

УДК 903.024:550.84(470.22/23)«10/15»

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРХЕОЛОГИИ: ICP-MS АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ КРУГОВОЙ КЕРАМИКИ ДРЕВНЕКАРЕЛЬСКИХ ГОРОДИЩ

И. М. Поташева¹, С. А. Светов²

¹*Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН*

²*Институт геологии Карельского научного центра РАН*

В современной исследовательской практике междисциплинарный подход к решению различных научных задач занимает все более значимое место. В настоящей статье предпринимается попытка привлечения методов прецизионного геохимического анализа к изучению средневековой гончарной керамики, происходящей с древнекарельских памятников Северо-Западного Приладожья. Проведено масс-спектрометрическое (ICP-MS) изучение глин из 48 образцов керамической массы и четырех месторождений глины в пределах Северо-Западного Приладожья с целью определения возможного ареала происхождения гончарных изделий. По химическому составу образцы распадаются на три группы сосудов, глина для изготовления которых добывалась из трех разных источников: сосуды местного производства из красножгущейся глины, белоглиняные горшки и импортные изделия. Результаты геохимического анализа показали эффективность применения и перспективность дальнейшей разработки данного метода в археологическом исследовании древней посуды.

К л ю ч е в ы е с л о в а : масс-спектрометрия, ICP-MS, гончарная керамика, древнекарельские городища, Северо-Западное Приладожье, Средневековье.

I. M. Potasheva, S. A. Svetov. GEOCHEMICAL RESEARCH IN ARCHAEOLOGY: ICP-MS ANALYSIS OF WHEEL-THROWN POTTERY SAMPLES FROM ANCIENT KARELIAN HILLFORTS

Interdisciplinary approach is becoming more and more essential in tackling different scientific problems in modern research practice. The paper describes an attempt to apply precise geochemical analysis techniques to the study of medieval wheel-thrown pottery unearthed during the excavations in North-Western Priladozhje. Mass-spectrometric (ICP-MS) analysis of ceramic shards' clay from 48 pottery-ware samples and four specimens of clay from deposits in Southern Karelia and the Leningrad region was carried out to determine the possible provenance of the pottery. According to the chemical composition, the samples form three groups of vessels made of clay obtained from three different sources: local pottery made of red-burning clay, white-burning clay ceramics and imported ware. The results proved geochemical research is an effective method with good potential for further development in archaeological ceramics studies.

K e y w o r d s : mass-spectrometry, ICP-MS, wheel-thrown pottery, ancient Karelian hillforts, North-Western Priladozhje, Middle Ages.

В эпоху Средневековья на территориях, расположенных на северо-западном побережье Ладоги, проживала летописная корела. Укрепленные древнекарельские поселения размещались вблизи современных населенных пунктов (г. Приозерск Ленинградской области, поселки Куркиеки и Терву Лахденпохского района, г. Сортавала Сортавальского района Республики Карелия). Основной археологический материал памятников свидетельствует об их функционировании в XII–XIV вв. [Кочкуркина, 2010. С. 49, 87, 94, 107, 126].

Объектом детального геохимического исследования стала коллекция гончарной керамики городищ Тиверск, Хямеенлахти-Линнавуори, Соскуа-Линнамяки, Терву-Линнасаари и Паасо. В общей сложности это 4098 фрагментов посуды, изготовленной с применением гончарного круга из красножгущейся (3781 обломок сосудов, ≈92,3 % от общего количества) и, в меньшей степени, беложгущейся (317 фрагментов, ≈7,7 %) глины. Также отметим, что при раскопках Паасо и Тиверска в небольшом количестве встречались обломки лепной глиняной посуды (204 фрагмента), случайно попавшие в культурные слои памятников из более древних горизонтов и не использованные в геохимическом анализе. Распределение фрагментов гончарной посуды по памятникам неравномерно. Самая объемная коллекция городища Тиверск составляет 2756 фрагментов керамики, Хямеенлахти-Линнавуори – 320, Соскуа-Линнамяки – 83, Терву-Линнасаари – 154, Паасо – 785 фрагментов круговой посуды.

Археологически восстановить удалось 152 сосуда, выделенные по сохранившейся как ми-

нимум на одну треть высоты верхней части. Абсолютное большинство изделий относится к категории кухонных горшков (150 экземпляров), использовавшихся для приготовления пищи, что установлено по наличию нагара на поверхности 82 % сосудов.

Основным материалом для изготовления гончарной керамики служила глина с добавлением дресвы, позволявшей значительно снизить усадку изделий при обжиге. Результаты петрографического анализа гончарной посуды из Тиверска, осуществленного в лаборатории Института археологии АН СССР, дали основания для выделения двух групп керамики в коллекции. В первую группу вошли образцы, состоящие из тонкочешуйчатой пластинчатой бурой глины с грубой примесью биотитового гранита. Вторая группа представлена образцами, отличающимися от первой наличием алевритовой кварцевой примеси в формовочной массе [Кочкуркина, 1982. С. 127]. В ходе исследования установлено, что в качестве отощителя для керамического теста древние карелы использовали широко распространенные в районе современного Приозерска материалы, что в определенной мере оправдывает предположение о существовании местного гончарного производства, но вопрос о его объемах еще предстоит решить [Кочкуркина, 2010. С. 148].

Авторами в данной статье при выборе методики геохимического исследования сделан акцент на определении редких и редкоземельных элементов (REE) в образцах глины прецизионным масс-спектрометрическим (ICP-MS) методом (табл.). Важно отметить, что классифицировать глины по петрогенным элементам

Химический состав глин и образцов формовочной массы гончарной керамики древнекарельских городищ Северо-Западного Приладожья (ppm (г/т).

Элемент (ppm)	Эталонные пробы				Группа I. Сосуды местного производства		Группа II. Сосуды из беложгущейся глины		Группа III. Импортные сосуды	
	Образцы сырья (глина)				Образцы формовочной массы сосудов					
	T-49	50 (Лахденпохский р-н)	51	52 (Олонек)	T-27	T-36	П-10	T-20	X-9	T-32
Be	2,10	1,98	3,04	2,00	2,98	2,65	6,26	4,34	4,00	4,43
Ti	3841,87	3179,87	4625,07	4817,07	4553,07	4441,07	13645,07	10981,07	4305,07	4609,07
V	65,12	85,92	122,16	144,64	104,84	109,44	256,72	218,00	108,60	86,20
Cr	73,05	70,13	94,13	121,57	84,21	95,13	260,57	225,65	88,33	85,53
Mn	230,94	290,26	230,78	133,78	152,46	183,46	121,14	92,90	387,30	468,66
Ni	24,78	33,31	49,65	70,89	37,38	36,76	150,97	109,17	45,25	42,09
Y	18,83	18,84	28,78	22,13	22,35	21,04	25,78	34,34	38,24	53,71
La	37,95	22,98	36,23	36,61	37,34	32,01	67,30	71,42	47,22	78,70
Ce	91,85	59,41	96,21	86,33	90,05	89,29	183,49	164,65	112,57	226,45
Sm	6,88	5,13	7,64	6,52	6,98	6,56	11,92	12,84	9,01	22,15
Eu	1,24	1,18	1,59	1,34	1,48	1,37	2,54	2,67	1,57	4,41
Pb	18,65	15,29	20,97	18,26	18,31	16,62	39,18	50,48	21,47	20,69
Th	12,70	8,01	11,86	10,66	12,23	10,81	21,18	20,72	16,14	16,22
U	2,02	2,27	2,69	2,67	3,60	3,76	8,42	5,90	6,98	2,66
Σ REE	203,12	137,47	215,35	194,35	202,47	191,44	372,47	370,58	257,22	527,87

Примечание. В таблице приведены частичные, наиболее репрезентативные данные

(таким как SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 и др.) затруднительно в связи с близкими концентрациями данных компонентов в глинах различных месторождений. Корректнее провести классификацию глинистого материала, используя редкие и редкоземельные элементы, что позволит получить более достоверную информацию о генетической близости (или отличии) изучаемых объектов. Аналитические исследования выполнялись на квадрупольном масс-спектрометре X-SERIES 2 (Thermo scientific) в аккредитованном «Испытательном центре анализа вещества» в Институте геологии КарНЦ РАН на образцах гончарной керамики (глинистая фракция) древнекарельских городищ, прошедших стандартную процедуру подготовки проб, используемую для указанного метода. Ранее химические анализы керамики (силикатный, спектральный, рентгенофазовый и др.) проводились Т. А. Хорошун на образцах глиняной посуды развитого неолита – энеолита Карелии при содействии Института геологии КарНЦ РАН [Хорошун, 2009. С. 98–110]. Применение масс-спектрометрической методики анализа керамических объектов в Карелии проводится впервые, однако при изучении условий формирования осадочных пород (глин, аркоз, песчаников и др.) она активно используется уже несколько десятилетий, давая прекрасные результаты [Летникова, 2001. С. 102].

Вопрос о наличии предметов импорта среди кухонной посуды, находившейся в обиходе у населения городищ Северо-Западного Приладожья, имеет для авторов первостепенную значимость. Основная задача работы состоит в том, чтобы выяснить, являлась ли круговая керамика древних карелов продуктом местного гончарного производства, если таковое имелось, или какая-то часть сосудов попала к жителям городищ из соседних областей в ходе торговых или обменных операций. Эта проблема вызывает обоснованный интерес, учитывая близость городищ Северо-Западного Приладожья к главным путям сообщения, торговли и городским центрам Средневековья, как и наличие активных торговых связей древних карелов с близлежащими территориями. Мы также преследовали цель определить эффективность применения результатов геохимических анализов керамики к систематизации керамического материала и разработке типологических построений, так как в настоящее время основными инструментами для создания археологических классификаций гончарной керамики являются методы морфологического и технологического анализа посуды [Станкевич, 1951; Смирнова, 1956; Малыгин и др., 2001; Кильдюшевский, 2002; Носов и др., 2005].

Для геохимического анализа керамики отобрано 48 образцов, непосредственно являющихся фрагментами восстановленных гончарных горшков, принадлежащих к морфологически дифференцируемым группам сосудов. В качестве двух эталонных образцов для керамики с городищ Хямеенлахти-Линнавуори, Терву-Линнасаари и Соскуа-Линнамяки были взяты пробы глин из пос. Куркиеки Лахденпохского района. В роли эталона для образцов посуды из Тиверска выступил фрагмент глиняной обмазки (обмазывание фундамента жилища глиной – типичный прием домостроения жителей Тиверска). Для эксперимента один эталонный образец был взят из современной гончарной мастерской Р. Леонтьева в Олонце.

На первый взгляд может возникнуть сомнение в корректности такой выборки, связанное с тем, что образцы гончарной керамики представляют собой уже высушенную и обожженную глиняную массу, а эталонные образцы – сырую глину, прошедшую только стадию естественного высыхания. Однако для химического анализа здесь нет никаких препятствующих факторов. Считается, что в Средневековье для обжига посуды использовалась температура 700–800 °С, и только сосуды из беложгущейся глины могли обжигаться при температуре, достигающей 950 °С [Кильдюшевский, 2002. С. 9]. Посуда не подвергалась воздействию чрезмерно высоких температур, способному повлечь за собой плавку керамического теста и изменение его химического состава. Более того, при подготовке образцов к химическому анализу пробы проходят близкую к обжигу процедуру прокалывания при температуре 1000 °С, позволяющую избавиться материал от воды и органических примесей.

В результате исследования проведено изучение 52 образцов (48 – посуда, 4 – глина). Каждая проба имеет шифр, составленный из первых букв названия памятника (П – Паасо, С – Соскуа-Линнамяки, Т – Тиверск, Тер – Терву-Линнасаари, Х – Хямеенлахти-Линнавуори) и цифр, соответствующих порядковому номеру образца в таблице данных. Важно подчеркнуть, что отбор экземпляров для аналитического исследования производился с учетом морфологии и технологии изготовления керамики (в выборку попало несколько типологически схожих сосудов). 42 образца представлены фрагментами сосудов из красножгущихся глин, остальные шесть – обломки белоглиняной утвари. Изучение форм посуды и сопоставление типологически однообразных групп сосудов городищ Северо-Западного Приладожья с датированными типо-хронологическими шкалами керамики средневековых

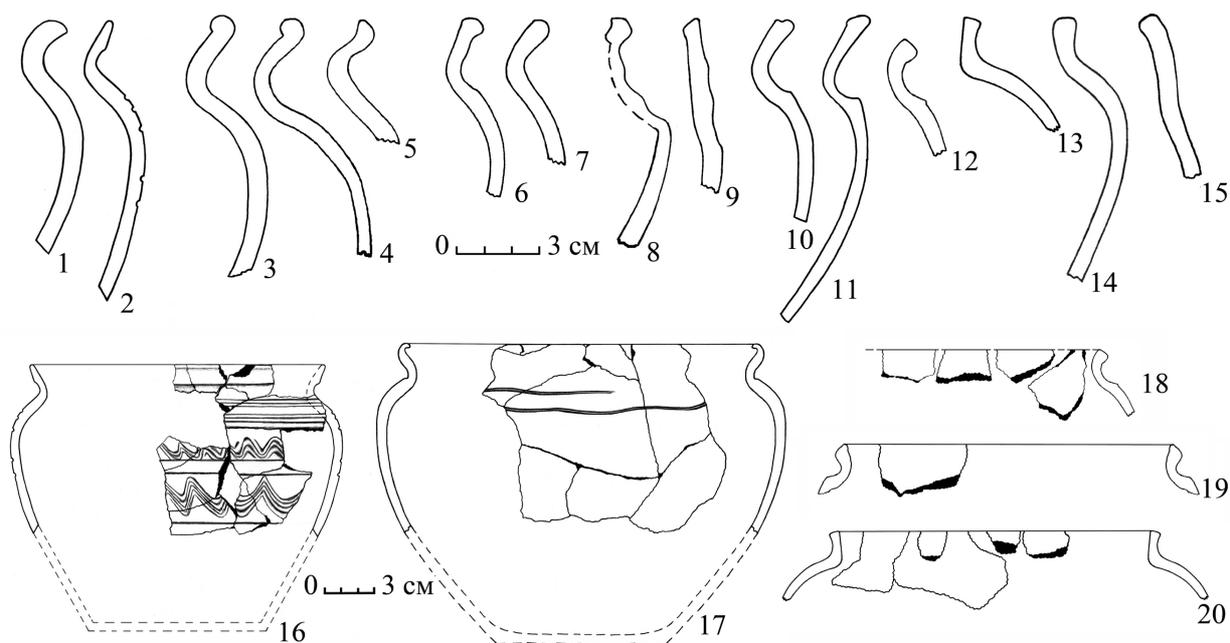


Рис. 1. Гончарная керамика городищ Северо-Западного Приладожья:

1–15 – профили горшков местного производства, 16–20 – импортные сосуды

городов Северо-Запада Руси, главным образом Новгорода, показало, что период бытования глиняной посуды у жителей древнекарельских городищ ограничивается серединой X – XV в. (рис. 1: 1–15). Самые ранние формы X–XI вв. нашли отражение в горшках S-видной профилировки с округлым плечом и коротким отогнутым наружу венчиком, украшенных широким поясом многорядовой волны или линейно-волнистого орнамента (см. рис. 1: 1, 2). В середине XII в. распространяется керамика с валиком на внутренней части венчика, которая просуществует как минимум до конца XIV в. (см. рис. 1: 3, 4). В Средневековье данный тип посуды был крайне популярен не только в Карелии, но и в Тверской [Лапшин, 2009. С. 128], Псковской [Кильдюшевский, 2002. С. 12], Владимирской [Лапшин, 1992. С. 97] и Ленинградской областях [Кирпичников, 1979. С. 72]. В период с середины XII по XV в. бытуют сосуды с венчиком, имеющим выемку для крышки (см. рис. 1: 5). Разнообразные по форме и деталям оформления верхней части горшки употреблялись на протяжении XII и особенно XIII в. (см. рис. 1: 6, 7). В XIII–XIV вв. в керамическом наборе городищ имеются изделия с удлиненным гофрированным венчиком, утратившие S-видный изгиб профиля (см. рис. 1: 8, 9). С конца XIII, вероятнее с XIV в. обнаруживаются сосуды с выраженным плечиком – «ребром» и отогнутым наружу, часто утолщенным краем венчика, сохраняющиеся и в XV в. (см. рис. 1: 10–12) [тип VIII Новгорода, по Г. П. Смирновой, 1956. С. 246; Малыгин и др., 2001. С. 97]. Неорнаментирован-

ные крутобокие горшки с коротким венчиком и раздутым туловом следует относить к XV–XVI вв. [Кирпичников, 1980. С. 98, рис. 31]. В материалах древнекарельских памятников имеются два слабопрофилированных сосуда, аналогии которым пока не найдены (см. рис. 1: 15); с обоих горшков взяты образцы теста для анализа.

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, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Tl, Pb, Bi, Th, U. Установлено, что наибольшее различие в глинах, используемых для изготовления керамики, отмечается для Ti, V, Cr, Y, REE (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu). Графический анализ полученных результатов приводится на бинарных диаграммах, построенных для элементов, имеющих контрастное поведение в природных процессах. В бинарных системах Ti-V, Ti-Y, La-Th, Ti-ΣREE (в ppm [1 грамм на тонну = 0,0001 %], рис. 2) фигуративные точки образцов формируют три области с разными концентрациями элементов. Они могут интерпретироваться как свидетельство существования трех групп керамики, материал для изготовления которой несомненно имел различные геохимические характеристики, что может быть следствием использования в гончарном деле сырья различных по минералого-геохимическому составу и генетическому типу месторождений.

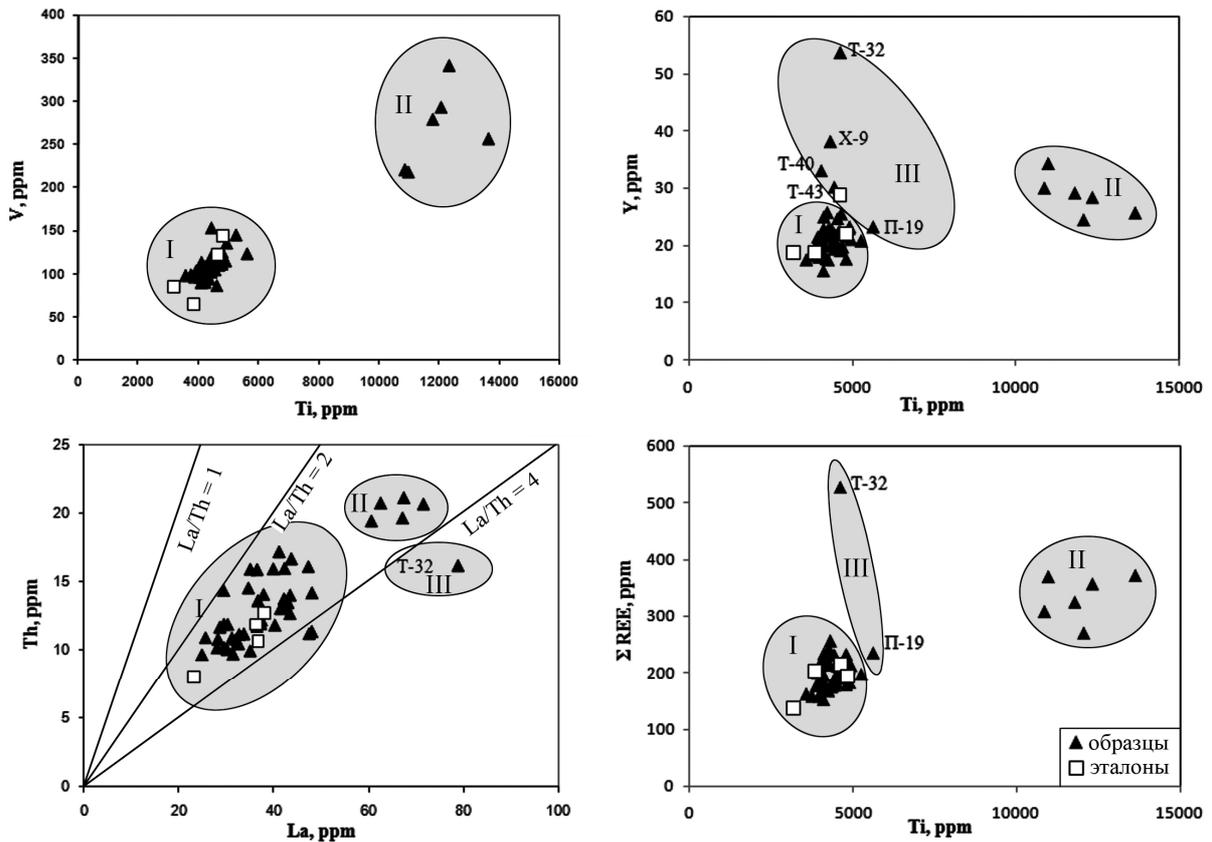


Рис. 2. Бинарные диаграммы Ti-V, Ti-Y, La-Th, Ti-ΣREE (ppm).

Группа I – сосуды местного производства из красножгущейся глины, группа II – горшки из беложгущейся глины, группа III – импортные сосуды. Отношения $La / Th = 1, 2, 4$ используются для разделения геодинамической приуроченности осадочных пород [Летникова 2001: 132]

Сначала обратимся к группе I (на диаграмме Ti-V (ppm) в группу I входят образцы С-1, Тер-2, 3, X-5-9, П-11-19, Т-24-49, эталоны – 50-52; для Ti-Y: С-1, Тер-2, 3, X-5-8, П-11-18, Т-24-31, Т-33-39, Т-41, Т-42, Т-44-49, эталоны – 50-52; для La-Th (ppm): С-1, Тер-2, 3, X-5-9, П-11-19, Т-22, Т-24-31, Т-33-49, эталоны – 50-52; для Ti-ΣREE (ppm): С-1, Тер-2, 3, X-5-9, П-11-18, Т-24-31, Т-33-49, эталоны – 50-52), представленной образцами керамики из красножгущейся глины, в которую попали эталонные образцы (см. рис. 2). Близость расположения фигуративных точек и приуроченность к одной зоне свидетельствует о схожести их химического состава. Материал для этих сосудов добывался из одного источника, который по праву может быть отнесен к местным выходам глины. Маловероятно, что какие-либо из сосудов данной группы могли быть импортированы на городища. За неимением в нашем распоряжении эталонов из близлежащих городских центров с развитым гончарством (например, Новгород, Старая Ладога) невозможно с полной уверенностью утверждать, что керамика группы I является продукцией местного производства. Сбор проб глины и образцов

гончарной керамики средневековых городов с собственным гончарным производством – задача будущей работы в данном направлении.

Теперь обратим внимание на группу II (на диаграмме Ti-V, Ti-Y, Ti-ΣREE (ppm) в группу II входят образцы Тер-4, П-10, Т-20-23; для La-Th (ppm): Тер-4, П-10, Т-20, Т-21, Т-23) – это шесть сосудов из беложгущейся глины, происходящие с городищ Паасо и Тиверск (см. рис. 2). Керамика из пластичной беложгущейся каолиновой глины хорошо идентифицируется визуально, что фактически не требовало проведения столь специального анализа. Тем не менее может возникнуть трудность с определением места белоглиняной керамики в классификационных построениях. При создании типологии керамика из беложгущейся глины нередко выделяется в отдельный тип на основании не только морфологического, но и технологического различия, обусловленного выбором сорта глины [тип X по В. И. Кильдюшевскому, 2002. С. 14; типы 4–6 по А. Н. Кирпичникову, 1979. С. 72–73]. Разрабатывая типологию гончарных сосудов Северо-Западного Приладожья, мы, в свою очередь, не сочли нужным выделить

белоглиняные горшки в отдельный тип и строили типологическую шкалу посуды, руководствуясь исключительно морфологическими различиями емкостей [Поташева, 2012]. Однако упомянутая типология носила рабочий характер, ввиду чего в настоящее время настала необходимость ее пересмотра, учитывая пополнение коллекции на 99 горшков. Более того, полагаясь на результаты геохимического исследования, мы пришли к выводу, что наиболее логичным кажется обособление керамики из беложгущейся глины в самостоятельную группу, которую предстоит разделить на типы, как это сделано А. М. Спиридоновым на примере коллекций Южного Заонежья [Спиридонов и др., 2012. С. 74–78]. Анализ химического состава образцов круговой посуды позволил нам получить надежное обоснование для методики классификации керамики.

Оставшаяся группа III (на диаграмме Ti-Y (ppm) в группу III входят образцы X-9, П-19, Т-32, Т-40, Т-43; для La-Th (ppm): Т-32; для Ti-ΣREE (ppm): П-19, Т-32) – самая привлекательная (см. рис. 2). Сюда вошли образцы керамики из красножгущейся глины с радикально отличающимся от эталонов химическим составом. Вероятно, эти сосуды не были изготовлены на городищах, они попали к древним карелам из других областей. Количество их невелико (пять горшков разной формы), что не способствует установлению обстоятельств, при которых сосуды оказались на городищах. Другими словами, горшки группы III могли быть предметом импорта, выступать в качестве сопутствующего предмета – тары при транспортировке продуктов или принадлежать «проезжим» людям, недолго пребывавшим в стенах карельской крепости. Образцы под номерами П-19, Т-32, Т-40, Т-43, X-9 представлены горшками, превосходящими оставшиеся сосуды из выборки по уровню сложности профилировки и часто по качеству выделки изделий. Горшок, датированный нами X–XI вв., украшенный линейно-волнистым орнаментом почти на всю высоту, отличается небольшой толщиной стенок, хорошим обжигом и изящно оформленным венчиком (рис. 1: 16). Сосуд с резким изгибом шейки и удивительно тонким венчиком, напоминающим завиток, не находит аналогий среди керамики древнекарельских городищ (рис. 1: 17). Два горшка с ребристым профилем также выделяются сложностью формы: первый – наличием рубчика на плечике и равномерным обжигом, второй – искусно формованным венчиком (рис. 1: 18, 19). Подобные изделия, вероятно, бытовали в XIV или даже XV в. [тип VIII Новгорода, по Г. П. Смирновой, 1956. С. 246]. Последний горшок – тонкостенный и не-

орнаментированный – отличается качественным обжигом и плотным черепком (рис. 1: 20).

При визуальном осмотре описанных сосудов возникало предположение об их импортном происхождении. Тем не менее в коллекции керамики городищ присутствуют другие горшки, внешне не уступающие привозным изделиям по качеству. Они также могли бы быть приняты за импортные, однако по химическому составу теста соответствуют гончарной продукции местного производства в отличие от рассмотренных выше пяти красноглиняных горшков. Таким образом, именно проведенное геохимическое исследование подтверждает предположение об импортном характере сосудов группы III.

Для анализа результатов авторами также использовались мультиэлементные диаграммы [см.: Летникова, 2001. С. 131], при построении которых применялась процедура нормализации к стандарту. Диаграммы отражают отношение концентраций элементов (Rb, Ba, Th, U, Nb, La, Ce, Sr, Nd, P, Hf, Zr, Sm, Ti, Tb, Y) в образцах круговой посуды к концентрации в хондритовом метеорите [Sun, McDonough, 1989. P. 318]. Данные графики оказались менее иллюстративными и фактически дублировали выводы, сделанные на основании бинарных диаграмм.

Проведенное исследование образцов химического состава гончарной посуды древнекарельских городищ показало наличие в коллекции трех разнородных групп керамики, выделенных по источникам сырья. Установлено, что в керамической коллекции присутствуют сосуды, являющиеся продуктами импорта. Очевидно, что выбранный авторами метод эффективен для решения археологических задач, однако он требует доработки. Приведем простой пример: керамическое тесто содержит не только глину в чистом виде, но и включения крупных фракций дресвы, отделить которые затруднительно. Один из этапов подготовки образцов заключается в измельчении фрагментов керамики до тонкодисперсного состояния. В итоге мы имеем смесь глины и минерального компонента дресвы, что непосредственно отражается на химическом составе проб (присутствует антропогенная контаминация глины материалом дресвы) и в дальнейшем способно дать «смазанный» геохимический результат, в том числе на диаграммах. Таким образом, видится перспективным привлечение метода прецизионного пробоотбора материала для масс-спектрометрии с помощью лазерной абляции (испарение вещества лазерным лучом из глинистой части керамики на площади 20–100 мкм), что поможет обеспечить наибольшую продуктивность исследований в области геохимической археологии.

Авторы статьи выражают глубокую признательность сотрудникам аналитической лаборатории ИГ КарНЦ РАН В. Л. Утицыной и А. С. Парамонову за помощь в проведении исследования и благодарность д. и. н. С. И. Кочкуркиной (ИЯЛИ КарНЦ РАН) и д. г.-м. н. А. И. Слабунову (ИГ КарНЦ РАН) за конструктивные замечания и обсуждение материалов в ходе выполненной работы.

Источники и литература

Кильдюшевский В. И. Керамика Пскова XII–XVII века // Ладога и ее соседи в эпоху Средневековья. СПб., 2002. С. 5–33.

Кирпичников А. Н. Историко-археологические исследования древней Корелы («Корельский город» XIV в.) // Финно-угры и славяне. Л., 1979. С. 52–74.

Кирпичников А. Н. Древний Орешек. Историко-археологические очерки о городе-крепости в истоке Невы. Л.: Наука, 1980. 124 с.

Кочкуркина С. И. Древнекарельские городища эпохи Средневековья. Петрозаводск; СПб.: Взлет, 2010. 262 с.

Кочкуркина С. И. Древняя Корела. Л.: Наука, 1982. 216 с.

Лапшин В. А. Керамическая шкала домонгольского Суздаля // Древнерусская керамика. М.: Изд-во ИА РАН, 1992. С. 90–102.

Лапшин В. А. Тверь в XIII–XV вв. (по материалам раскопок 1993–1997 гг.). СПб.: Факультет филологии и искусств СПбГУ, 2009. 540 с.

Летникова Е. Ф. Использование геохимических данных при изучении осадочных пород // Интерпретация геохимических данных: учеб. пособие / Е. В. Скляр и др.; Под ред. Е. В. Склярова. М.: Интернет Инжиниринг, 2001. С. 102–134.

Малыгин П. Д., Гайдуков П. Г., Степанов А. М. Типология и хронология новгородской керамики X–XV вв. (по материалам Троицкого XI раскопа) // Новгород и Новгородская земля. 2001. Вып. 15. С. 82–97.

Носов Е. Н., Горюнова В. М., Плохов А. В. Городище под Новгородом и поселения Северного Приильменья // Труды Института истории материальной культуры РАН. Т. XVIII. СПб: Изд-во «Дмитрий Буланин», 2005. 404 с.

Поташева И. М. Гончарная посуда населения Северо-Западного Приладожья в конце XI – начале XV в. // Труды КарНЦ РАН. 2012. № 4. С. 170–178.

Смирнова Г. П. Опыт классификации керамики древнего Новгорода (По материалам раскопок 1951–1954 гг.) // Материалы и исследования по археологии СССР. № 55. Труды новгородской археологической экспедиции. Т. 1. М., 1956. С. 228–248.

Спиридонов А. М., Герман К. Э., Мельников И. В. Южное Заонежье в X–XVI веках (археология центра Кижского погоста). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2012. 165 с.

Станкевич Я. В. Классификация керамики древнего культурного слоя Старой Ладоги // Советская археология. Т. XV. Л., 1951. С. 219–246.

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. Петрозаводск, 2009. С. 98–110.

Sun S.-s., McDonough W. F. Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: implications for mantle composition and process // Magmatism in the ocean basins. Geological Society Special Publication, 1989. № 42. P. 313–345.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Поташева Ирина Михайловна

аспирантка
Институт языка, литературы и истории
Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,
Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: irina.potashева@mail.ru
тел.: (8142) 781886

Светов Сергей Анатольевич

д. г.-м. н., зам. директора по НИР, зав. лаб. геохимии
и моделирования природных и техногенных
процессов ИГ КарНЦ РАН,
проф. кафедры геологии и геофизики ПетрГУ
Институт геологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,
Республика Карелия, Россия, 185910
эл. почта: ssvetov@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 782753

Potashева, Irina

Institute of Language, Literature and History,
Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: irina.potashева@mail.ru
tel.: (8142) 781886

Svetov, Sergey

Institute of Geology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushinskaya St., 185910 Petrozavodsk,
Karelia, Russia
e-mail: ssvetov@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 782753