

УДК 903.024:550.84 (470.22)

РОЛЬ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ МЕТОДОВ В ИЗУЧЕНИИ ДРЕВНЕЙ КЕРАМИКИ КАРЕЛИИ

Т. А. Хорошун, И. М. Сумманен

Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН

Керамика является первым искусственным материалом, созданным человеком, что позволяет значительно расширить спектр методов для ее изучения. В статье представлены данные по физико-химическому, петрографическому и геохимическому анализам керамики эпохи неолита и Средневековья. Комплексное исследование древней посуды с применением естественно-научных методов с четко поставленными исследовательскими задачами необходимо для решения актуальных проблем древнего керамического производства. На основе данных физико-химического исследования неолитической керамики Карелии и петрографического анализа материалов гребенчато-ямочной и ромбо-ямочной керамики бассейнов Белого моря, Ладожского и Онежского озер удалось определить и охарактеризовать основные компоненты формовочных масс и их количественное соотношение, условия термической обработки. Новейшие методы геохимических исследований апробированы на материале из раскопок средневековых древнекарельских городищ. Получены новые данные по химическому и минералогическому составу керамического теста, а также выделены привозные изделия в посуде древних карелов и частично установлено место их изготовления.

Ключевые слова: керамика; древнее гончарное производство; неолит; Средневековье; физико-химические методы; петрографический и геохимический анализ; метод электронно-зондовой микроскопии; ICP-MS.

T. A. Khoroshun, I. M. Summamen. THE ROLE OF NATURAL SCIENCE METHODS IN ARCHAEOLOGICAL RESEARCH OF ANCIENT CERAMICS IN KARELIA

Ceramics is the first artificial material ever created by a human, which allows us to apply various methods to ancient pottery research. The article contains data on physical, petrographic, chemical and geochemical analyses of Neolithic and medieval ceramics. A complex analysis of ancient pottery using natural science techniques aimed at achieving definite research objectives is essential in tackling actual problems of archaeological study. Considering the data obtained from physicochemical analysis of Neolithic ceramics of Karelia and petrographic analysis of comb-pit and rhomb-pit ceramics of the White Sea, Ladoga and Onega Lake basins we managed to identify and characterize the main components of ceramic pastes, its quantitative relation and firing process conditions. The latest techniques of geochemical analyses were applied to the study of medieval pottery from ancient Karelian hillforts. New data on chemical and mineralogical composition of ceramic paste was obtained; moreover, imported vessels in Karelian ware and the place of their production were identified.

Keywords: ceramics; ancient pottery; Neolithic; Middle Ages; physical and chemical methods; petrographic analysis; geochemical analysis; SEM; ICP-MS.

История становления и развития методологии исследования керамики в отечественной археологии насчитывает более полутора веков. Вскоре после создания в 1864 г. Московского археологического общества, образование которого стало началом российской археологии, появились первые работы, направленные на анализ коллекций доисторической керамики [Городцов, 1899]. Исследования дореволюционного периода в целом носили любительский характер. По мнению Ю. Б. Цетлина, в этот период сформировался «эмоционально-описательный подход» к изучению керамики, основанный на визуальном анализе и попытках интуитивной систематизации материала [Цетлин, 2001. С. 65].

В советский период значительно совершенствуется теория и методология исследования керамики. Большая заслуга в этом принадлежит В. А. Городцову, внесшему неоценимый вклад в разработку главных принципов и методов изучения древней посуды. Именно он определил типологический метод как наиболее подходящий инструмент для систематизации керамического материала и одним из первых обратился к экспериментальной археологии, освоив реконструкцию способов формовки сосуда [Городцов, 1922, 1927]. В 1930-е годы появились результаты первых опытов использования методов естественных наук [Красников, 1931], однако распространение они получили значительно позже.

Во второй половине XX в. керамика впервые становится предметом живого интереса исследователей, и керамическое направление в археологии претерпевает качественные изменения. В данный период превалирует «формально-классификационный подход» [Цетлин, 2001. С. 66], и место наиболее дискуссионных проблем занимают такие, как построение типологических шкал керамики и датировка выделенных типов. Активно разрабатываются вопросы методики технологического анализа глиняной посуды. Широко применяются методы микроскопического исследования образцов керамики [Августиник, 1956; Кульская, 1940], впоследствии дополненные прогрессивными аналитическими методиками естественно-научных дисциплин (петрография).

С 1990-х годов начинается современный этап в истории изучения древней посуды, где в исследованиях сочетается традиционное и новое, теоретическая и экспериментальная археология [Сайко, Жущиховская, 1990; Глушков, 1996; Керамика..., 1989]. Теоретическая археология начинает тяготеть к привлечению методов естественных и точных наук. С учетом

развития технологий, их увеличивающейся доступности, а также придания особой роли междисциплинарным направлениям в современных научных исследованиях активный рост числа публикаций, освещающих результаты подобных работ, неудивителен. Первые наработки в данной области были осуществлены еще в 1960–1980-х годах [Гражданкина, 1965; Круг, 1965; Сайко, 1982]. Современные геофизические и геохимические методы исследования позволяют успешно определять химический и минералогический состав глин и примесных неорганических фракций, температуру обжига керамики, возраст сосуда, физико-механические свойства глиняной посуды [Дребушак, 2006; Ковалюх, Скрипкин, 2007].

Керамика является первым искусственным материалом, созданным человеком, что позволяет значительно расширить спектр методов для ее изучения. Сравнительно-типологический анализ по праву занимает первостепенное место при исследовании смешанных комплексов по основным морфо-типологическим и орнаментальным признакам. Между тем высокоинформативными являются методы смежных дисциплин, позволяющие решать сложные вопросы, связанные с древними технологиями.

Известно, что **физико-химические методы** для определения составов глиняной посуды использовались П. Н. Верюковым применительно к керамическим материалам поселений в бассейне Ладожского озера [Иностранцев, 1882. С. 168–170]. Первые попытки исследования археологической керамики на территории Карелии с использованием **методов естественных наук** предприняты совместно с сотрудниками Института геологии КарНЦ РАН¹. В задачу входило выяснение химического и минералогического состава формовочных масс керамики разных культурных типов среднего неолита – раннего энеолита (ямочно-гребенчатой, гребенчато-ямочной и ромбо-ямочной керамики).

Для определения химического состава использованы **полный силикатный и спектральный анализы, электронно-зондовая микроскопия**; для выяснения минералогического состава – **метод оптической микроскопии (петрографический) и рентгенофазовый анализ** [Хорошун, Ильина, 2006]. Полный силикатный анализ позволил установить процентное соотношение химических элементов

¹ Т. А. Хорошун выражает глубокую признательность директору Института геологии КарНЦ РАН д. г.-м. н. В. В. Щипцову и к. т. н. В. П. Ильиной за предоставленную помощь, поддержку в проведении исследования и консультации в ходе работы.

в составе глиняных масс. Полуколичественным спектральным анализом определен состав петрогенных (Ti, Mn) и редких (Ba, Cr) химических элементов в процентном соотношении. Элементы с содержанием >1 % являются породообразующими минералами и входят в состав глины (Na, Al, Fe). С помощью электронно-зондовой микроскопии установлен элементный состав образцов. Выделены составляющие компоненты глиняной массы: полиминеральная глина, плагиоклаз, наличие которых подтверждается результатами оптической микроскопии. Полученные сведения в основном характеризуют глину и ее свойства. Обобщенные показатели не позволили осуществить качественный анализ данных. Между тем этот опыт оказался полезным и необходимым условием для дальнейших изысканий.

На следующем этапе изучено 60 образцов из 14 поселений северного, юго-западного и восточного побережий Онежского озера [Хорошун, 2008, 2009]. Для определения процентного соотношения основных компонентов формовочной массы по химическому составу использованы **полный силикатный анализ** (ГОСТ 26 318–84) и результаты **электронно-зондовой микроскопии**. По результатам пересчета данных химического анализа содержание глинистого компонента варьирует в пределах 85–90 %, отощителя – 8–12 % и органического компонента – 2–7 %. Выяснено, что в качестве минеральной примеси использовался кварцевый песок либо тонкие фракции измельченных силикатных пород (на шлифах наблюдаются остроугольные и частично окатанные зерна). Установлено, что во всех образцах присутствует P_2O_5 , и это, возможно, свидетельствует о введении в массу в качестве добавки обожженных костей животных (по результатам **рентгенофазового анализа** наличие фосфорных соединений не обнаружено, что подтверждает наличие органического компонента).

Ранее высказывалось мнение, что состав формовочной массы (в том числе наличие примесей) может рассматриваться наряду с другими признаками керамики как культурный и хронологический показатель [Гурина, 1961. С. 50]. Полученные данные свидетельствуют, что для теста исследуемых типов керамики эпохи неолита можно выделить три составляющих: основное сырье – глина, отощающий компонент – окатанный песок или дресва, а также органический раствор в виде связки. При этом доля минерального компонента возрастает с уменьшением содержания органического компонента. Сочетание минеральных отощителей в формовочных массах поздненеолитической

керамики различается. Вероятно, их применение непосредственно связано с культурной традицией, физико-механическими свойствами исходного сырья и назначением сосудов.

Визуально состав глиняной массы ямочно-гребенчатой керамики отличается от составов более поздних типов (гребенчато-ямочная и ромбо-ямочная) по содержанию минеральных примесей (песок, дресва); их увеличение количественно совпадает с уменьшением показателя P_2O_5 , который характеризует наличие органического компонента. Возможно, это следствие приспособления к природным условиям или технологическая традиция. Отсутствие специальных исследований не позволяет проследить подобные зависимости в ямочно-гребенчатой и ромбо-ямочной керамике на других территориях. Между тем эти данные остаются достаточно обобщенными и не дают возможности детально охарактеризовать составы формовочных масс изучаемых образцов. Кроме того, сложной является и техническая подготовка образцов к дальнейшему лабораторному исследованию, в результате аргументация данных приобретает условный характер.

Древнее гончарство как сложный многоступенчатый процесс, включающий поиск и добычу сырья, его подготовку, конструирование и обжиг глиняной посуды, недостаточно изучен на территории Карелии. Попытки визуальных определений зачастую не дают полную информацию в связи с качественными характеристиками глиняной посуды – толстые стенки (до 1,3 см), рыхлое тесто, насыщенное минеральными включениями, плохо читаемые поры. Наиболее апробированным методом является **петрографическая и бинокулярная микроскопия**, позволяющая установить минералогический состав глинистого компонента и отощителя, определить естественные и искусственные добавки, а также их количественное соотношение, режим и температуру обжига изделия [Кулькова, 2012]. Преимуществом метода является увеличение информативных возможностей источника и получение более полных данных по минералогическому составу пластичной основы и примесей теста.

При изучении неолитической керамики отбирались образцы по разработанной методике анализа керамики смешанных комплексов [Хорошун, 2013], при которой приоритетными являются памятники с «чистыми» или условно «чистыми» комплексами, а также поселения, исследованные широкими площадями. Петрографический анализ позволил выявить минералогический состав формовочных масс (глинистый компонент и отощитель),

идентифицировать примеси и их происхождение (естественные/искусственные), определить их пропорции, условия температурной обработки сосудов.

Анализ образцов теста неолитической керамики выполнен в лаборатории кафедры геологии и геоэкологии факультета географии РГПУ им. Герцена. Изучение фрагментов произведено в шлифованных образцах с использованием бинокля МСБ-1 при увеличении в 16, 24 и 140 раз. Петрографическое исследование осуществлено в шлифах под поляризационным микроскопом Leica в РЦ «Геомодель» СПбГУ [Хорошун, Кулькова, 2014].

По различному составу формовочных масс и режиму обжига обозначено несколько рецептов изготовления древней глиняной посуды. Полученные данные важны для характеристики глины как основного компонента формовочных масс. Ее качественные особенности связаны с разным составом и условиями формирования месторождений (глины гидрослюдистого, смектитового и смешанных составов) [Глины..., 2010. С. 96–111]. Фиксируется разнообразие рецептов как внутри выделенных типов, так и по районам распространения. Количественно доля глинистого компонента в тесте варьирует от 30 до 90 % (чаще всего 40–70 %). Показатель минеральных примесей, как правило, постоянный и не меняется в зависимости от качественных характеристик состава глин (тощие или жирные).

В некоторых образцах, за исключением керамики внутренних районов Сямозера и Водлозера, в глине обнаружены органические примеси. Так, в бассейне Ладожского озера органика содержится в 12 % образцов гребенчато-ямочной и 16 % ромбо-ямочной керамики. Для бассейна Онежского озера наблюдается иная статистика: образцы ромбо-ямочной керамики с органикой более чем в два раза превышают показатели гребенчато-ямочной керамики (41 и 16 %).

Выделено равное количество рецептов с органической и без органической составляющей. Составы без органической примеси включают глину, дресву и шамот (размельченная керамика, не до конца высушенная и растертая глина); с органической добавкой – пух-перо, возможно, органический раствор, добавленный в глину вместе с дресвой и песком. Самые высокие показатели относятся к бассейнам оз. Сямозера, Ладожского озера и оз. Водлозеро (25–37 % для гребенчато-ямочной и 25–50 % для ромбо-ямочной керамики), исключение составляет гребенчато-ямочная керамика Онежского озера.

Общий рецепт без органики, состоящий из глины и дресвы, является наиболее распространенным для исследуемой керамики на всей территории Карелии. Минеральные добавки также представлены песком, шамотом-керамикой и шамотом-глиной. Совместное использование дресвы и песка в формовочных массах связано с ромбо-ямочной керамикой Белого моря, а также с гребенчато-ямочной Ладожского озера и оз. Сямозера и ромбо-ямочной керамикой Онежского озера, но вместе с органическим компонентом. Уникальный рецепт, состоящий из глины и органического компонента (пух-перо) без минерального отщителя, отмечен в образце гребенчато-ямочной керамики из Залавруги IV (бассейн Белого моря).

Важно отметить, что шамот фиксируется с дресвой и характерен для обоих типов керамики Ладожского озера и гребенчато-ямочной Онежского озера. Похожий состав, но с органической примесью – для ромбо-ямочной керамики памятников Ладожского озера и оз. Водлозеро и гребенчато-ямочной оз. Сямозера. Между тем в бассейне Ладожского озера чаще всего добавлялись дресва и шамот, на памятниках Онежского озера – песок, что непосредственно связано с особенностями распространения этих компонентов на локальных участках. Рецепты с минеральными добавками наиболее характерны для гребенчато-ямочной керамики в бассейне Ладожского озера (47 %) и для ромбо-ямочной в бассейне Онежского озера (40 %). Таким образом, составы формовочных масс изученных типов характеризуются разнообразием и находят между собой аналогии.

Несмотря на то что по результатам петрографического исследования чаще всего встречается кратковременный или долговременный обжиг при 600–750 °С, имеются данные по возможному восстановительному обжигу (ромбо-ямочная керамика поселения Залавруга IV). На нескольких образцах керамики отмечены следы воздействия высоких температур 800–950 °С. В последующем при получении дополнительных сведений и проведении серии экспериментов можно будет подойти к реконструкции процесса термической обработки изделий.

В целом эти результаты свидетельствуют о сложных процессах, интерпретация которых требует дальнейших исследований. Важно отметить, что впервые получены аргументированные данные по составам формовочных масс для поздненеолитической керамики районов Белого моря и в особенности Ладожского и Онежского озер (включая озера Сямозера

и Водлозеро), откуда происходят серии образцов. На данном этапе изучения прослеживается преобладание технологических традиций в изготовлении гребенчато-ямочной и ромбо-ямочной керамики. По всей видимости, разнообразие рецептов обусловлено приспособлением населения к природным ресурсам и функциональным назначением посуды. В последующем планируется продолжить начатое исследование с привлечением серий образцов, в особенности ромбо-ямочной керамики, не только памятников Карелии, но и сопредельных территорий для решения вопросов, связанных с развитием технологии древнего гончарства в позднем неолите.

Новейшие **методы геохимических исследований** апробированы на керамическом материале из раскопок древнекарельских городищ эпохи Средневековья [подробнее об истории и результатах их исследования см. Кочуркина, 2010]. Объектом геохимических анализов стали образцы теста гончарной керамики, изготовленной из ожелезненной и, в значительно меньшей степени, неожелезненной глины. Хронология бытования основных типов посуды на памятниках не выходит за рамки XII–XV веков.

Метод электронно-зондовой микроскопии (SEM) относительно недавно вошел в инструментарий археологических исследований в России [Хорошун, 2009; Ситдинов, Храмченкова, 2011], хотя за рубежом используется для изучения керамики с 1980-х годов [Maniatis, Tite, 1981; Tite et al., 1982]. Микрозондовый анализ успешно применяется для изучения формовочных масс керамики.

Абсолютное преимущество метода заключается в возможности точечного определения химического и минералогического состава как глинистой основы керамического теста, так и примеси – неорганических включений. Более того, микрозондовый анализ выявляет структурные особенности образца, что в ряде случаев позволяет установить наличие органической примеси в тесте, однако идентификация включений органики остается за пределами возможностей указанного метода. Опираясь на данные о структуре исследуемого образца, а именно – на степень спекания компонентов формовочной массы, можно определить относительную температуру обжига керамики. Так, визуально фиксируемое на изображении исчезновение четких границ между матрицей (глина) и искусственно введенных примесей (дресва, песок) свидетельствует о пребывании керамики в условиях высокотемпературного обжига (более 900–1000 °С).

Примечательна наглядность метода: микрозондовый анализ позволяет получать микро-снимки широкого диапазона разрешений. Данное обстоятельство имеет важное значение, так как, исходя из качественного состава теста (глина и минеральный отощитель), имеется возможность перейти к определению их количественного соотношения. Долю пластичной основы и примесей в процентах можно вычислить методом площадного подсчета.

Метод электронно-зондовой микроскопии также подходит для решения задач, связанных с определением источников сырья. Исследуя химический состав глины, можно установить вид сырья и приблизительно локализовать его источник, сопоставив данные химических составов образца керамики и пробы сырья из предполагаемого месторождения, однако для получения надежных результатов о близости месторождений по геохимическим характеристикам необходим прецизионный анализ (ICP-MS).

Исследования состава и морфологии минералов в образцах керамики осуществлялись на сканирующем электронном микроскопе VEGA 11 LSH фирмы TESCAN с энергетической анализирующей приставкой INCA Energy Oxford Instruments [Поташева и др., 2013]¹. Микрозондовым анализом исследована небольшая серия образцов (шесть проб) с целью получения информации о составе теста сосудов и определения потенциальных возможностей метода. Каждый образец просматривался на предмет пористости, химического состава матрицы – основы формовочной массы (глины) и включений отощителя – дресвы или песка, для которого отдельно учитывались размеры и форма. Для выявленной органической примеси фиксировались размер и структура.

В результате проведенного исследования установлено, что для изготовления большинства сосудов использовалась ожелезненная иллитовая или монтмориллонитовая глина. Значительно реже применялась слабо ожелезненная или неожелезненная глина, основу которой составлял каолинит. В качестве минеральной примеси широко добавлялась гранито-гнейсовая дресва, тогда как в тесте керамики типов, распространившихся с XIII–XIV вв., зафиксирован песок кварц-полевошпатового состава. В процессе изучения структуры теста установлено наличие органики в формовочной массе:

¹ И. М. Сумманен выражает искреннюю благодарность к. г.-м. н. С. Ю. Чаженгиной (ИГ КарНЦ РАН) за помощь в проведении SEM-анализа образцов круговой керамики и интерпретации результатов.

в некоторых образцах часть ее выгорела и оставила лакуны в тесте, в других обнаруживались редкие остатки углеродистого вещества, которое предположительно идентифицировано как древесный уголь. По этнографическим и археологическим данным известно, что толченый древесный уголь и древесная зола могли применяться в качестве отощителя теста [Бобринский, 1978. С. 99].

Таким образом, микронзондовый анализ является эффективным инструментом изучения технологии производства керамики: рецептуры составления формовочных масс, обжига изделий. Полученная информация крайне важна для осуществления экспериментов, связанных с реконструкцией процесса изготовления посуды. Электронный микроскоп позволяет вести фотофиксацию в ходе работы, что обеспечивает наличие наглядных иллюстративных материалов исследования. Недостатки метода электронно-зондовой микроскопии главным образом связаны с временными затратами, связанными с длительным процессом подготовки проб и непосредственно анализа образцов. За пределами возможностей метода также остается идентификация состава органических веществ, ввиду того что одна из стадий подготовки образцов заключалась в напылении шлифованной поверхности фрагмента керамики углеродом.

Одним из последних достижений в геохимических исследованиях археологической керамики стало применение **масс-спектрометрии с индуктивно-связанной (ICP-MS)**. За рубежом метод ICP-MS активно привлекается для решения различных археологических задач, в том числе связанных с изучением керамического производства [Pillay, 2001; Hein et al., 2002; Robertson et al., 2002; Little et al., 2004]. В отечественной науке методика масс-спектрометрического исследования керамики впервые апробирована на гончарной керамике средневековой Карелии [Поташева, Светов, 2013, 2014]¹.

Проблема идентификации привозных и импортных изделий всегда вызывала особенный интерес, ввиду того что наличие подобных вещей в коллекциях указывает на связи использовавшего их населения с представителями других культур. Как правило, данная задача является непростой и решается с помощью технологического анализа предметов. Тем не менее

новшества технологий производства зачастую заимствовались мастерами и быстро усваивались в чужой среде, и традиционный технико-технологический анализ продукции не всегда дает надежный результат. С этой точки зрения высокоточный геохимический анализ объектов является универсальным инструментом для идентификации материалов, из которых изготовлены различные категории находок. В основе метода лежит принцип обнаружения редких и редкоземельных элементов (REE) в образцах, в данном случае – пробах керамического теста. Концентрация этих элементов в веществах настолько мала, что они используются как геохимические маркеры и по идентификационным возможностям сравнимы с папиллярным узором на пальцах человека.

Данная методика заимствована из геологии, где ICP-MS анализ используется для распознавания горных пород и различных геологических объектов. Фрагмент средневековой керамики фактически представляет собой гетерогенный объект, в состав которого входят минералы осадочных пород (глина) и магматических пород кислого состава (гранито-гнейсы). Органика, которая могла присутствовать в составе формовочной массы, не влияет на геохимический результат, ввиду нечувствительности анализатора прибора к ее наличию. Таким образом, древняя керамика анализировалась, по сути, как геологический объект, однако неоднородность состава впоследствии сказалась на интерпретации результатов.

Для геохимического анализа керамики отобрано 104 образца, из которых 75 проб представлены образцами теста гончарных сосудов городищ Северо-Западного Приладожья, пять – пробами посуды из крепости Орешек, 11 – фрагменты гончарных горшков из Новгорода, один – экспериментально взятый образец керамики из древнего Олонца. В качестве эталонных проб для керамики с городищ Хямеенлахти, Терву и Соскуа взяты пробы глин с близлежащих территорий, для новгородской керамики – материковая глина из раскопок в Славенском конце Новгорода, для образцов посуды из Тиверска и Паасо – фрагменты глиняной обмазки (глина применялась жителями для обмазывания фундаментов жилых построек, соответственно добывалась поблизости), для олонцкого сосуда – проба глины из современной гончарной мастерской г. Олонца.

В результате аналитических исследований определена концентрация в пробах следующих элементов: Li, Be, P, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, Hf, Ta, Tl, Pb, Bi, Th, U и группы

¹ И. М. Сумманен выражает глубокую признательность д. г.-м. н. С. А. Светову и д. г.-м. н. А. И. Слабунову за поддержку в организации и проведении исследования, консультации в ходе работы.

лантаноидов. Анализ результатов, сопровождаемый построением бинарных диаграмм, традиционно используемым для обработки данных, полученных методом ICP-MS, показал, что наибольшее различие в глинах, используемых для изготовления керамики, отмечается для таких элементов, как Ti, V, Cr, Y, REE и лантаноиды. На диаграммах маркеры химических составов теста сосудов образовали несколько групп. Критерием для подобного разделения послужила различная концентрация элементов, выступающих в качестве идентификаторов видов сырья различных по генетическому типу месторождений. Близость расположения фигуративных точек и их приуроченность к одной зоне свидетельствует о схожести их химического состава. Соответственно, сосуды, маркеры теста которых образовали различные области, изготовлены из глины, происходящей из разных месторождений. Так, установлено, что основная масса гончарной посуды городищ является продуктом местного керамического производства, базировавшегося на местных запасах сырья. В керамике выделены привозные изделия, для которых частично установлен производственный центр – древний Орешек.

Таким образом, выбранная методика оправдала ожидания и позволила решить поставленные задачи. Высокая точность анализа обеспечивает надежность полученных результатов. Немаловажным является такое качество ICP-MS исследования, как экспрессность, что позволяет изучать крупные серии образцов за короткий срок.

С другой стороны, в процессе интерпретации результатов мы столкнулись с трудностями, обусловленными экстраполяцией методики исследования геологических объектов природного происхождения на объект, по сути, составленный теми же материалами, но искусственно созданный человеком. Другими словами, на результаты геохимического исследования влияет процесс контаминации химического состава глины материалом отощителя (происходит в процессе замешивания глины и примеси), что необходимо учитывать при оценке полученных данных. Возможное решение сложившейся ситуации состоит в выявлении зависимости распределения элементов-маркеров в химическом составе пробы от рецептуры составления формовочной массы. Следовательно, следующим шагом в исследованиях данного направления видится создание эталонов керамического теста с различной концентрацией компонентов (глина, дресва, песок) и их последующий анализ с целью определения

закономерности влияния геохимического состава минеральных добавок на валовой химический состав образца.

Таким образом, используя различные аналитические методики естественно-научных дисциплин (петрографический, полный силикатный, спектральный, рентгенофазовый, масс-спектрометрический анализы, петрография, электронно-зондовая микроскопия) в исследовании доисторической керамики памятников Карелии эпохи неолита – Средневековья, удалось установить химический и минералогический состав формовочных масс, охарактеризовать основные компоненты теста и их количественное соотношение, определить условия термической обработки готовых изделий. В гончарной керамике средневековой корелы выделены привозные изделия, часть из которых получила производственный адрес. Зафиксированные изменения в технологии изготовления посуды свидетельствуют о более масштабных процессах, связанных с развитием материальных культур населения Карелии в рассматриваемые периоды.

Следовательно, комплексное исследование древней керамики с применением естественно-научных методов, в особенности для решения актуальных аспектов древнего керамического производства, оправданно и обосновано поставленными исследовательскими задачами. Разумное использование достижений смежных дисциплин позволяет значительно расширить информационные возможности археологических источников и критически подойти к анализу материала и историческим интерпретациям.

Статья выполнена при финансовой поддержке РГНФ и Правительства Республики Карелия, в рамках проекта проведения научных исследований («Гончарное производство и сырьевая база на территории Карелии (эпоха каменного века – Средневековье»), проект № 14–11–10 002.

Литература

Августиник А. И. К вопросу о методике исследования древней керамики // КСИИМК. 1956. Вып. 64. С. 149–156.

Актуальные проблемы изучения древнего гончарства (коллективная монография). Самара: СамГПУ, 1999. 233 с.

Бобринский А. А. Гончарство Восточной Европы. Источники и методы изучения. М.: Наука, 1978. 275 с.

Витенкова И. Ф. Памятники позднего неолита на территории Карелии. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2002. 183 с.

- Глушков И. Г. Керамика как археологический источник. Новосибирск: Ин-т археологии и этнографии СО РАН, 1996. 327 с.
- Городцов В. А. К выяснению древнейших приемов гончарного дела // Казанский музейный вестник. 1922. № 2. С. 178–187.
- Городцов В. А. Типологический метод в археологии // Труды общества исследователей Рязанского края. Серия методическая. Рязань, 1927. Вып. VI. С. 1–8.
- Городцов В. А. Русская доисторическая керамика // Труды XI Археологического съезда в Киеве 1899. М., 1901. Т. 1. С. 576–672.
- Гражданкина Н. С. Методика химико-технологического исследования древней керамики // Археология и естественные науки. М.: Наука, 1965. С. 152–160.
- Гурина Н. Н. Древняя история северо-запада Европейской части СССР // МИА. 1961. № 87. 588 с.
- Дребушак В. А. Физико-химическое исследование керамики (на примере изделий переходного периода) // Интеграционные проекты СО РАН. Новосибирск, 2006. Вып. 6. 98 с.
- Керамика как исторический источник. Новосибирск: Наука, 1989. 177 с.
- Ковалюх Н. Н., Скрипкин В. В. Радиоуглеродное датирование археологической керамики жидкостным сцинтилляционным методом // Радиоуглерод в археологических и палеоэкологических исследованиях. СПб.: ИИМК РАН, 2007. С. 120–126.
- Кочкуркина С. И. Древнекарельские городища эпохи Средневековья. Петрозаводск; СПб.: Взлет, 2010. 264 с.
- Красников И. П. Трипольская керамика // СГАИМК. 1931. № 3. С. 10–12.
- Круг О. Ю. Применение петрографии в археологии // Археология и естественные науки. М., 1965. С. 146–151.
- Кулькова М. А. Методы прикладных палеоландшафтных геохимических исследований. СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2012. 152 с.
- Кульская О. А. Химико-технологические исследования ольвийских керамических изделий // Ольвия. Киев, 1940. С. 171–185.
- Осипов В. И., Соколов В. Н. Глины России. Состав, строение и формирование свойств. М.: ГЕОС, 2013. 576 с.
- Поташева И. М., Светов С. А. Геохимические исследования в археологии: ICP-MS анализ образцов круговой керамики древнекарельских городищ // Труды КарНЦ РАН. Петрозаводск, 2013. № 3. С. 136–142.
- Поташева И. М., Светов С. А. ICP-MS анализ древней керамики как метод определения источников сырья и места производства гончарной продукции // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки. Петрозаводск, 2014. № 4 (141). С. 71–77.
- Поташева И. М., Чаженгина С. Ю., Светов С. А. Возможности применения микрозондового анализа образцов круговой керамики к изучению технологии древнего гончарства карелов в эпоху Средневековья // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки. № 8 (137). Петрозаводск, 2013. С. 44–50.
- Сайко Э. В., Жущиховская И. С. Методы микроскопии в исследовании древней керамики. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. 52 с.
- Сайко Э. В. Техника и технология керамического производства Средней Азии в историческом развитии. М.: Наука, 1982. 210 с.
- Ситдииков А. Г., Храмченкова Р. Х. Типология поливной керамики Казанского ханства и анализ ее элементного состава // Вестник ТГГПУ. 2011. № 3 (25). С. 125–132.
- Хорошун Т. А. Физико-химическое исследование неолитической керамики южной Карелии // Вестник Поморского университета. № 3. Архангельск, 2008. С. 100–103.
- Хорошун Т. А. К вопросу использования местных ресурсов для изготовления древней глиняной посуды (развитый неолит – энеолит) // Адаптация культуры населения Карелии к особенностям местной природной среды периодов мезолита – Средневековья. Гуманитарные исследования. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. Вып. 4. С. 98–110.
- Хорошун Т. А. Памятники с ямочно-гребенчатой и ромбо-ямочной керамикой на западном побережье Онежского озера (конец V – начало III тыс. до н. э.): автореф. ... канд. ист. наук. М.: ИА РАН, 2013. 18 с.
- Хорошун Т. А., Ильина В. П. Использование физико-химических методов при изучении керамики неолита–энеолита (по материалам памятника Вигайнаволок I) // Северная Европа в XXI веке: природа, культура, экономика: матер. Междунар. науч. конф., посвящ. 60-летию КарНЦ РАН. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006. С. 315–318.
- Хорошун Т. А., Кулькова М. А. Технология изготовления и состав глиняной посуды неолита Карелии // Геология, геоэкология, эволюционная география. Том XII / Под ред. Е. М. Нестерова, В. А. Снытко. СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2014. С. 252–259.
- Цетлин Ю. Б. Эволюция исследовательских подходов к изучению керамики в археологии // Древние ремесленники Приуралья. Ижевск: УИИЯЛ УрО РАН, 2001. С. 54–74.
- Tite M. S., Freestone I. C., Meeks N. D., Bimson M. The Use of Scanning Electron Microscopy in the Technological Examination of Ancient Ceramics // Ceramics as Archaeological Material. Washington, 1982. P. 109–120.
- Maniatis Y., Tite M. S. Technological Examination of Neolithic-Bronze Age Pottery from Central and South-east Europe // Journal of Archaeological Science. 1981. No 8. P. 59–76.
- Hein A., Tsolakidou A., Iliopoulos I. et al. Standardisation of elemental analytical techniques applied to provenance studies of archaeological ceramics: an inter laboratory calibration study // Analyst. 2002. 127 (4). P. 542–553.
- Little N. C., Kosakowsky L. J., Speakman R. J. et al. Characterization of Maya pottery by INAA and ICP-MS

// Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 2004. Vol. 262, No 1. P.103–110.

Pillay A. E. Analysis of archaeological artefacts: PIXE, XRF or ICP-MS? // Journal of Radioanalytical

and Nuclear Chemistry. 2001. Vol. 247, iss. 3. P. 593–595.

Поступила в редакцию 25.02.2015

Список сокращений

ДВО АН СССР – Дальневосточное отделение Российской академии наук

ИА РАН – Институт археологии Российской академии наук, Москва

ИИМК – Институт истории материальной культуры РАН

КарНЦ РАН – Карельский научный центр Российской академии наук

КСИА – Краткие сообщения о докладах и полевых исследованиях Института археологии, Москва

КСИИМК – Краткие сообщения о докладах и полевых исследованиях Института истории материальной культуры, Москва-Ленинград

МИА – Материалы и исследования по археологии СССР, Москва-Ленинград

РГПУ им. А. И. Герцена – Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

СГАИМК – Сообщения Государственной Академии истории материальной культуры

СО РАН – Сибирское отделение Российской академии наук, Новосибирск

ТГГПУ – Татарский государственный гуманитарно-педагогический университет, Казань

УИИЯЛ УрО РАН – Удмуртский институт истории, языка и литературы Уральского отделения Российской академии наук, Ижевск

References

Aktual'nye problemy izucheniya drevnego goncharstva [Actual problems of ancient pottery investigation]. Samara: SamGPU, 1999. 233 p.

Avgustinik A. I. K voprosu o metodike issledovaniya drevnei keramiki [On the question of methodology in the study of ancient ceramics]. KSIIMK. 1956. Iss. 64. P. 149–156.

Bobrinskii A. A. Goncharstvo Vostochnoi Evropy. Istochniki i metody izucheniya [Pottery of Eastern Europe. Sources and methods of study]. Moscow: Nauka, 1978. 275 p.

Drebushchak V. A. Fiziko-khimicheskoe issledovanie keramiki (na primere izdelii perekhodnogo perioda) [Physicochemical studies of ceramics (example of transitional period wares)]. *Integratsionnye proekty SO RAN* [Integration projects of SB RAS]. Novosibirsk, 2006. Iss. 6. 98 p.

Glushkov I. G. Keramika kak arkhologicheskii istochnik [Ceramics as archaeological source]. Novosibirsk: In-t arkhologii i etnografii SO RAN, 1996. 327 p.

Gorodtsov V. A. K vyasneniyu drevneishikh priemov goncharnogo dela [Exploring ancient pottery techniques]. *Kazanskii muzeinyi vestnik* [Kazan Museum Herald]. 1922. No 2. P. 178–187.

Gorodtsov V. A. Russkaya doistoricheskaya keramika [Russian prehistoric pottery]. *Trudy XI Arkheologicheskogo s'ezda v Kieve 1899* [Transactions of the 11th Archaeological Congress in Kiev, 1899]. Moscow, 1901. Vol. 1. P. 576–672.

Gorodtsov V. A. Tipologicheskii metod v arkhologii [Typological method in archaeology]. *Trudy obshchestva issledovatelei Ryazanskogo kraja. Seriya metodicheskaya* [Proceedings of the Society of the Ryazan region researchers. Methodological series]. Ryazan', 1927. Iss. VI. P. 1–8.

Grazhdankina N. S. Metodika khimiko-tekhnologicheskogo issledovaniya drevnei keramiki [Chemico-technological methods of studying ancient pottery]. *Arkheologiya i estestvennye nauki* [Archaeology and natural sciences]. Moscow: Nauka, 1965. P. 152–160.

Gurina N. N. Drevnyaya istoriya Severo-zapada Evropeiskoi chasti SSSR [The ancient history of the North-West of the European part of the USSR]. *MIA*. 1961. No 87. 588 p.

Keramika kak istoricheskii istochnik [Ceramics as a historical source]. Novosibirsk: Nauka, 1989. 177 p.

Khoroshun T. A. Fiziko-khimicheskoe issledovanie neoliticheskoi keramiki yuzhnoi Karelii [Physicochemical study of Neolithic ceramics from South Karelia]. *Vestnik Pomorskogo universiteta* [Herald of Pomor University]. Arkhangel'sk, 2008. No 3. P. 100–103.

Khoroshun T. A. K voprosu ispol'zovaniya mestnykh resursov dlya izgotovleniya drevnei glinyanoi posudy (razvityi neolit – eneolit) [On the use of local resources in the manufacture of ancient pottery (developed Neolithic – Eneolithic)]. Adaptatsiya kul'tury naseleniya Karelii k osobennostyam mestnoi prirodnoi sredy periodov mezolita – Srednevekov'ya. Gumanitarnye issledovaniya [Adaptation of Karelian culture to local environmental features in the Mesolithic – Medieval period. Humanities]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2009. Iss. 4. P. 98–110.

Khoroshun T. A. Pamyatniki s yamochno-grebenchatoi i rombo-yamochnoi keramikoi na zapadnom poberezh'e Onezhskogo ozera (konets V – nachalo III tys. do n. e.) [Comb-pit and rhomb-pit pottery from the sites on the western coast of Lake Onega (the end of the 5th – beginning of the 3rd millennium BP)]:

avtoref. ... kand. ist. nauk [abstract of Ph. D. thesis, Hist.]. Moscow: IA RAN, 2013. 18 p.

Khoroshun T. A., Il'ina V. P. Ispol'zovanie fiziko-khimicheskikh metodov pri izuchenii keramiki neolita-eneolita (po materialam pamyatnika Vigainavolok I) [Application of physicochemical methods for studying Neolithic-Eneolithic ceramics (based on the data from Vigainavolok I site)]. Severnaya Evropa v XXI veke: priroda, kul'tura, ekonomika: Mater. Mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 60-letiyu KarNTs RAN [Northern Europe in the 21st century: nature, culture, economy. Proc. of intern. scien. conf., dedicated to the 60th anniversary of KarRC RAS]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2006. P. 315–318.

Khoroshun T. A., Kul'kova M. A. Tekhnologiya izgotovleniya i sostav glinyanoi posudy neolita Karelii [Neolithic ceramics of Karelia: manufacturing technologies and composition]. Geologiya, geoekologiya, evolyutsionnaya geografiya [Geology, geoecology and evolutionary geography]. Eds. E. M. Nesterova, V. A. Snytko. St. Petersburg: RGPU im. A. I. Gertsena, 2014. Vol. XII. P. 252–259.

Kovalyukh N. N., Skripkin V. V. Radiouglerodnoe datirovanie arkheologicheskoi keramiki zhidkostnym stsintillyatsionnym metodom [Radiocarbon dating of archaeological ceramics by liquid scintillation method]. Radiouglerod v arkheologicheskikh i paleoekologicheskikh issledovaniyakh. St. Petersburg: IIMK RAN, 2007. P. 120–126.

Kochkurkina S. I. Drevnekarel'skie gorodishcha epokhi Srednevekov'ya [Ancient Karelian hillforts in the Middle Ages]. Petrozavodsk; St. Petersburg: Vzlet, 2010. 264 p.

Krasnikov I. P. Tripol'skaya keramika [Tripoli ceramics]. SGAIMK. 1931. No 3. P. 10–12.

Krug O. Yu. Primenenie petrografii v arkheologii [Application of petrography to archaeology]. *Arkheologiya i estestvennye nauki* [Archaeology and natural sciences]. Moscow, 1965. P. 146–151.

Kul'kova M. A. Metody prikladnykh paleolandshaftnykh geokhimicheskikh issledovaniy [Methods of applied paleolandscape geochemical studies]. St. Petersburg: RGPU im. A. I. Gertsena, 2012. 152 p.

Kul'skaya O. A. Khimiko-tekhnologicheskie issledovaniya ol'viiskikh keramicheskikh izdelii [Chemico-technological studies of Olvian pottery]. *Ol'viya*. Kiev, 1940. P. 171–185.

Osipov V. I., Sokolov V. N. Gliny Rossii. Sostav, stroenie i formirovanie svoystv [Russian clays.composition, structure and formation of their properties]. Moscow: GEOS, 2013. 576 p.

Potasheva I. M., Svetov S. A. Geokhimicheskie issledovaniya v arkheologii: ICP-MS analiz obraztsov krugovoi keramiki drevnekarel'skikh gorodishch [Geochemical research in archaeology: ICP-MS analysis of wheel-thrown pottery samples from ancient Karelian hillforts]. *Trudy KarNTs RAN* [Transactions of the KarRS of RAS]. Petrozavodsk, 2013. No 3. C. 136–142.

Potasheva I. M., Svetov S. A. ICP-MS analiz drevnei keramiki kak metod opredeleniya istochnikov syr'ya i mesta proizvodstva goncharnoi produktsii [ICP-MS analysis of ancient ceramics as identification method of clay sources and pottery production area]. *Uchenye*

zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki [Proc. of Petrozavodsk State Univ. Series: Natural and engineering sciences]. Petrozavodsk, 2014. No 4 (141). P. 71–77.

Potasheva I. M., Chazhengina S. Yu., Svetov S. A. Vozmozhnosti primeneniya mikrozonodovogo analiza obraztsov krugovoi keramiki k izucheniyu tekhnologii drevnego goncharstva karelov v epokhu Srednevekov'ya [Possibilities of using electronic microscopy analysis of wheel-thrown pottery samples in study of ancient Karelian pottery production technology used in Middle Ages]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Proc. of Petrozavodsk State Univ. Series: Natural and engineering sciences]. Petrozavodsk, 2013. No 8 (137). P. 44–50.

Saiko E. V., Zhushchikhovskaya I. S. Metody mikroskopii v issledovanii drevnei keramiki [Microscopic methods in the study of ancient pottery]. Vladivostok: DVO AN SSSR, 1990. 52 p.

Saiko E. V. Tekhnika i tekhnologiya keramicheskogo proizvodstva Srednei Azii v istoricheskom razvitii [The technique and technology of ceramic production of Middle Asia in historical development]. Moscow: Nauka, 1982. 210 p.

Sitdikov A. G., Khramchenkova R. Kh. Tipologiya polivnoi keramiki Kazanskogo khanstva i analiz ee elementnogo sostava [Classification of glazed ceramic of Kazan khanate and analysis of its elemental composition]. *Vestnik TGGPU*. 2011. No 3 (25). P. 125–132.

Tsetlin Yu. B. Evolyutsiya issledovatel'skikh podkhodov k izucheniyu keramiki v arkheologii [Evolution of scientific approaches in the study of ancient ceramics in archaeology]. *Drevnie remeslenniki Priural'ya* [Ancient artisans of the Urals]. Izhevsk: UIYaL UrORAN, 2001. P. 54–74.

Vitenkova I. F. Pamyatniki pozdnego neolita na territorii Karelii [The Late Neolithic sites on the territory of Karelia]. Petrozavodsk: KarRS of RAS, 2002. 183 p.

Hein A., Tsolakidou A., Iliopoulos I. et al. Standardisation of elemental analytical techniques applied to provenance studies of archaeological ceramics: an inter laboratory calibration study. *Analyst*. 2002. 127 (4). P. 542–553.

Little N. C., Kosakowsky L. J., Speakman R. J., Glascock M. D., Lohse J. C. Characterization of Maya pottery by INAA and ICP-MS. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2004. Vol. 262, No 1. P. 103–110.

Maniatis Y., Tite M. S. Technological Examination of Neolithic-Bronze Age Pottery from Central and Southeast Europe. *Journal of Archaeological Science*. 1981. No 8. P. 59–76.

Pillay A. E. Analysis of archaeological artefacts: PIXE, XRF or ICP-MS? *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2001. Vol. 247, iss. 3. P. 593–595.

Tite M. S., Freestone I. C., Meeks N. D., Bimson M. The Use of Scanning Electron Microscopy in the Technological Examination of Ancient Ceramics. *Ceramics as Archaeological Material*. Washington, 1982. P. 109–120.

Received February 25, 2015

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Хорошун Татьяна Анатольевна

научный сотрудник, к. и. н.
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,
Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: tattya@list.ru

Сумманен Ирина Михайловна

младший научный сотрудник
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,
Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: irina.potasheva@mail.ru

CONTRIBUTORS:

Khoroshun, Tatiana

Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: tattya@list.ru

Summanen, Irina

Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: irina.potasheva@mail.ru