибрежном мелководном бассейне происходит увеличение уровня воды. Эти типы отложений могли использоваться для изготовления горшков из смешанного типа глин. Смектитовые глины используются также для изготовления керамики позднего неолита – раннего металла.

Породы, содержащие асбест, который использовался в качестве отошителя, были привезены, по-видимому, из разных регионов Карелии или Финляндии. На памятнике Охта I керамика, содержащая асбест, представлена 5 типами, в качестве отошителя применяется: 1) серпентин-асбест с актинолитом; 2) тонкоизмельченный асбест – антофиллит; 3) серпентин-асбест с актинолитом + шамот; 4) серпентин-асбест с актинолитом + песок; 5) тальк. Эта группа керамики представлена широким разнообразием технологий, которые свидетельствуют о тесных культурных и экономических связях населения, проживавшего на этой территории, с группами населения с территорий Карелии и Финляндии в IV–III тыс. до н.э.

Исследования стабильных изотопов в пищевом нагаре сосудов показали, что, в основном, сосуды использовались для приготовления мяса животных. Только в одном из сосудов, найденных на стоянке Подолье I, были обнаружены следы морских животных. Возможно, сосуд использовался для приготовления ладожской нерпы, кости которой были найдены в том же слое, что и сосуд.

*Работа поддержана грантами РФФИ 19-18-00375 и РФФИ 20-35-90015.*

## Литература

Кулькова М.А., Сапелко Т.В., Лудикова А.В., Кузнецов Д.Д., Субетто Д.А., Нестеров Е.М., Гусенцова Т.М., Сорокин П.Е. Палеогеография и археология стоянок неолита – раннего металла в устье реки Охты (г. Санкт-Петербург) // Изв. Российского географического общества. 2010. 142(6). СПб.: Наука. С. 13–31.

Кулькова М.А., Гусенцова Т.М. Особенности технологии и источники сырья для изготовления глиняной посуды эпохи неолита – раннего металла на поселении Охта 1 в Санкт-Петербурге // Мезолит и неолит Восточной Европы: хронология и культурное взаимодействие. СПб.: ИИМК РАН, 2012. С. 200–206.

Сорокин П.Е., Гусенцова Т.М., Глухов В.О., Екимова А.А., Кулькова М.А., Мокрушин В.П. Некоторые результаты изучения поселения Охта 1 в Санкт-Петербурге. Эпоха неолита – раннего металла // Археологическое наследие Санкт-Петербурга. Вып. 3. СПб. 2009. С. 205–221.

Kulkova M.A., Gusentsova T.M., Nesterov E.M., Sorokin P.E., Sapelko T.V. Chronology of Neolithic – Early Metal Age sites at the Okhta River mouth (Saint Petersburg, Russia) // Radiocarbon. 2014. Vol. 54 (3–4). P. 1049–1063.

Gusentsova T., Kulkova M. The subsistence strategy and paleoenvironment on the Stone Age site Podolye 1 in the southern Ladoga Lake region (Eastern Baltic) // Quaternary International. 2020. Vol. 541. P. 41–51.

**А.В. Мандрыкина<sup>1</sup>, Е.Ю. Терещенко<sup>1,2</sup>**

**A.V. Mandrykina, E.Yu. Tereschenko**

<sup>1</sup>НацИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, mandrykina\_av@mail.ru

<sup>2</sup>Институт кристаллографии ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, г. Москва

### Электронно-микроскопические исследования античной краснолаковой керамики

#### Electron microscopy study of antique red glazed ceramics (sigillata)

В работе продемонстрировано применение комплекса электронно-микроскопических методов для исследования античной краснолаковой керамики, позволяющего получить локальные и интегральные характеристики состава и структуры изделий. Выявлены основные различия лакового слоя и керамической основы, а также получена дополнительная информация о составе лака, на основании чего сделаны предположения о технологических особенностях изготовления краснолаковой посуды.

A comprehensive electron microscopic study of antique red glazed ceramics was carried out in order to investigate its compositional and structural characteristics. The main differences between the layers of red glazed and the clay base were revealed. Additional information on the lacquer layer composition was found. This data gives rise to assumptions about the technological aspects of the antique red glazed ceramic manufacture.

Уже более ста лет ведутся многочисленные исследования краснолаковой керамики, в результате которых выделены различные производственные центры и разработана подробная хронологическая шкала. Основные группы восточно-средиземноморской керамики выделены пионерами этих работ З. Цаном [Zahn et al., 1904] и К. Кеньоном [Kenyon et al., 1957]. Разработки классификации керамики различных групп и обобщения работ других специалистов представлены в работах [Hayes, 1985; Журавлев, 2010]. Краснолаковая керамика является высококачественной посудой римского времени. С точки зрения археологии,