

УДК 902/904

ВОЗМОЖНОСТИ КЛАСТЕРНОГО МЕТОДА АНАЛИЗА ОРНАМЕНТА КЕРАМИКИ И ОЦЕНКИ СХОДСТВА АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ

А.С. Бушуев, А.А. Чижевский, А.В. Шипилов

Аннотация

В статье рассматриваются возможности итеративного метода кластерного анализа орнамента керамики из археологических памятников, а также оценки сходства археологических памятников по выделенным кластерам. Разработан четырехэтапный алгоритм анализа орнамента керамики.

Ключевые слова: евклидово расстояние, итерация, керамика, кластерный анализ, коэффициент сходства, метод k -средних, орнамент.

На рубеже XX – XXI вв. возникает все больший интерес к разработке новых методик анализа массового материала из археологических раскопок, в качестве объекта исследования выступают технологические индексы индустрий каменного века, корреляция памятников на основе керамического материала и многое другое [1–3]. Однако, несмотря на значительное количество исследований, посвященных разработке методов анализа массовых археологических материалов, многие проблемы еще далеки от своего разрешения.

Одной из таких проблем можно считать выявление устойчивых сочетаний элементов орнамента на керамике с помощью методов кластерного анализа и уточнение степени сходства памятников по орнаментальным традициям. Для решения этих задач был разработан алгоритм, который позволяет производить анализ структуры орнамента, оценивать сходство и различие орнаментальных мотивов. Были привлечены методы математико-статистической обработки данных (частотный и кластерный анализ, анализ средних). В качестве иллюстрации предлагаемого алгоритма была использована база данных, охватывающая комплекс керамики эпохи энеолита Икско-Бельского междуречья. В базе данных учтено 3957 фрагментов керамики ($n = 3957$).

На первом этапе исследования на основании понимания орнамента как сочетания повторяющихся и чередующихся элементов [4, с. 126] всем его элементам были присвоены цифровые значения. Они были учтены с помощью 30 дихотомических шкал с позициями 0 – «признак отсутствует» и 1 – «признак присутствует». С помощью этих шкал фиксировалось использование на керамике

27 форм штампов¹ и трех приемов орнаментации – шагающей гребенки, налепного валика и пальцевого защипа.

Учитывалась принадлежность керамики к археологическому памятнику и культуре. Первый признак учтен в виде простой номинальной шкалы. Второй стандартизирован по ранговой шкале, где как 1 была закодирована самая древняя культура – памятники русско-азийского типа (РАТ), как 2 – икско-бельский вариант ново-ильинской культуры (НИК), как 3 – самая поздняя, волосовско-гаринская общность (ВГО). Таким образом был очерчен круг учитываемых в дальнейшем анализе признаков.

На втором этапе было предпринято исследование орнамента как определенной структуры элементов. Для этой цели был привлечен метод кластерного анализа, который позволяет выделить в исследуемом массиве наиболее схожие между собой объекты и объединить их в группы. Необходимо отметить, что кластер и орнаментальный мотив [5, с. 19] не всегда тождественны, так как в нашем случае кластер объединяет совокупность элементов орнамента без учета угла наклона штампа и их расположения на сосуде (кластер лишь учитывает элементы орнамента на одном объекте). Внутри каждого кластера при учете вышеупомянутых признаков может быть выделено еще от одного до нескольких орнаментальных мотивов. Впрочем, признаки – расположение элемента орнамента на сосуде и угол наклона штампа – легко включаются в базу данных и несовпадение кластера и орнаментального мотива исчезает.

Ввиду большого количества исследуемых объектов провести кластерный анализ агломеративным иерархическим способом не представляется возможным, поэтому мы прибегли к использованию итеративного алгоритма группировки изучаемых объектов по принципу k -средних [6, с. 178]. При этом выбирается определенное количество максимально отдаленных друг от друга k -точек в n -мерном пространстве (k – количество выделяемых кластеров, а n – число учитываемых при группировке признаков). Эти точки на первом этапе рассматриваются как центры будущих кластеров. Затем вычисляется Евклидово расстояние каждого из оставшихся объектов (единиц наблюдения) до всех имеющихся k -центров [6, с. 157]:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2},$$

где d_{ij} – расстояние между объектами i и j , x_{ik} – значение k -й переменной для i -го объекта.

Все единицы наблюдения распределяются по k кластерам в зависимости от того, к какому из кластерных центров они ближе. Далее в каждом кластере за-

¹ Овальный одночастный, подтреугольный одночастный, клиновидный одночастный, линзовидный одночастный, саблевидный одночастный, сегментовидный одночастный, подпрямоугольный одночастный, круглый одночастный, подтрапециевидный одночастный, овальный двухчастный слитный, подтреугольный двухчастный слитный, линзовидный двухчастный, овальный многочастный слитный, линзовидный многочастный слитный, клиновидный многочастный слитный, подтреугольный многочастный слитный, саблевидный многочастный слитный, сегментовидный многочастный слитный, подпрямоугольный многочастный слитный, овальный двухчастный разреженный, саблевидный двухчастный разреженный, подпрямоугольный двухчастный разреженный, овальный многочастный разреженный, линзовидный разреженный, клиновидный многочастный разреженный, саблевидный многочастный разреженный, подпрямоугольный многочастный разреженный.

ново вычисляются координаты центра как средние по координатным значениям кластеров в n -мерном пространстве с учетом вновь включенных в кластер наблюдений. После этого все единицы наблюдения вновь перераспределяются. Итерации повторяются до тех пор, пока не будут найдены оптимальные (устойчивые) кластерные центры, то есть пока соотношение дисперсий внутри и вне кластера не примет максимальное значение. Последнее будет математическим свидетельством того, что объекты в кластерах существенно более схожи между собой, чем объекты из соседних кластеров.

Основной проблемой на данном этапе является определение исходного числа кластеров, так как использование итеративного метода не дает возможности определить число кластеров в процессе анализа, а требует определить его изначально. Эту весьма непростую для археологических объектов задачу мы решили, прибегнув к простому частотному анализу.

На основе частотного анализа было установлено, что вся керамика орнаментирована с неодинаковой плотностью¹. Первоначально было изучено частотное распределение имеющихся в базе данных фрагментов, на которых использовался один вид штампа: таких разновидностей оказалось 29. Затем были изучены комбинации из двух, трех, четырех штампов. Это дало нам приблизительное число возможных кластеров (178) для проведения кластерного анализа, отдельный кластер был зарезервирован для сосудов без орнаментации. Далее был проведен кластерный анализ с использованием итеративного метода группировки по принципу k -средних [6, с. 178], что позволило распределить имеющуюся керамику по 179 кластерам.

На третьем этапе происходит оценка распространения кластеров по культурам. Для выборки в 3957 единиц при вероятности 0.95 из сравнения выпадают 105 кластеров; они считаются статистически незначимыми, так как в каждом из них менее четырех единиц наблюдения. В результате мы можем сравнить лишь 75 оставшихся кластеров.

Используя частотное распределение кластеров по культурам, определяем, где разница процентных распределений значима, а где – нет [7, с. 169]. Вследствие того что формула применима только для выборок более 20, из сравнения выпадают еще 37 кластеров, и в обработке остается лишь 38 наиболее крупных кластеров. Судя по этим данным, разница между памятниками РАТ и НИК значима в 32 и незначима в 6 случаях, между РАТ и ВГО – в 37 и 1 соответственно, между НИК и ВГО – в 11 и 27. Ту же картину имеем при вычислении степени сходства между культурами [8, с. 145]:

$$C_3 = \frac{a^2}{L_1 L_2},$$

где a – число объектов, присутствующих на обоих памятниках, L_1 и L_2 – признаки, встречающиеся только на одном из сравниваемых объектов.

В итоге коэффициент сходства между памятниками РАТ и НИК составил 1.45, между РАТ и ВГО – 0.53, тогда как между НИК и ВГО – 146.28. При вычислении меры сходства учитывались кластеры с минимальным значением в 4

¹ Степень орнаментированности по количеству использованных штампов колеблется от 0 до 4.

единицы наблюдения, то есть статистически значимые при имеющемся объеме выборки и вероятности 0.95.

Как видим, наибольшее сходство по сочетанию элементов орнамента проявляется между НИК и ВГО, а наименьшее – между памятниками РАТ и ВГО. Хронологически следующие друг за другом памятники РАТ и НИК менее схожи, чем сменяющие друг друга НИК и ВГО. Единственный кластер, по которому разница между всеми тремя культурами незначима – 88-й. Его можно признать равно характерным для всех культур. Данный кластер немногочислен и включает лишь 25 фрагментов керамики.

На четвертом этапе аналогичным способом производим оценку распространения кластеров по памятникам внутри культур и по культурным слоям на памятниках. Ввиду того что подвыборки разделились по культурам, а затем по памятникам, конечное количество сравниваемых кластеров здесь будет еще меньше, так как из обработки как статистически незначимые выпадают кластеры, представленные менее чем 20 фрагментами в каждой культуре. Оставшиеся кластеры по методике Н.А. Рычкова распределяются на всеобщие, локальные и частные [7, с. 172, 175–177] (табл. 1).

Судя по данным табл. 1, для памятников РАТ характерны только частные кластеры, представленные находками керамики с Русско-Азиевской I стоянки (21 кластер). Какой-либо общности между памятниками этой культуры не выявлено. Однако говорить об отсутствии связей между памятниками было бы неправильно ввиду малочисленности находок керамики на остальных памятниках этого времени. Так, на Игимской стоянке учтен 21 фрагмент, на Золотой Пади II – 15, на Дубовогривской стоянке II – 9, на Каентубинской островной стоянке – 1 фрагмент, тогда как на Русско-Азиевской I стоянке учтено 1235 фрагментов.

Для НИК характерно наличие одного всеобщего кластера (38-й), встречаемого на всех памятниках этого времени. Он представлен лишь 46 фрагментами, но их распределение по памятникам статистически не различается, то есть при вероятности 0.95 можно утверждать, что этот кластер был всеобщим, хотя и немногочисленным. Здесь встречается также ряд локальных кластеров.

ВГО характеризуется наличием условно-локальных и частных кластеров, причем 75-й кластер претендует на всеобщность: он присутствует на большинстве стоянок этого времени, его нет только на Каентубинской островной стоянке и Рысовском III селище.

На имеющемся материале проследить культурную преемственность по орнаменту достаточно сложно, однако можно выявить некоторую динамику распространения кластеров (по сути орнаментальных традиций) во времени и пространстве. Кластер 1 не характерен для РАТ (16 фрагментов), зато в НИК он локализуется для целого ряда стоянок: Игимской, Золотой пади II и Дубовогривской II. В ВГО он сохраняется лишь на Игимской стоянке. 2-й кластер в РАТ был частным для одного памятника, в НИК он уже является условно-локальным для двух памятников. В ВГО данный кластер вновь становится частным, теперь для Игимской стоянки. Кластер 3 – частный для памятников РАТ – больше нигде не фиксируется, то же для 6, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 23, 24, 25, 31, 33, 47, 63, 67, 70, 79, 111, 170. Таким образом, в последующих культурах прослеживается только 2-й кластер из всех РАТ.

Табл. 1

Группировка частных, локальных и всеобщих кластеров по культурам и памятникам

Культуры	Памятники	Частные	Локаль- ные чистые	Услов- но-ло- кальные	Всеоб- щие
Русско-ази- бейский тип (РАТ)	Игимская стоянка	–	–	–	–
	Золотая Падь II	–	–	–	–
	Русско-Азибейская I стоянка	2–3, 6, 10– 11, 13–15, 18, 23–25, 31, 33, 47, 63, 67, 70, 79, 111, 170	–	–	–
	Каентубинская ост- ровная стоянка	–	–	–	–
	Дубовогривская II стоянка	–	–	–	–
Икско-бель- ский вар-т Ново-ильин- ской культу- ры (НИК)	Игимская стоянка	134	30	1, 2, 138, 150	38
	Золотая Падь II	34	30	1	38
	Татаро-Азибейская II стоянка	–	–	–	38
Волосовско- гаринская общность (ВГО)	Русско-Азибейская III стоянка	–	–	36	38
	Дубовогривская II стоянка	26, 107	30	1, 2, 36, 138, 150	38
	Игимская стоянка	1, 2, 30, 34, 36, 37, 38, 107, 150	–	19, 26, 75	–
	Золотая Падь II	–	–	75	–
	Татаро-Азибейская II стоянка	–	–	75	–
	Русско-Азибейская I стоянка	–	–	75	–
	Русско-Азибейская III стоянка	–	–	75	–
	Каентубинская ост- ровная стоянка	–	–	–	–
	Дубовогривская II стоянка	72, 90, 139	–	19, 26, 75	–
Рысовское III селище	–	–	–	–	

134-й, частный для Игимской стоянки в НИК, больше не встречается. 34-й, частный для Золотой Пади II в НИК, становится частным для Игимской стоянки в ВГО. 26-й, частный для Дубовогривской II стоянки в НИК, становится условно-локальным для Дубовогривской II и Игимской стоянок. 107-й был частным для Дубовогривской II стоянки, стал частным для Игимской стоянки. Локальный для стоянок Игимской, Золотой пади II и Дубовогривской II 30-й в ВГО сохраняется лишь на Игимской стоянке. 138-й, локальный для Игимской и Дубовогривской II стоянок в НИК, в ВГО не прослеживается. 150-й, локальный для Игимской

и Дубовогривской II стоянок, в ВГО становится частным лишь для Игимской стоянки. 36-й, локальный для Русско-Азиевской III и Дубовогривской II стоянок, также становится частным для Игимской стоянки. Единственный всеобщий в НИК 38-й кластер в ВГО становится частным для Игимской стоянки.

В ВГО появляется ряд ранее не встречавшихся статистически значимых кластеров – это частный для Игимской стоянки 37-й, частные для Дубовогривской II стоянки 72, 90, 139, условно-локальный для Игимской и Дубовогривской II стоянок 19-й, условно-локальный для стоянок Игимской, Золотой пади II, Татаро-Азиевской II, Русско-Азиевской I и III, Дубовогривской II 75-й. Таким образом, Игимская стоянка в ВГО становится реликтовым памятником, сохраняющим многие ранее широко распространенные кластеры.

Меры сходства между памятниками внутри культур представлены в табл. 2. Существенную проблему при анализе этих коэффициентов представляет тот факт, что плохо изученные памятники имеют такой же высокий коэффициент, как и памятники, где прослеживается культурная преемственность. Это можно проследить на примере памятников РАТ (табл. 2). Значение коэффициента сходства высоко там, где присутствует малое количество единиц наблюдения, там же, где единиц наблюдения достаточно, коэффициенты сходства с другими памятниками низкие. Если в последнем случае мы можем проследить эту зависимость, так как известно, что 96.4% всей РАТ керамики найдено на Русско-Азиевской I стоянке, то в других случаях сделать это непросто. Зачастую невозможно понять, где присутствует культурная связь, а где наблюдается простое отсутствие признака на обоих памятниках ввиду малочисленности единиц наблюдения. Весьма трудно интерпретировать коэффициент сходства при сравнении памятников с разной степенью изученности, так как объем выборки, оказывающий существенное влияние на расчеты, напрямую не учитывается.

Итак, представленные выше результаты расчетов по формуле коэффициента сходства вида не позволяют полноценно охарактеризовать сходство и различия неодинаково изученных памятников. Это происходит из-за нестандартности расчетов по данной формуле. По этой причине мы осуществили более упрощенные расчеты меры сходства между культурами и памятниками на основе изучения простого отношения числа схожих кластеров в каждой паре культур (или памятников) к общему числу рассматриваемых кластеров:

$$C = a/n,$$

где a – число совпадающих признаков, n – общее число учитываемых при сравнении признаков.

По этой формуле мы получим долю совпадающих признаков в каждой паре сравниваемых объектов. При этом результаты расчетов легко интерпретируются, так как лежат в интервале от 0 до 1. Абсолютное сходство сравниваемых объектов даст коэффициент, равный 1, абсолютное отсутствие сходства – 0. Предварительно воспользуемся формулой Н.А. Рычкова для выявления статистической значимости разности процентных распределений признака на двух сравниваемых объектах [7, с. 169]. Случаи, где разница будет признана незначимой, будут считаться случаями сходства признаков. При расчетах равно отсутствующие на обоих сравниваемых памятниках кластеры (признаки) учитываются

Табл. 2

Меры сходства памятников внутри археологических культур эпохи энеолита

	Игимская	Золотая Падь II	Тат.-Азибей. II	Рус.-Азибей. I	Рус.-Азибей. III	Каент. островн.	Дубовогрив. II	Рысовское III селище
Памятники РАТ (ср. знач. = 245.0, ст. откл. = 234.9)								
Игимская	–	272.2	–	0.3	–	363.0	578.0	–
Золотая Падь II		–	–	0.3	–	385.3	578.0	–
Тат.-Азибей. II			–	–	–	–	–	–
Рус.-Азибей. I				–	–	0.0	0.5	–
Рус.-Азибей. III					–	–	–	–
Каент. островн.						–	272.2	–
Дубовогрив. II							–	–
Рысов. III сел.								–
Памятники НИК (ср. знач. = 43.1, ст. откл. = 40.7)								
Игимская	–	88.2	3.4	–	23.3	–	121.0	–
Золотая Падь II		–	9.6	–	40.5	–	80.7	–
Тат.-Азибей. II			–	–	45.1	–	7.6	–
Рус.-Азибей. I				–	–	–	–	–
Рус.-Азибей. III					–	–	11.2	–
Каент. островн.						–	–	–
Дубовогрив. II							–	–
Рысов. III сел.								–
Памятники ВГО (ср. знач. = 24.0, ст. откл. = 35.9)								
Игимская	–	18.0	7.7	12.0	15.2	0.1	4.1	3.0
Золотая Падь II		–	6.0	7.3	160.2	17.0	11.5	14.7
Тат.-Азибей. II			–	14.7	10.1	24.0	84.1	10.0
Рус.-Азибей. I				–	32.0	16.1	5.5	5.0
Рус.-Азибей. III					–	44.1	5.0	14.7
Каент. островн.						–	14.3	108.9
Дубовогрив. II							–	6.9
Рысов. III сел.								–

как несхожие, так как взаимное отсутствие признака, на наш взгляд, нельзя в чистом виде считать сходством.

Итак, на третьем этапе происходит оценка распространения кластеров по культурам. По этой формуле доля сходства между РАТ и НИК составляет 0.11, между РАТ и ВГО – 0.03, между НИК и ВГО – 0.34. По всей вероятности, можно говорить о преемственности в орнаментальных традициях между НИК и ВГО и отрицать эту преемственность между ними и РАТ.

Такой же расчет на четвертом этапе проделаем для памятников внутри культур (табл. 3, 4). Все расчеты проведены только с учетом статистически значимых кластеров, в которых количество наблюдений на всех памятниках данной культуры составляет не менее 20 единиц. Таким образом, в материалах РАТ учтен 21 кластер (2–3, 6, 10–11, 13–15, 18, 23–25, 31, 33, 47, 63, 67, 70, 79, 111, 170), в НИК – 11 кластеров (1–2, 26, 30, 34, 36, 38, 107, 134, 138, 150), в ВГО – 15 кластеров (1–2, 19, 26, 30, 34, 36–38, 72, 75, 90, 107, 139, 150).

Табл. 3

Доля сходства памятников внутри археологических культур эпохи энеолита

	Игимская	Золотая Падь II	Тат.-Ази- бей. II	Рус.-Ази- бей. I	Рус.-Ази- бей. III	Каент. ост- ровн.	Дубовог- рив. II	Рысовское III селище
Памятники РАТ (ср. знач. = 0.08, ст. откл. = 0.07)								
Игимская	–	0.19	–	0.00	–	0.05	0.14	–
Золотая Падь II		–	–	0.00	–	0.14	0.14	–
Тат.-Азибей. II			–	–	–	–	–	–
Рус.-Азибей. I				–	–	0.00	0.00	–
Рус.-Азибей. III					–	–	–	–
Каент. островн.						–	0.10	–
Дубовогрив. II							–	–
Рысов. III сел.								–
Памятники НИК (ср. знач. = 0.57, ст. откл. = 0.10)								
Игимская	–	0.64	0.64	–	0.55	–	0.64	–
Золотая Падь II		–	0.55	–	0.64	–	0.55	–
Тат.-Азибей. II			–	–	0.64	–	0.36	–
Рус.-Азибей. I				–	–	–	–	–
Рус.-Азибей. III					–	–	0.45	–
Каент. островн.						–	–	–
Дубовогрив. II							–	–
Рысов. III сел.								–
Памятники ВГО (ср. знач. = 0.47, ст. откл. = 0.22)								
Игимская	–	0.27	0.20	0.27	0.27	0.13	0.20	0.13
Золотая Падь II		–	0.80	0.80	0.67	0.67	0.60	0.67
Тат.-Азибей. II			–	0.67	0.73	0.47	0.40	0.53
Рус.-Азибей. I				–	0.67	0.53	0.60	0.60
Рус.-Азибей. III					–	0.47	0.60	0.53
Каент. островн.						–	0.27	0.07
Дубовогрив. II							–	0.27
Рысов. III сел.								–

Судя по полученным данным, для РАТ сходство между стоянками относительно невелико. Это объясняется следующими причинами: 1) слабой изученностью памятников (за исключением Русско-Азибейской I стоянки); 2) значительным количеством кластеров (21). Наибольшее сходство прослеживается между стоянками Игимская и Золотая Падь II. К этой степени сходства стремятся также Игимская и Дубовогривская II, Золотая Падь II и Дубовогривская II стоянки. Анализ средних значений коэффициентов сходства по памятникам показывает, что Игимская, Золотая Падь II, Каентубинская островная и Дубовогривская II стоянки могут быть отнесены к одной группе памятников. Однако все эти объекты плохо изучены на настоящий момент. Самое изученное поселение этого времени – Русско-Азибейская I стоянка – обнаруживает слабое сходство с другими объектами. Вероятно, дополнительные материалы раскопок других памятников позволили бы выявить некоторое сходство Русско-Азибейской I стоянки с ними.

Табл. 4

Средние значения доли сходства памятников внутри археологических культур эпохи неолита

Памятники	РАТ (21 кластер)	НИК (11 кластеров)	ВГО (15 кластеров)	В среднем по эпохе
Игимская	0.10	0.62	0.17	0.30
Золотая Падь II	0.12	0.60	0.64	0.45
Тат.-Азибей. II	–	0.55	0.60	0.58
Рус.-Азибей. I	0.00	–	0.59	0.30
Рус.-Азибей. III	–	0.57	0.56	0.57
Каент. островн.	0.07	–	0.37	0.22
Дубовогрив. II	0.10	0.50	0.42	0.34
Рысов. III сел.	–	–	0.40	0.40

Иная ситуация с памятниками НИК, которые объединены достаточно высокими коэффициентами сходства. В ряде случаев эти коэффициенты объясняются снижением числа учитываемых (статистически значимых) кластеров. Наиболее сильные связи обнаруживаются между стоянками Игимская, Золотая Падь II, Русско-Азибейская III и Татаро-Азибейская II. Отличается чуть большей индивидуальностью Дубовогривская II стоянка, хотя и незначительно. Эти наши выводы подтверждает и анализ средних (табл. 4).

Самая интересная ситуация связана с поселениями ВГО, которые являются наиболее изученными. На основе проведенного анализа видно, что все связи между памятниками этого времени можно разделить на «очень сильные», когда доля сходства между памятниками составляет 70% и выше, «сильные» (от 50 до 70% сходства), «средние» (от 20 до 50% сходства), «слабые» (от 10 до 20% сходства) и «очень слабые» (менее 10% сходства).

Мы имеем три очень сильные связи (Золотая Падь II с Татаро-Азибейской II и Русско-Азибейской I, Татаро-Азибейская II и Русско-Азибейская III), 12 сильных связей, 10 средних, 2 слабые (Игимская с Каентубинской островной и Рысовской III стоянками), 1 очень слабую (Каентубинская островная – Рысовская III стоянки).

На основании данных табл. 3 было выделено три группы поселений ВГО.

Наиболее сильные связи (0.67–0.80) в орнаментальных традициях обнаруживают Русско-Азибейская I, Русско-Азибейская III, Золотая Падь II и Татаро-Азибейская II стоянки. Учитывая силу связи этих памятников и принимая во внимание, что стилевые изменения в орнаменте очень мобильны [9, с. 128, 129], можно предположить единовременное существование всех поселений данной группы. Для одного из этих памятников (Русско-Азибейской III стоянки) известно две радиоуглеродные даты: 4100 ± 70 , 4120 ± 70 , выполненные киевской лабораторией – ki. По всей вероятности, и на остальные стоянки этой группы можно распространить данную датировку. К этой же группе памятников через стоянку Золотая Падь II обособленной группой примыкают Рысовская III и Каентубинская островная стоянки (сила связи 0.67).

Вторую группу составляют памятники, объединенные между собой связями средней силы (0.27), но имеющие сильные связи с отдельными памятниками первой группы: это Рысовская III, Дубовогривская II и Каентубинская остров-

ная стоянки. Данные поселения продолжают орнаментальные традиции первой группы памятников, так как Каентубинская островная и Рысовская III стоянки имеют сильную связь со стоянкой Золотая Падь II. По всей вероятности, и в этом случае можно говорить о некоторой синхронности данных памятников. Время существования второй группы поселений несколько более позднее, чем первой, об этом говорят материалы Рысовского III селища, где в волосовском слое обнаружена абашевская керамика [10, с. 125], датируемая второй четвертью II в. до н. э. [11, с. 70].

Несколько особняком стоит Игимская стоянка, которая имеет самый низкий средний показатель сходства с другими памятниками (табл. 4). Это указывает на то, что данное поселение, концентрирующее в себе керамические комплексы с редко встречающимися мотивами орнаментации, является реликтовым и весьма непохожим на другие памятники. По всей вероятности, Игимская стоянка – это самый поздний памятник, относящийся к эпохе, когда вместе с угасанием ВГО угасают и ее орнаментальные традиции.

Анализ силы связей между поселениями ВГО показал, что наибольшая монолитность орнаментальных традиций наблюдается в материалах самых древних памятников. В более позднее время, во второй четверти II тыс. до н. э., начинается распад волосовской орнаментальной традиции, выразившийся в употреблении разных сочетаний элементов орнамента на разных поселениях ВГО. Финал орнаментальной традиции ВГО проявляется на Игимской стоянке.

Summary

A.S. Bushuev, A.A. Chijevsky, A.V. Shipilov. Potential of Cluster Analysis Applicable to Ceramics Ornament and Dissimilarity Measurement of Archaeological Sites.

The article deals with the potential of cluster analysis (iteration method especially) applicable to ornament of archaeological ceramics as well as similarity measuring of the archaeological sites according to the clusters. Four-stage algorithm has been worked out to analyze the ornamental elements.

Key words: Euclidean distance, iteration, ceramics, cluster analysis, similarity coefficient, K-means, ornament.

Литература

1. Березин Д.Ю., Жилицкая Г.Ю. Попытка корреляции некоторых неолитических памятников на Нижней Ангаре на основе керамического материала // Информационные технологии в гуманитарных исследованиях. – Новосибирск: Изд-во Новосибир. ун-та, 2003. – Вып. 5. – С. 49–57.
2. Деревянко А.П., Холюшкин Ю.П., Воронин В.Т., Ростовцев П.С. Статистическое изучение технологических индексов мустьерских индустрий Кавказа и Ближнего Востока. Проблемы сопоставимости // Информационные технологии в гуманитарных исследованиях. – Новосибирск: Изд-во Новосибир. ун-та, 2003. – Вып. 5. – С. 27–49.
3. Деревянко А.П., Холюшкин Ю.П., Воронин В.Т., Ростовцев П.С., Костин В.С., Корнюхин Ю.Г. Статистические методы в изучении каменных индустрий // Информационные технологии в гуманитарных исследованиях. – Новосибирск: Изд-во Новосибир. ун-та, 2003. – Вып. 6. – С. 30–46.

4. *Генинг В.Ф.* Программа статистической обработки керамики из археологических раскопок // Сов. археология. – 1973. – № 1. – С. 114–136.
5. *Цетлин Ю.Б.* Неолит центра Русской равнины. – Тула: Гриф и К, 2008. – 350 с.
6. *Олдендерфер М.С., Блэшфилд Р.К.* Кластерный анализ // Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика, 1989. – С. 139–214.
7. *Рычков Н.А.* Оценка представительности характера распределения признаков погребальных памятников // Методологические и методические вопросы археологии. – Киев: Наукова думка, 1982. – С. 167–178.
8. *Федоров-Давыдов Г.А.* Статистические методы в археологии. – М.: Высш. шк., 1987. – 216 с.
9. *Зданович Д.Г., Куприянова Е.В.* «Use life» глиняной посуды и динамика стилевых изменений (по поводу публикации материалов кургана 25 Большекараганского могильника) // Аркаим: некрополь (по материалам кургана 25 Большекараганского могильника). – Челябинск: Южно-Урал. кн. изд-во, 2002. – Кн. 1. – С. 128–132.
10. *Чижевский А.А., Шипилов А.В., Писарев Т.Н.* Исследования Рысовского археологического комплекса в 2002 году // Археологические открытия в Татарстане: 2002 год. – Казань: Школа, 2004. – С. 105–144.
11. *Соловьев Б.С.* Бронзовый век Марийского Поволжья. – Йошкар-Ола: Изд-во Мар. НИИ языка, литературы и истории, 2000. – 264 с.

Поступила в редакцию
15.10.09

Бушуев Алексей Сергеевич – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Института истории им. Ш. Марджани АН РТ, г. Казань.

E-mail: a_bushujev@mail.ru

Чижевский Андрей Алексеевич – кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Института истории им. Ш. Марджани АН РТ, г. Казань.

E-mail: NCAI@mail.ru

Шипилов Антон Валентинович – младший научный сотрудник Института истории им. Ш. Марджани АН РТ, г. Казань.

E-mail: NCAI@mail.ru