

Метод компьютерного  
распознавания и моделирования  
формы поверхности сосудов и  
применение для задач  
классификации и сравнения  
керамики

Д.В.Деопик, Н.В.Игнатович

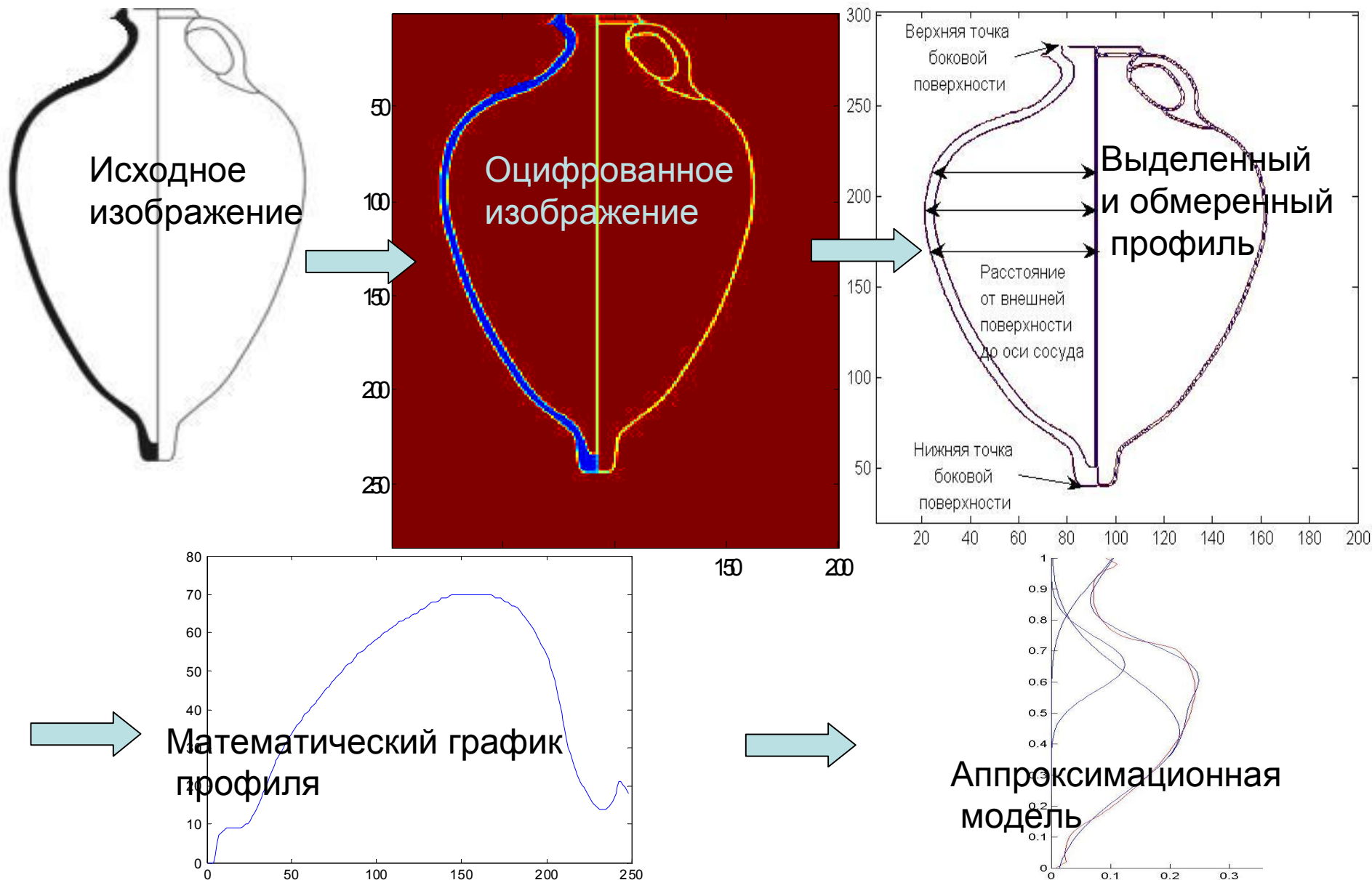
# Цели настоящего исследования

- Применение для задач классификации керамики
  - Примеры
    - Исследование вариантов узкогорлых светло-глиняных амфор Сев.Причерноморья
    - Исследование парадной керамики энеолита Восточной Азии (Китай)
- Использование накопленных объемов археологического материала (керамики), в том числе недоступного непосредственно
  - из публикаций, из электронных баз данных
- Реализация компьютерной автоматизации исследования, позволяющая применять метод для массовой обработки археологического материала (керамики).
- Выработка максимально объективного и точного метода в описании и спецификации формы сосудов.
  - Задача описания форм керамических сосудов
  - Однако пока нет общепринятого и технически автоматизированного метода получения детального и объективного описания керамической формы
  - Без использования измерительных средств значительной субъективностью традиционных подходов
- Определение критериев сходства или различия разных форм
  - Должны использоваться количественно измеримые критерии

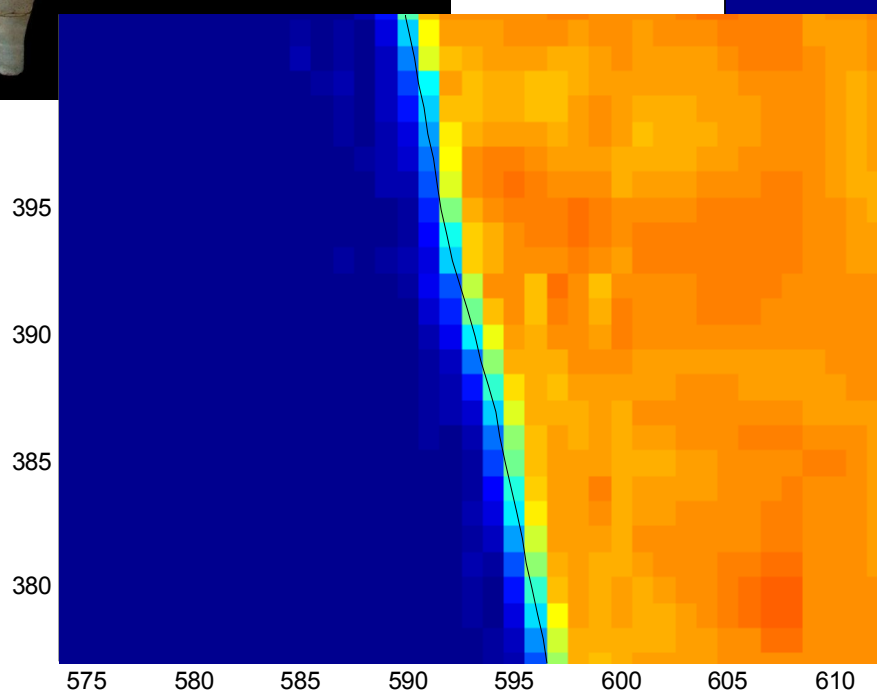
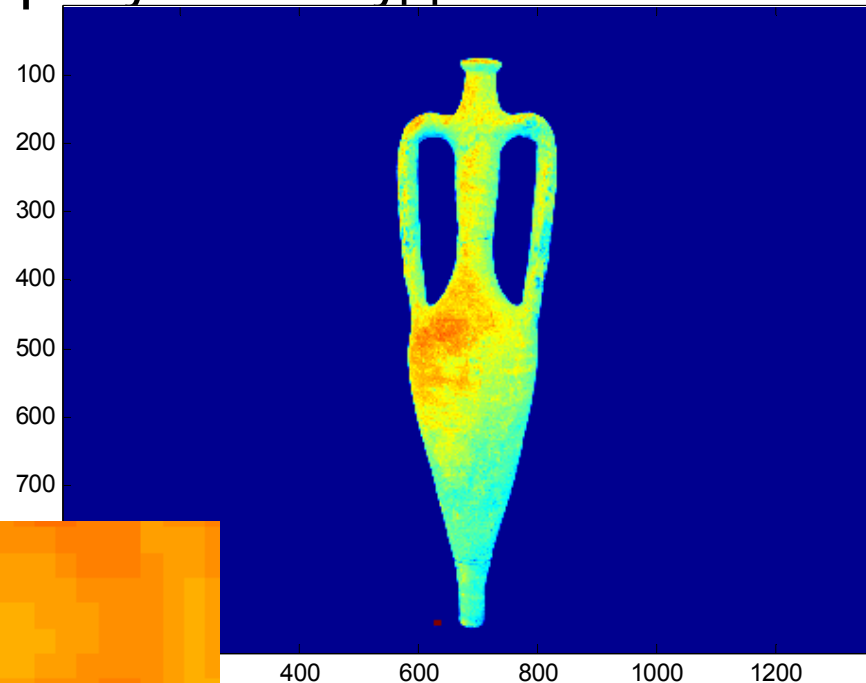
# Подход

- Компьютерное распознавание профиля поверхности сосуда
  - В рамках данного исследования был выработан и апробирован для практических задач
- Математическое описание профиля боковой поверхности сосуда
  - В качестве исходных данных используются цифровые фотографии или оцифрованные рисунки.
  - Компьютерная процедура обмера, производимые на основе изображения, позволяют количественно описать профиль поверхности, точно отражающий форму
- Накопление базы математических объектов для исследования формы и сравнения профилей.
- Создание аналитической модели поверхности и исследование геометрии формы
  - Возможность естественной интерпретации модели
  - Аппроксимация профилей и представление в виде разбиения на составляющие.
  - Интерполяция формы по ключевым точкам
  - Выявления характерных особенностей формы,
- Выполнение массовых сравнений формы сосудов и построение групповых классификаций.

# Общая последовательность применения - от изображения до модели формы

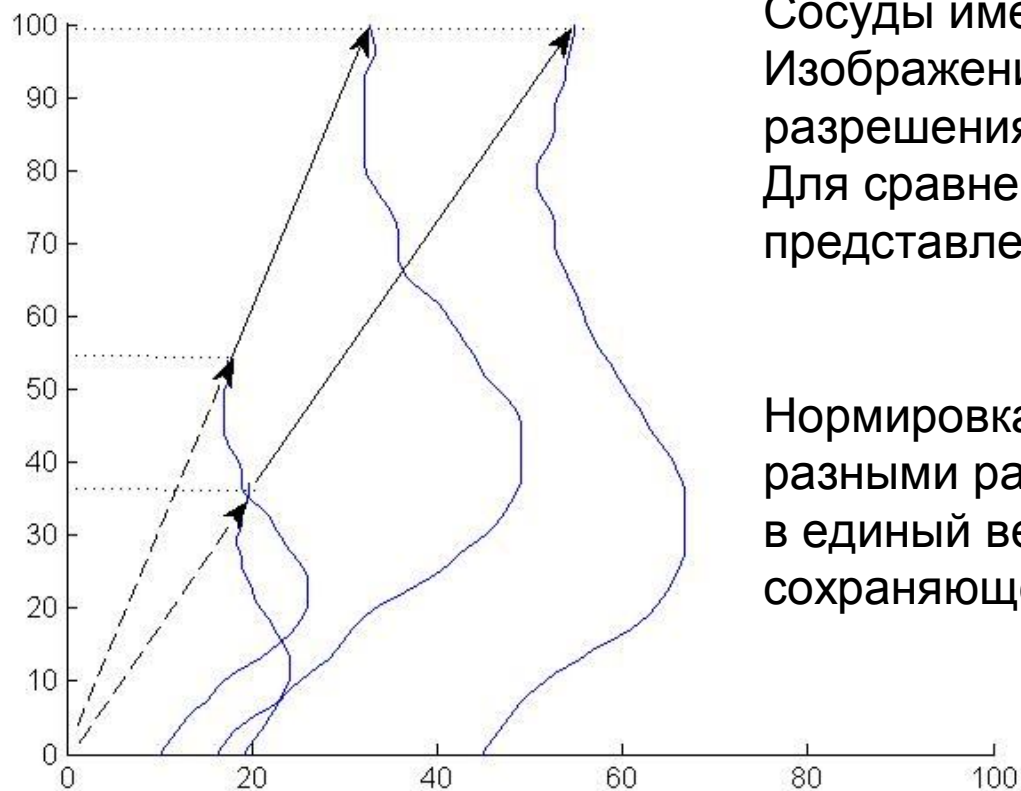


# Распознавание и выделение профиля поверхности и его математическое описание на основании фотографии/рисунка сосуда.



Матрица пиксельного изображения подвергается анализу с целью выделения одномерной линии – контура боковой поверхности сосуда

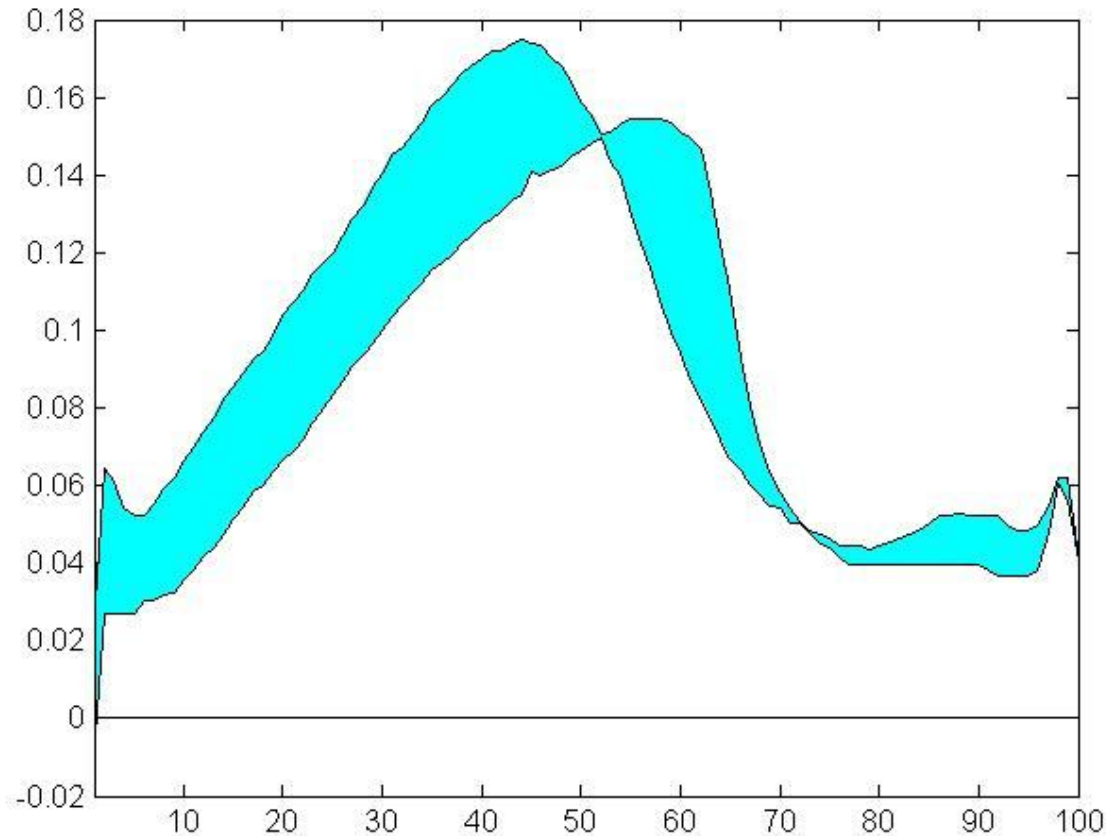
# Нормализация и унификация представление профилей поверхностей.



Сосуды имеют разные размеры  
Изображения имеют разные разрешения  
Для сравнения нужна унификация представления

Нормировка двух профилей с разными размерами и разрешением в единый вертикальный размер, сохраняющей пропорции формы

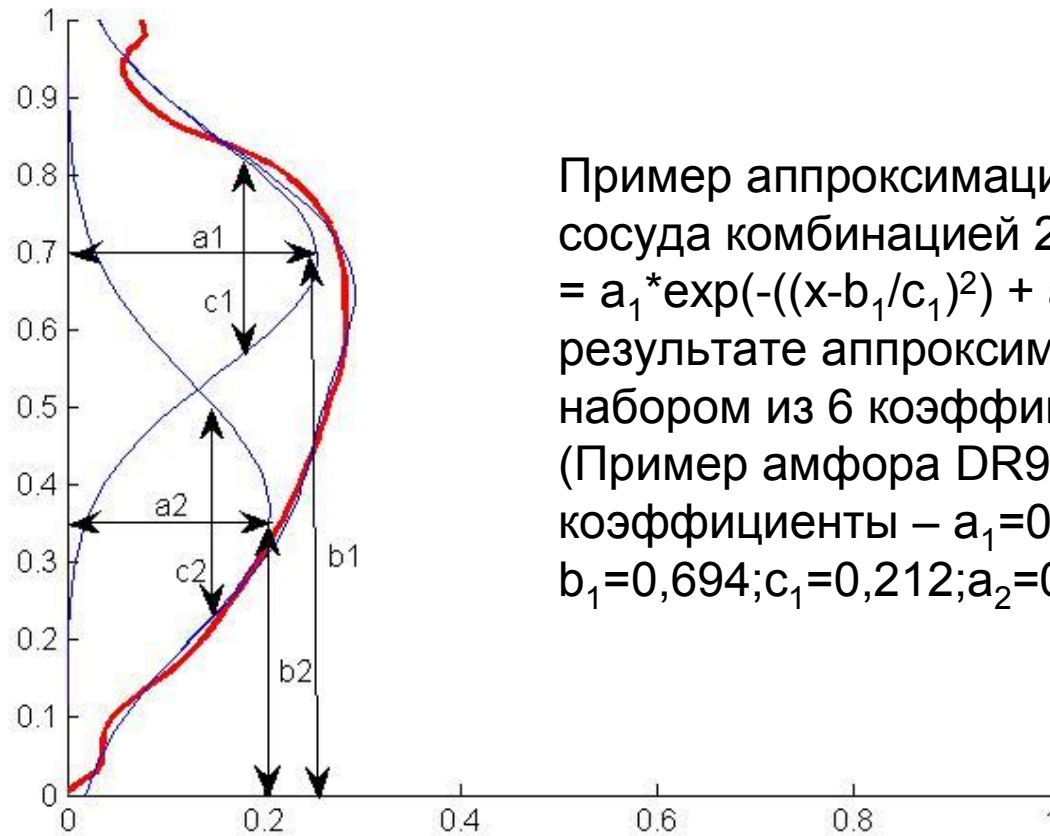
## Сравнение профилей поверхности



Эвклидово расстояние -  
квадратный корень из  
суммы квадратов  
поточечных разностей  
 $L_2(x,y) = (\sum (x(i)-y(i))^2)^{1/2}, i=1..n,$   
Манхеттенское расстояние -  
сумма абсолютных  
значений поточечных  
разностей  
 $L_1(x,y) = \sum |x(i)-y(i)|, i=1..n,$   
Расстояние Чебышева, -  
как максимальная  
поточечная разность  
 $L_\infty(x,y) = \max |x(i)-y(i)|, i=1..n,$

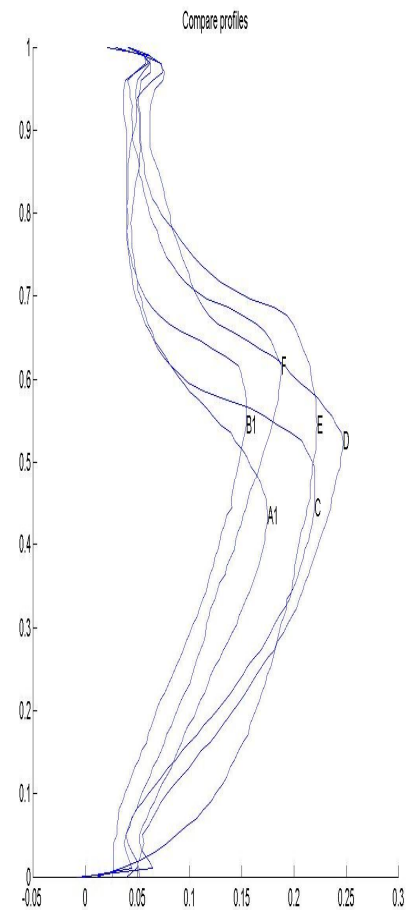
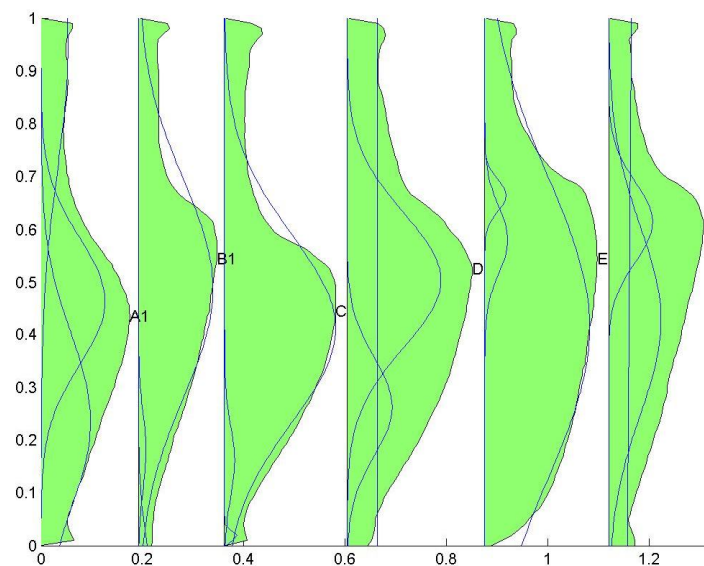
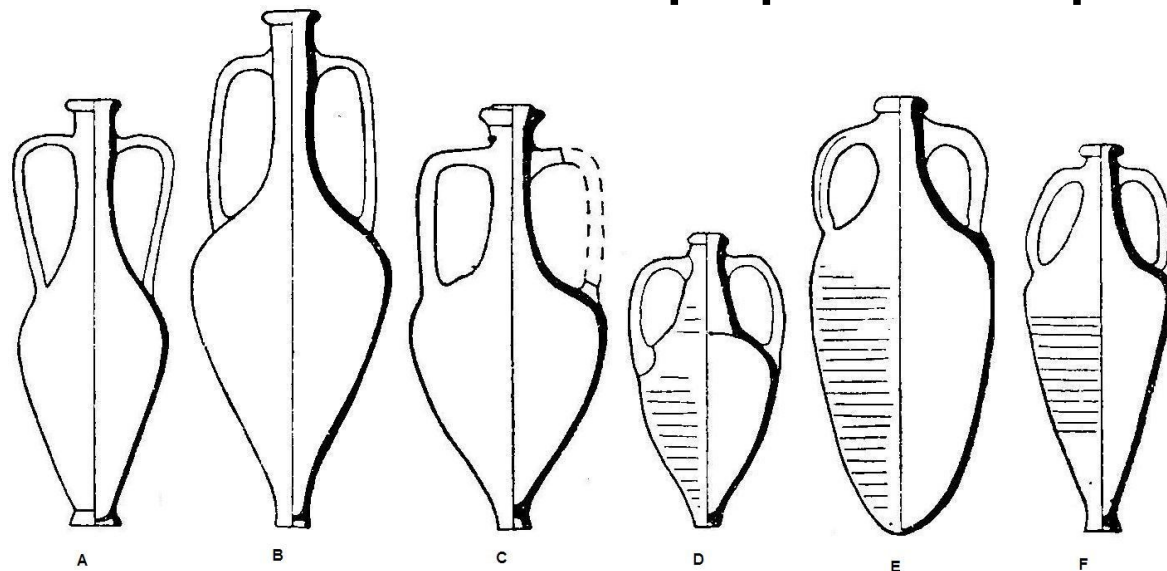
Пример сравнения двух профилей и геометрический смысл эвклидова расстояния как площади между графиками профилей.

# Построение модели поверхности. Аппроксимация профиля поверхности набором специальных функций.

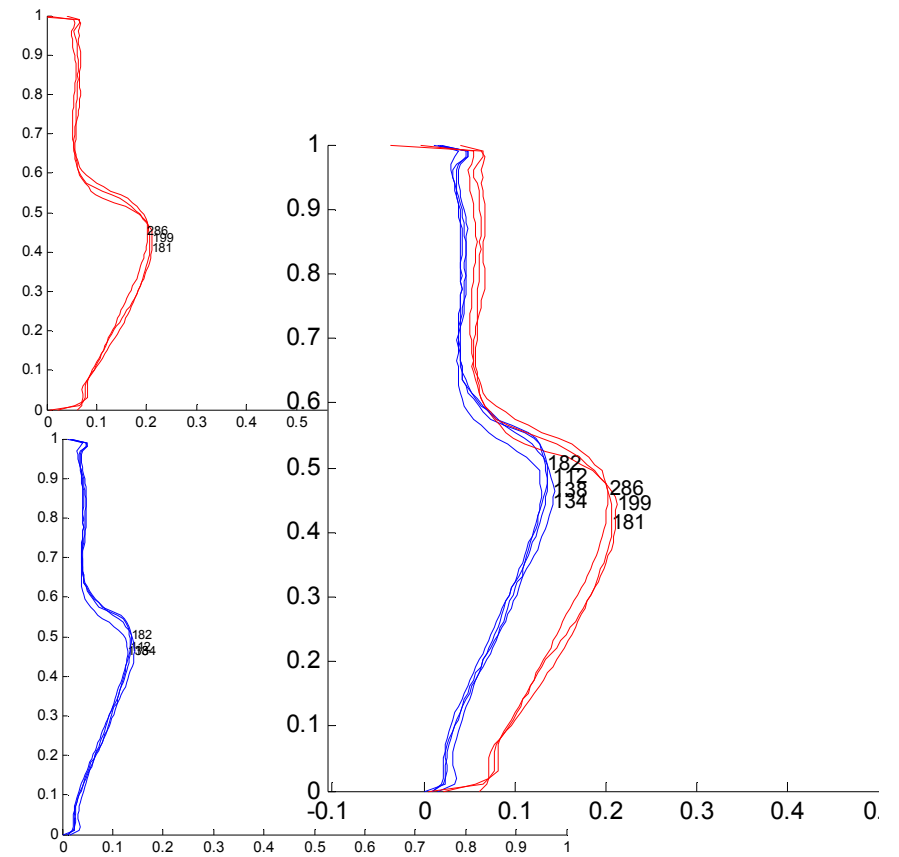


Пример аппроксимации профиля поверхности сосуда комбинацией 2 нормальных функций -  $f(x) = a_1 \cdot \exp(-((x-b_1)/c_1)^2) + a_2 \cdot \exp(-((x-b_2)/c_2)^2)$ . В результате аппроксимации форма задается набором из 6 коэффициентов.  
(Пример амфора DR98 Almagro 51C - коэффициенты –  $a_1=0,253$ ;  
 $b_1=0,694$ ;  $c_1=0,212$ ;  $a_2=0,205$ ;  $b_2=0,367$ ;  $c_2=0,236$ )

# Пример: Сравнение вариантов светлоглиняных амфор Сев. Причерноморья

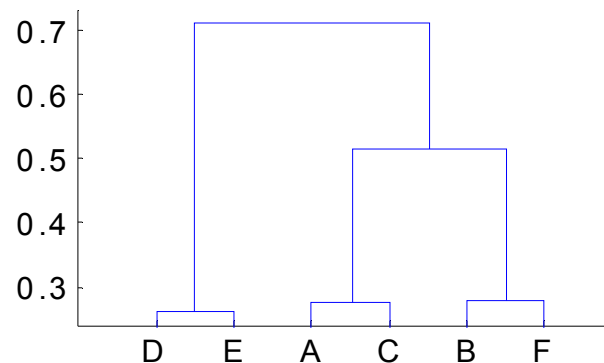


# Сравнение профилей двух групп светлоглиняных амфор вариантов А и В.

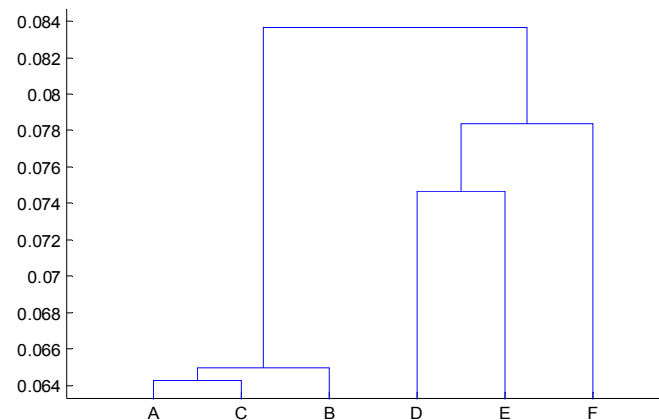


# Пример. Иерархическая кластеризация вариантов светло-глиняных амфор двумя метриками

		Варианты светло-глиняных амфор					
Метрика:	A	B	C	D	F	E	
Эвклидово расстояние							
A	0	0,309	0,276	0,559	0,414	0,643	
B	0,309	0	0,487	0,645	0,280	0,711	
C	0,276	0,487	0	0,413	0,514	0,568	
D	0,559	0,645	0,413	0	0,484	0,262	
F	0,414	0,280	0,514	0,484	0	0,496	
E	0,643	0,711	0,568	0,262	0,496	0	



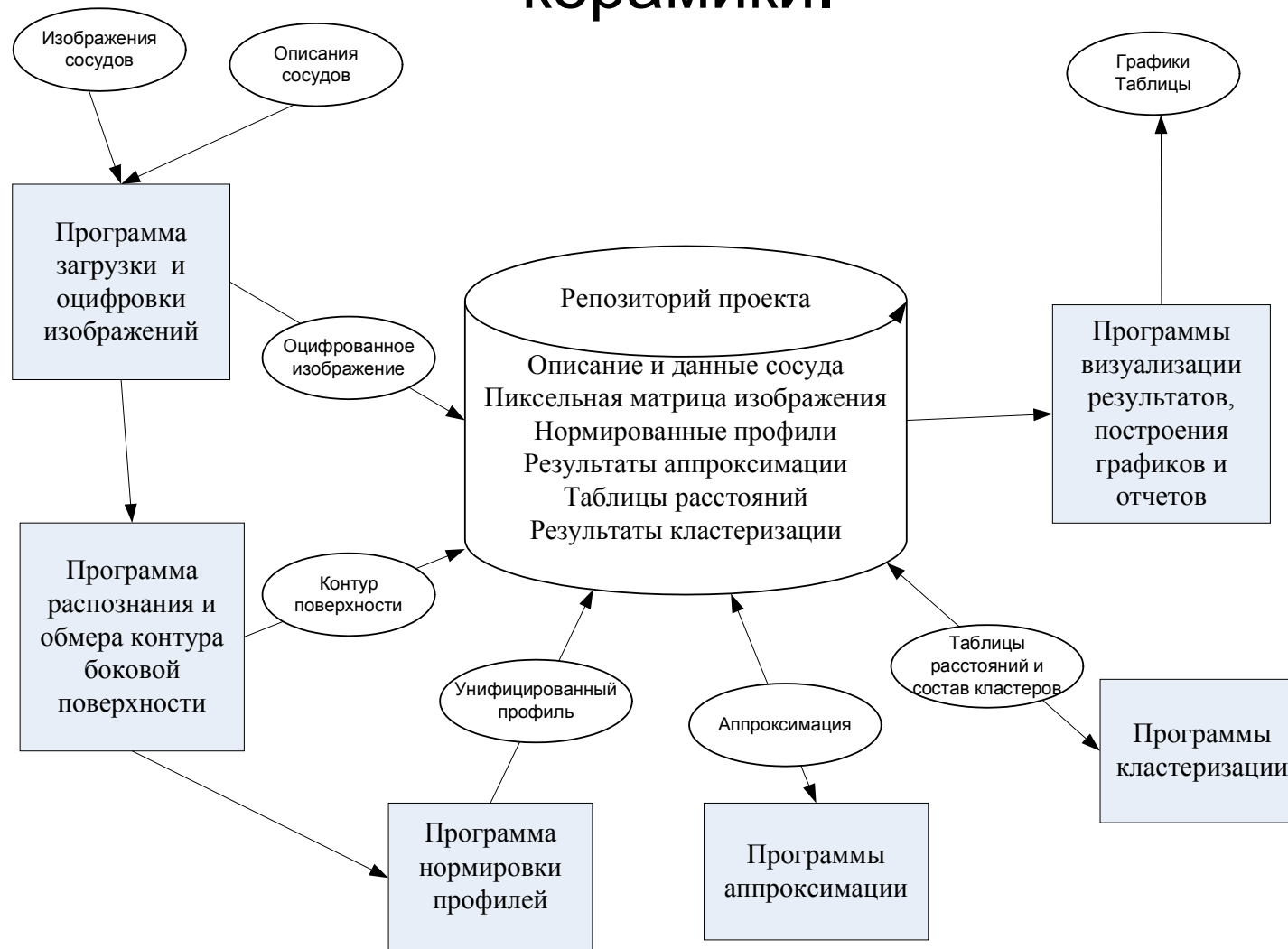
		Варианты светло-глиняных амфор					
Метрика:	A	B	C	D	F	E	
Расстояние Чебышева							
A	0	0,064	0,064	0,116	0,111	0,139	
B	0,064	0	0,085	0,098	0,083	0,122	
C	0,064	0,085	0	0,108	0,112	0,141	
D	0,116	0,098	0,108	0	0,082	0,074	
F	0,111	0,083	0,112	0,082	0	0,078	
E	0,139	0,122	0,141	0,074	0,078	0	



# Примеры аппроксимации форм средиземноморских амфор

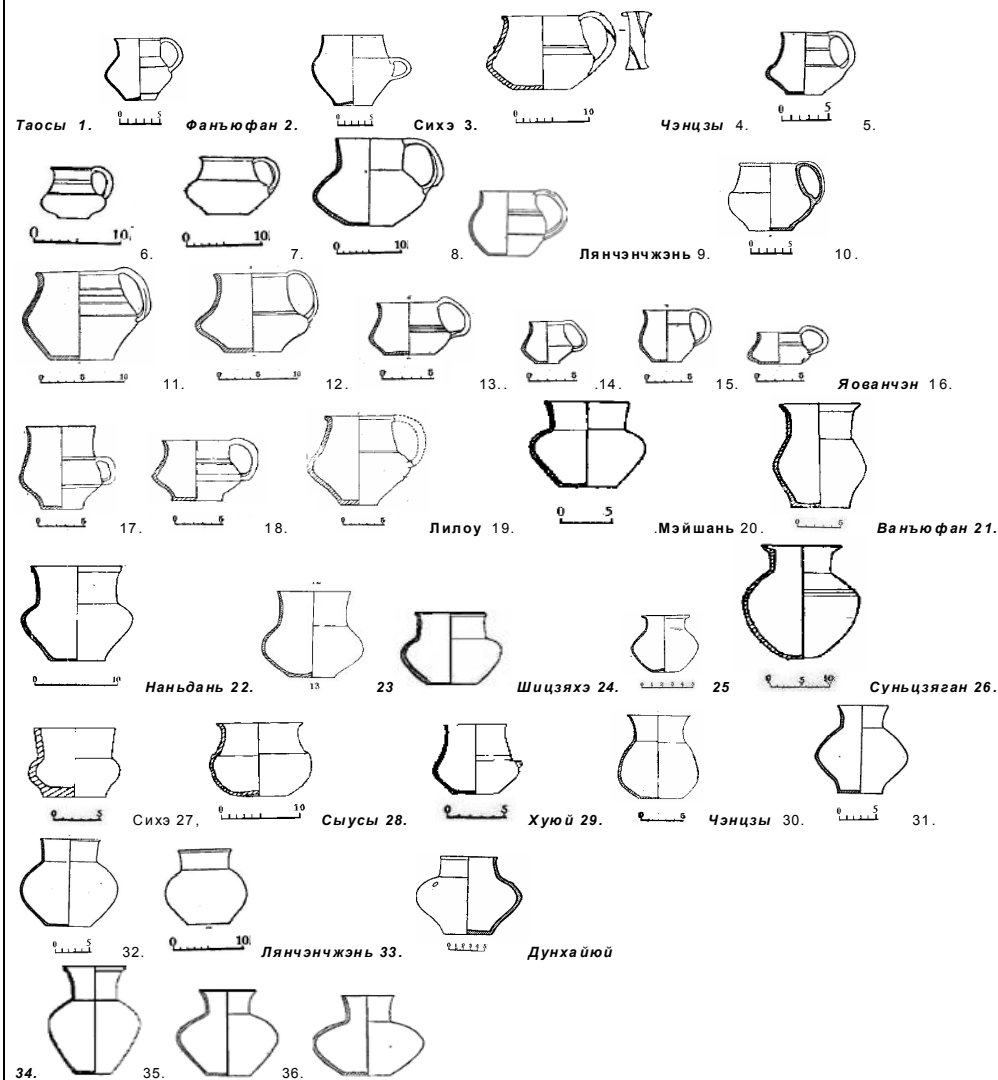
Номер изображения и тип по каталогу источника - ADS	Изображение профиля поверхности амфоры	Аппроксимация профиля поверхности комбинацией из гауссовых функций
DR36 Africana 2D Grande		
DR99 Beltrán 2A		
DR118 Greco-Italic A form		
DR43 Almagro 51A & B Keay XIX variant C.		
DR111 Dressel 20		
DR135 Dressel 21- 22		
DR98 Almagro 51C		
DR115 Gauloise 3		
DR178 Forlimpopoli		

# Программный комплекс для распознавания профилей поверхности и анализа формы керамики.



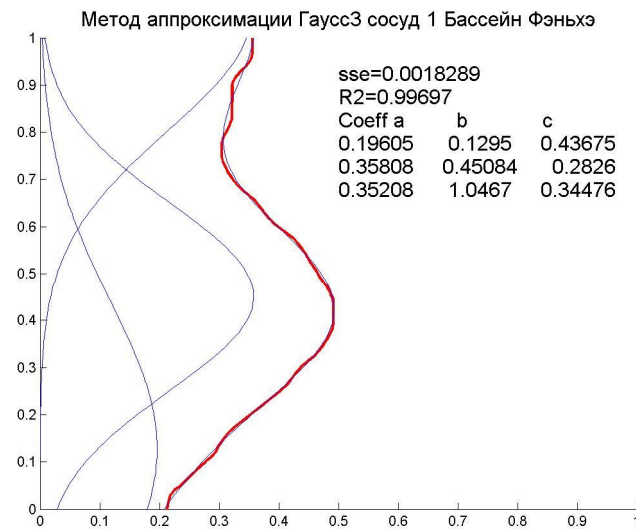
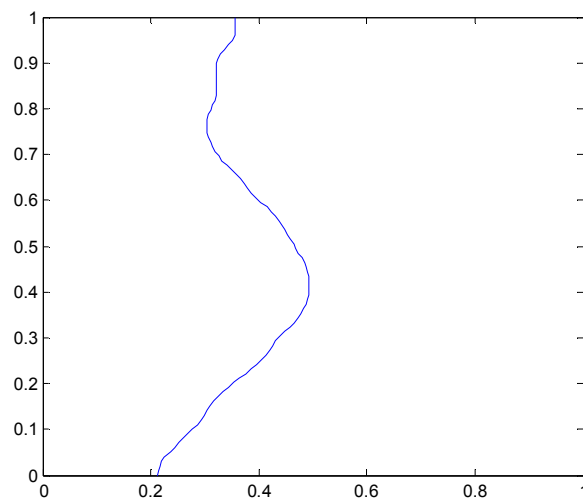
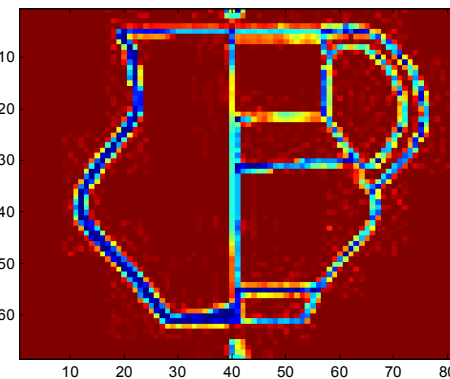
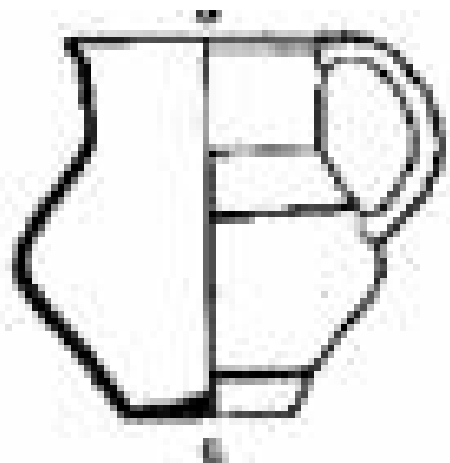
# Пример. Парадной посуда (кружки и кувшины) культур энеолита восточной Азии (2 половина 3 тыс – 1 четверть 2 тыс. до н.э.)

Исходное изображение и место происхождения



- Анализ сходства и различия целых форм для отдельных групп данных сосудов в контексте связей между аграрными очагами.
- Небольшая выборка (36 экз.) но достаточно надежно представляющая аграрные очаги Восточной Азии: Великая Равнина, Древнее Приморье, Шаньдун, бассейн Янцзы, бассейн Фэньхэ
- Два типа сосудов, схожих по форме и размерам – кружки и кувшины ( с ручками и без)
- Это керамика сакрального назначения

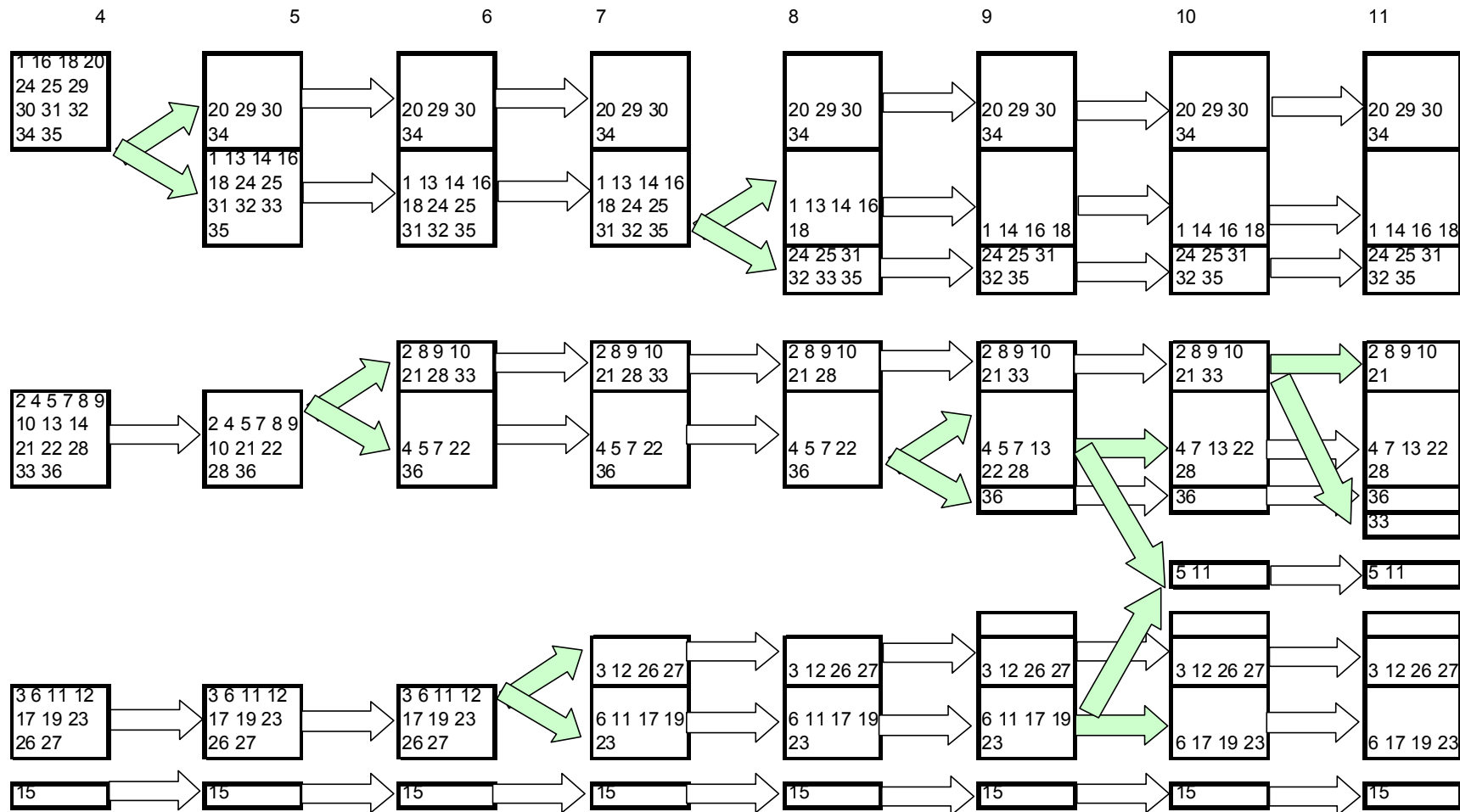
# Исходное, оцифрованное изображение сосуда и обмеренный профиль боковой поверхности парадной керамики



# Матрица парных расстояния между нормализованными профилями сосудов в эвклидовой метрике.

Номер сосуда	Расстояния между профилями сосудов в эвклидовой метрике																Номер сосуда	Расстояния между профилями сосудов в эвклидовой метрике																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1	0,00	0,70	1,65	0,54	0,98	1,24	0,67	0,61	0,58	0,85	1,12	1,77	0,35	0,33	3,11	0,36	1,14	0,17	1,06	0,60	0,57	0,50	1,11	0,22	0,44	1,32	1,46	0,61	0,66	0,65	0,36	0,28	0,60	1,08	0,52	0,97
2	0,70	0,00	1,28	0,80	1,03	0,99	1,02	0,44	0,36	0,46	0,98	1,39	0,71	0,57	2,72	0,73	0,71	0,66	0,72	1,17	0,54	0,79	0,84	0,81	0,95	0,95	1,05	0,61	1,28	1,27	0,92	0,82	0,64	1,70	1,10	1,23
3	1,65	1,28	0,00	1,26	0,90	0,51	1,37	1,13	1,14	0,88	0,62	0,24	1,42	1,55	1,48	1,80	0,37	1,06	0,71	2,12	1,16	1,31	0,58	1,64	1,92	0,60	0,36	1,10	2,08	2,15	1,72	1,62	1,43	2,67	1,85	1,37
4	0,54	0,80	1,26	0,00	0,53	0,90	0,33	0,48	0,51	0,68	0,67	1,39	0,27	0,56	2,70	0,74	0,90	0,48	0,84	0,96	0,42	0,20	0,79	0,50	0,82	1,00	1,15	0,31	0,89	0,97	0,59	0,49	0,70	1,46	0,76	0,75
5	0,98	1,03	0,90	0,53	0,00	0,59	0,53	0,67	0,73	0,69	0,35	1,03	0,71	0,96	2,26	1,20	0,82	1,64	0,69	1,40	0,67	0,54	0,53	0,90	1,22	0,83	0,86	0,52	1,27	1,39	0,98	0,89	0,96	1,88	1,09	0,69
6	1,24	0,99	0,51	0,90	0,59	0,00	1,01	0,79	0,76	0,57	0,39	0,69	1,06	1,22	1,90	1,46	0,49	1,06	0,36	1,76	0,83	0,95	0,23	1,23	1,50	0,67	0,51	0,78	1,71	1,72	1,30	1,21	0,99	2,26	1,40	0,92
7	0,67	1,02	1,37	0,33	0,53	1,01	0,00	0,64	0,73	0,87	0,79	1,50	0,39	0,71	2,74	0,88	1,12	0,73	1,00	0,97	0,67	0,27	0,91	0,54	0,85	1,17	1,27	0,49	0,80	0,94	0,58	0,52	0,84	1,41	0,72	0,67
8	0,61	0,44	1,13	0,48	0,67	0,79	0,64	0,00	0,25	0,35	0,72	1,25	0,43	0,50	2,58	0,74	0,71	0,61	0,61	1,08	0,42	0,46	0,64	0,61	0,84	0,86	0,94	0,26	1,07	1,11	0,69	0,58	0,52	1,60	0,89	0,90
9	0,58	0,36	1,14	0,51	0,73	0,76	0,73	0,25	0,00	0,31	0,72	1,26	0,49	0,52	2,59	0,73	0,81	0,97	0,56	1,10	0,31	0,52	0,62	0,65	0,88	0,84	0,94	0,34	1,15	1,14	0,75	0,64	0,52	1,63	0,92	0,93
10	0,85	0,46	0,88	0,68	0,69	0,57	0,87	0,35	0,31	0,00	0,60	0,99	0,72	0,75	2,32	0,99	0,99	0,96	1,35	0,46	0,69	0,41	0,89	1,13	0,61	0,66	0,44	1,38	1,40	0,99	0,87	0,69	1,90	1,16	1,01	
11	1,12	0,98	0,62	0,67	0,35	0,39	0,79	0,72	0,72	0,60	0,00	0,77	0,87	1,07	2,05	1,30	0,57	1,15	0,53	1,58	0,67	0,73	0,36	1,10	1,41	0,58	0,62	0,60	1,52	1,60	1,19	1,08	1,02	2,11	1,31	0,90
12	1,77	1,39	0,24	1,39	1,03	0,69	1,50	1,25	1,26	0,99	0,77	0,00	1,55	1,65	1,38	1,91	0,79	1,19	0,84	2,22	1,27	1,43	0,73	1,77	2,05	0,60	0,39	1,21	2,19	2,28	1,86	1,75	1,58	2,79	2,00	1,53
13	0,35	0,71	1,42	0,27	0,71	1,06	0,39	0,43	0,49	0,72	0,87	1,55	0,00	0,35	2,87	0,53	1,01	0,90	0,93	0,75	0,46	0,21	0,92	0,31	0,62	1,12	1,27	0,34	0,70	0,80	0,41	0,30	0,63	1,27	0,64	0,85
14	0,33	0,57	1,55	0,56	0,96	1,22	0,71	0,50	0,52	0,75	1,07	1,65	0,35	0,00	3,01	0,29	1,05	0,38	1,01	0,64	0,49	0,49	1,06	0,41	0,60	1,15	1,33	0,49	0,74	0,86	0,55	0,44	0,72	1,23	0,78	1,13
15	1,31	2,72	1,48	2,70	2,26	1,90	2,74	2,58	2,59	2,32	2,05	3,38	2,87	3,01	0,00	3,27	2,10	3,13	2,11	3,57	2,62	2,74	2,01	3,08	3,35	1,96	1,71	2,55	3,49	3,56	3,14	3,05	2,83	4,10	3,24	2,62
16	0,36	0,73	1,80	0,74	1,20	1,46	0,88	0,74	0,73	0,99	1,30	1,91	0,53	0,29	3,27	1,30	1,27	0,83	1,25	0,49	0,70	0,69	1,31	0,48	0,55	1,40	1,59	0,75	0,68	0,76	0,60	0,53	0,83	1,04	0,80	1,29
17	1,14	0,71	0,67	0,90	0,82	0,49	1,12	0,71	0,61	0,39	0,57	0,79	1,01	1,05	2,10	1,27	0,00	1,74	0,35	1,64	0,65	0,96	0,41	1,20	1,47	0,46	0,50	0,72	1,69	1,71	1,31	1,19	0,98	2,21	1,45	1,20
18	0,17	0,66	1,66	0,58	1,04	1,26	0,73	0,61	0,57	0,86	1,15	1,79	0,40	0,36	3,13	0,33	1,14	0,90	1,08	0,65	0,60	0,56	1,14	0,32	0,43	1,34	1,48	0,64	0,73	0,68	0,42	0,36	0,57	1,11	0,59	1,03
19	1,06	0,72	0,71	0,84	0,69	0,36	1,00	0,61	0,56	0,34	0,53	0,84	0,93	1,01	2,11	1,25	0,85	1,08	0,00	1,59	0,67	0,87	0,23	1,08	1,34	0,64	0,54	0,66	1,58	1,58	1,17	1,06	0,82	2,10	1,27	0,95
20	0,60	1,17	2,12	0,96	1,40	1,76	0,97	1,08	1,10	1,35	1,58	2,22	0,75	0,64	3,57	0,49	1,54	0,65	1,59	0,00	1,03	0,88	1,61	0,61	0,60	1,73	1,92	1,03	0,38	0,56	0,64	0,64	1,11	0,66	0,77	1,39
21	0,57	0,54	1,16	0,42	0,67	0,83	0,67	0,42	0,31	0,46	0,67	1,27	0,46	0,49	2,62	0,70	0,85	0,60	0,67	1,03	0,00	0,43	0,68	0,65	0,95	0,78	0,96	0,31	1,09	1,17	0,80	0,67	0,74	1,61	0,97	1,00
22	0,50	0,79	1,31	0,20	0,54	0,95	0,27	0,46	0,52	0,69	0,73	1,43	0,21	0,49	2,74	0,69	0,96	0,56	0,87	0,88	0,43	0,00	0,82	0,43	0,77	1,02	1,16	0,29	0,80	0,94	0,54	0,43	0,73	1,40	0,73	0,78
23	1,11	0,84	0,58	0,79	0,53	0,23	0,91	0,64	0,62	0,41	0,36	0,73	0,92	1,06	2,01	1,31	0,41	1,34	0,23	1,61	0,68	0,82	0,00	1,11	1,39	0,56	0,46	0,62	1,58	1,62	1,19	1,08	0,91	2,14	1,31	0,91
24	0,22	0,81	1,64	0,50	0,90	1,23	0,54	0,61	0,65	0,89	1,10	1,77	0,31	0,41	3,08	0,49	1,20	0,42	1,08	0,61	0,65	0,43	1,11	0,00	0,37	1,36	1,47	0,60	0,56	0,58	0,23	0,14	0,61	1,05	0,41	0,85
25	0,44	0,95	1,92	0,82	1,22	1,50	0,85	0,84	0,88	1,13	1,41	2,05	0,62	0,60	3,35	0,55	1,47	0,43	1,34	0,60	0,95	0,77	1,39	0,37	0,00	1,65	1,75	0,90	0,57	0,43	0,34	0,39	0,68	0,86	0,43	1,07
26	1,32	0,95	0,60	1,00	0,83	0,67	1,17	0,86	0,84	0,61	0,58	0,60	1,12	1,15	1,96	1,40	0,46	0,84	0,64	1,73	0,78	1,02	0,56	1,36	1,65	0,00	0,39	0,79	1,76	1,88	1,47	1,35	1,27	2,34	1,65	1,39
27	1,46	1,05	0,36	1,15	0,86	0,51	1,27	0,94	0,94	0,66	0,62	0,39	1,27	1,33	1,71	1,59	0,50	0,48	0,54	1,92	0,96	1,16	0,46	1,47	1,75	0,39	0,00	0,93	1,92	2,00	1,57	1,46	1,29	2,49	1,72	1,35
28	0,61	0,61	1,10	0,31	0,52	0,78	0,49	0,26	0,34	0,44	0,60	1,21	0,34	0,49	2,55	0,75	0,72	0,64	0,66	1,03	0,31	0,29	0,62	0,60	0,90	0,79	0,93	0,00	1,01	1,12	0,70	0,57	0,68	1,59	0,90	0,87
29	0,66	1,28	2,08	0,89	1,27	1,71	0,80	1,07	1,15	1,38	1,52	2,19	0,70	0,74	3,49	0,68	1,59	0,53	1,58	0,38	1,09	0,80	1,58	0,56	0,57	1,76	1,92	1,01	0,00	0,49	0,54	0,57	1,11	0,67	0,64	1,22
30	0,65	1,27	2,15	0,97	1,39	1,72	0,94	1,11	1,14	1,40	1,60	2,28	0,80	0,86	3,56	0,76	1,71	0,68	1,58	0,56	1,17	0,94	1,62	0,58	0,43	1,88	2,00	1,12	0,49	0,00	0,44	0,56	0,92	0,61	0,41	1,13
31	0,36	0,92	1,72	0,59	0,98	1,30	0,58	0,69	0,75	0,99	1,19	1,86	0,41	0,55	3,14	0,60	1,31	0,42	1,17	0,64	0,80	0,54	1,19	0,23	0,34	1,47	1,57	0,70	0,54	0,44	0,00	0,15	0,59	0,98	0,28	0,82
32	0,28	0,82	1,62	0,49	0,89	1,21	0,52	0,58	0,64	0,87	1,08	1,75	0,30	0,44	3,05	0,53	1,19	0,38	1,06	0,64	0,67	0,43	1,08	1,14	0,39	1,35	1,46	0,57	0,57	0,56	0,15	0,00	0,56	1,07	0,38	0,81
33	0,60	0,84	1,43	0,70	0,96	0,99	0,84	0,52	0,52	0,69	1,02	1,58	0,63	0,72	2,83	0,83	0,88	0,87	0,82	1,11	0,74	0,73	0,91	0,61	0,68	1,27	1,29	0,68	1,11	0,92	0,59	0,56	0,00	1,47	0,66	0,79
34	1,08	1,70	2,67	1,46	1,88	2,26	1,41	1,60	1,63	1,90	2,11	2,79	1,27	1,23	4,10	1,04	2,21	1,11	2,10	0,66	1,61	1,40	2,14	1,05	0,86	2,34	2,49	1,59	0,67	0,61	0,98	1,07	1,47	0,00	0,95	1,68
35	0,52	1,10	1,85	0,76	1,09	1,40	0,72	0,89	0,92	1,16	1,31	2,00	0,64	0,78	3,24	0,80	1,45	0,59	1,27	0,77	0,97	0,73	1,31	0,41	0,43	1,65	1,72	0,90	0,64	0,41	0,28	0,38	0,66	0,95	0,00	0,76
36	0,97	1,23	1,37	0,75	0,69	0,92	0,67	0,90	0,93																											

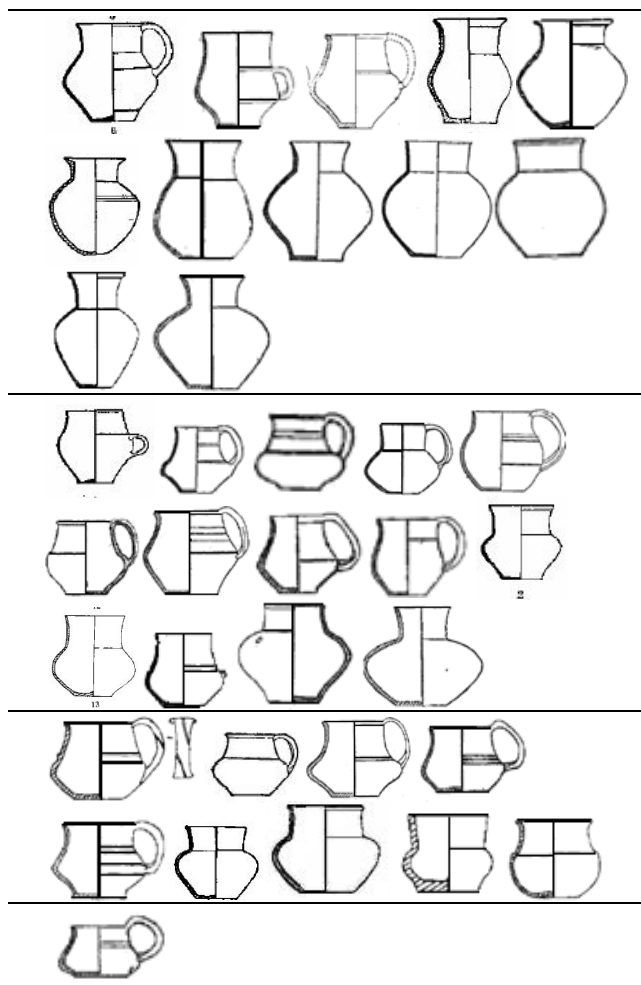
# Процесс дробления кластеров при пошаговом увеличении их количества



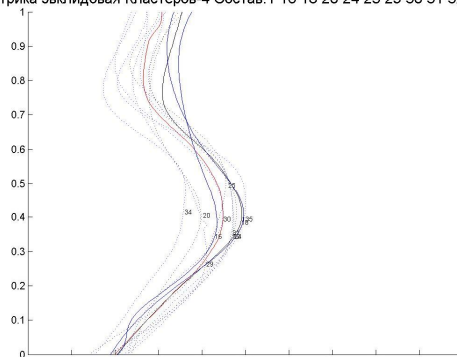
# Массовая группировка при грубой кластеризации (4 кластера)

Состав кластера-номера сосудов и историческая провинция

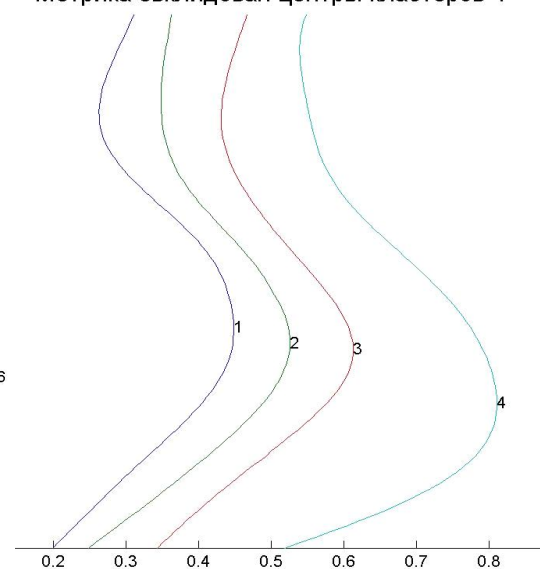
e



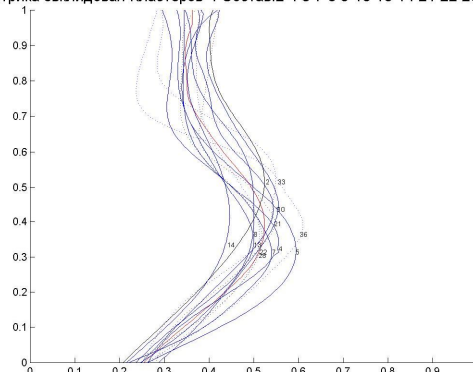
Метрика эвклидова Кластеров-4 Состав:1 16 18 20 24 25 29 30 31 32 34 35



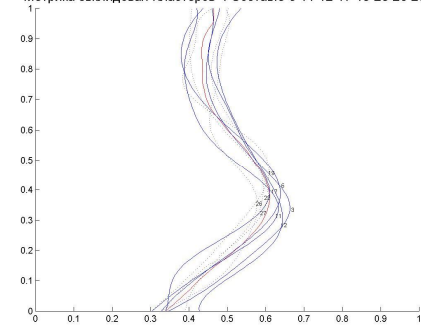
Метрика эвклидова центры кластеров 4



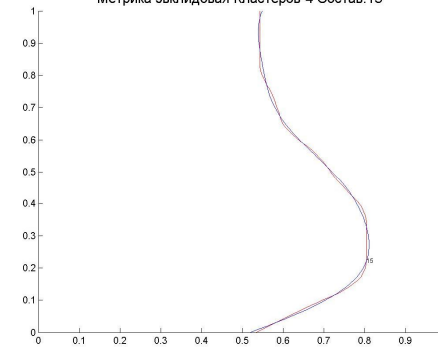
Метрика эвклидова Кластеров-4 Состав:2 4 5 7 8 9 10 13 14 21 22 28 33 36





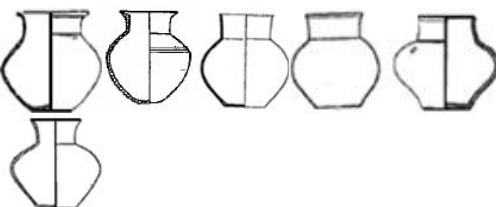
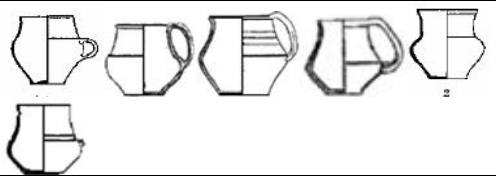




Метрика эвклидова Кластеров-4 Состав:3 6 11 12 17 19 23 26 27

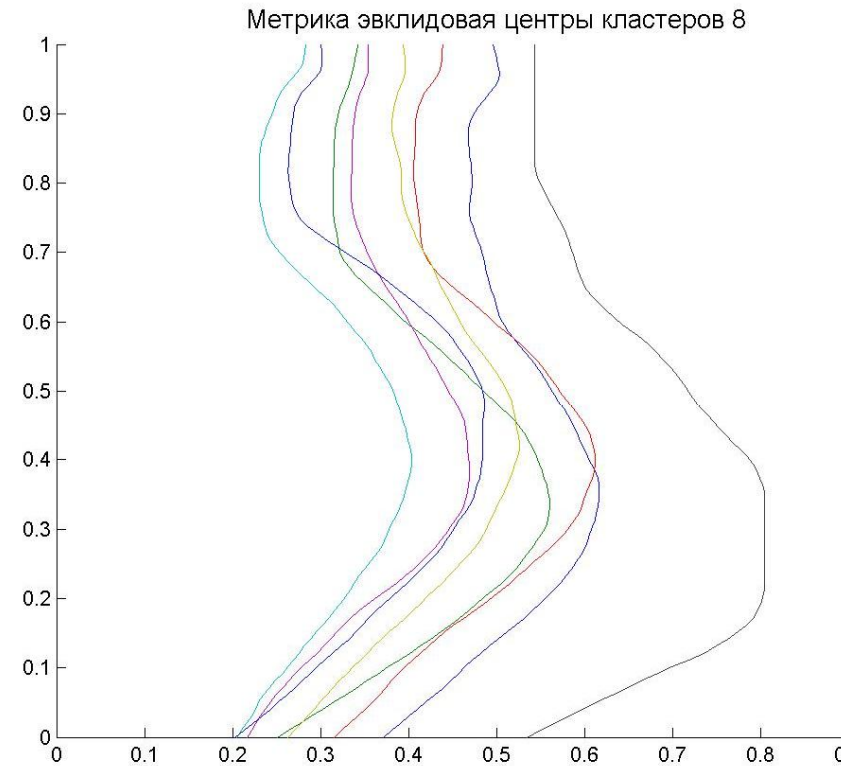


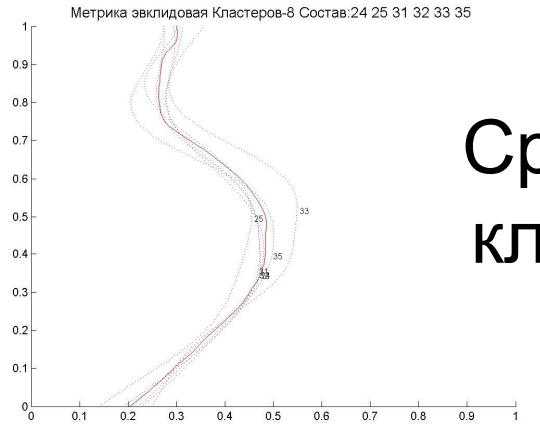
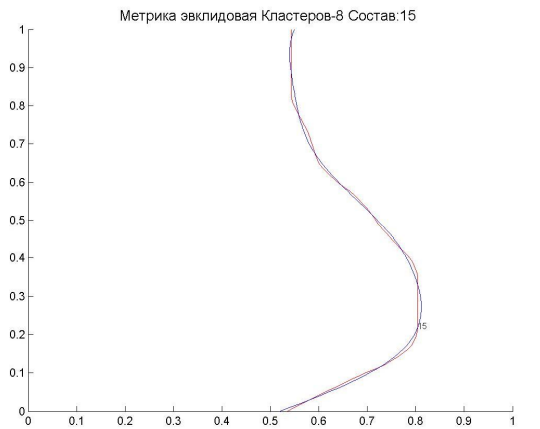
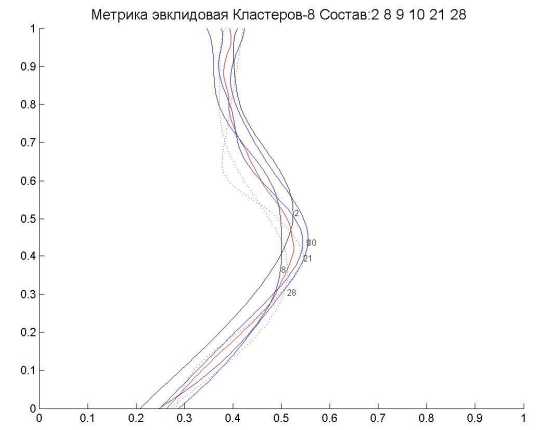
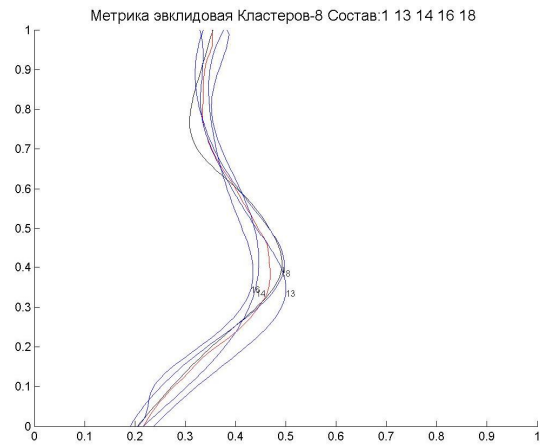
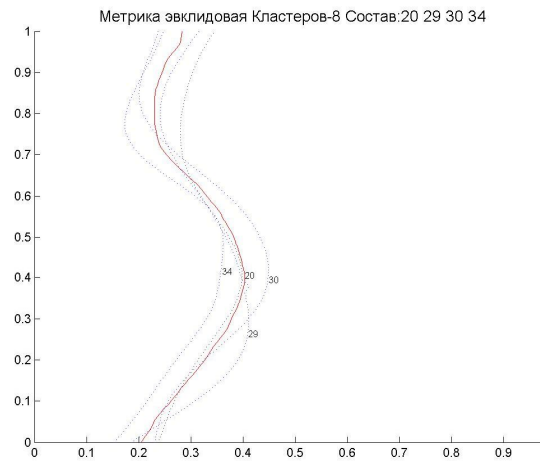
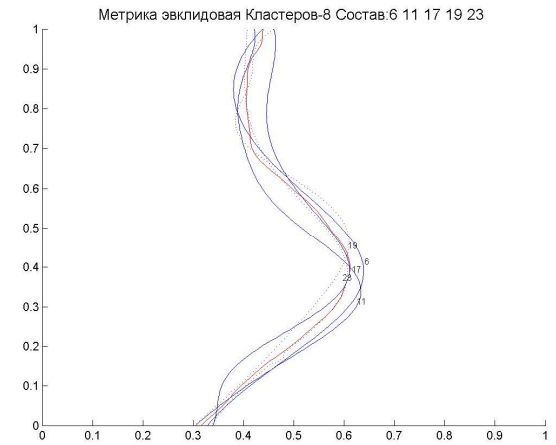
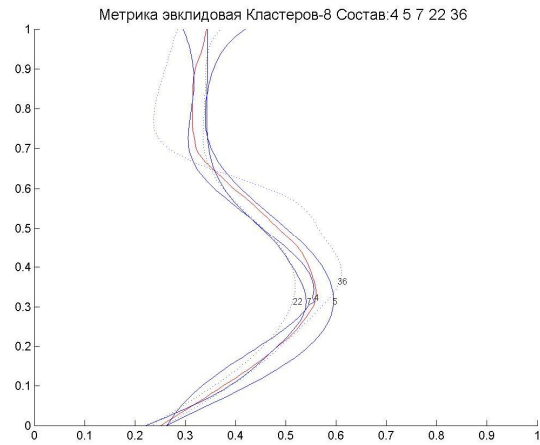
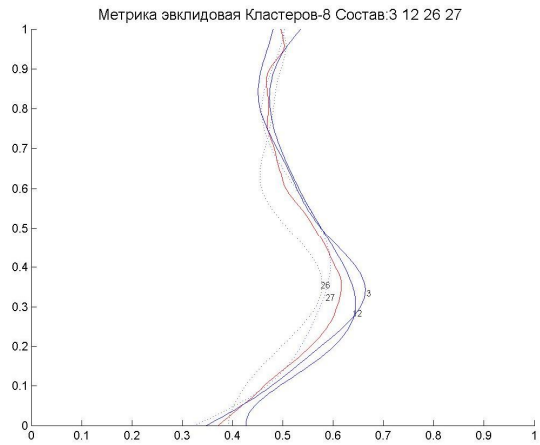
Метрика эвклидова Кластеров-4 Состав:15



# Среднемассовой кластеризация (восемь кластеров)


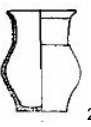

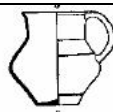



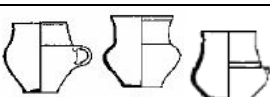



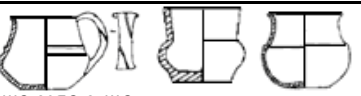
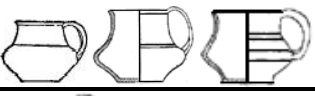


	Состав кластера-номера сосудов	Среднее расстояние от центра кластера до его членов	Изображения сосудов-членов кластера
1	20ЮП;29ШВ;30ШВ;34ШВ; Кувшины	0,121747	
2	1БФ;13ШВ;14ШВ;16ШВ;18ШВ; Кружки	0,050783	
3	24ЯС;25ЯС;31ШВ;32Ш;33ШВ; 35ШВ; Кувшины	0,086378	
4	2ВР;8ШВ;9ШВ;10ШВ;21ВР;28 ШС; Кувшины и кружки	0,099465	
5	4ШВ;5ШВ;7ШВ;22ВР;36ШВ; Кувшины и кружки	0,126125	
6	3ШС;12ШВ;26ЯС;27ШС; Кувшины и кружки	0,075914	
7	6ШВ;11ШВ;17ШВ;19ЮП;23ЯС; Кувшины и кружки	0,066219	
8	15ШВ; Кружки	0	



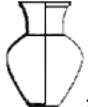



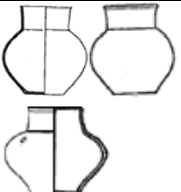


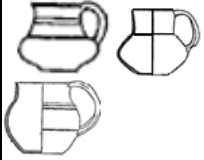







**Среднемассовой  
кластеризация –  
состав групп**

# Распределение среднemasсовых кластеров внутри и вне Восточного Шаньдуна

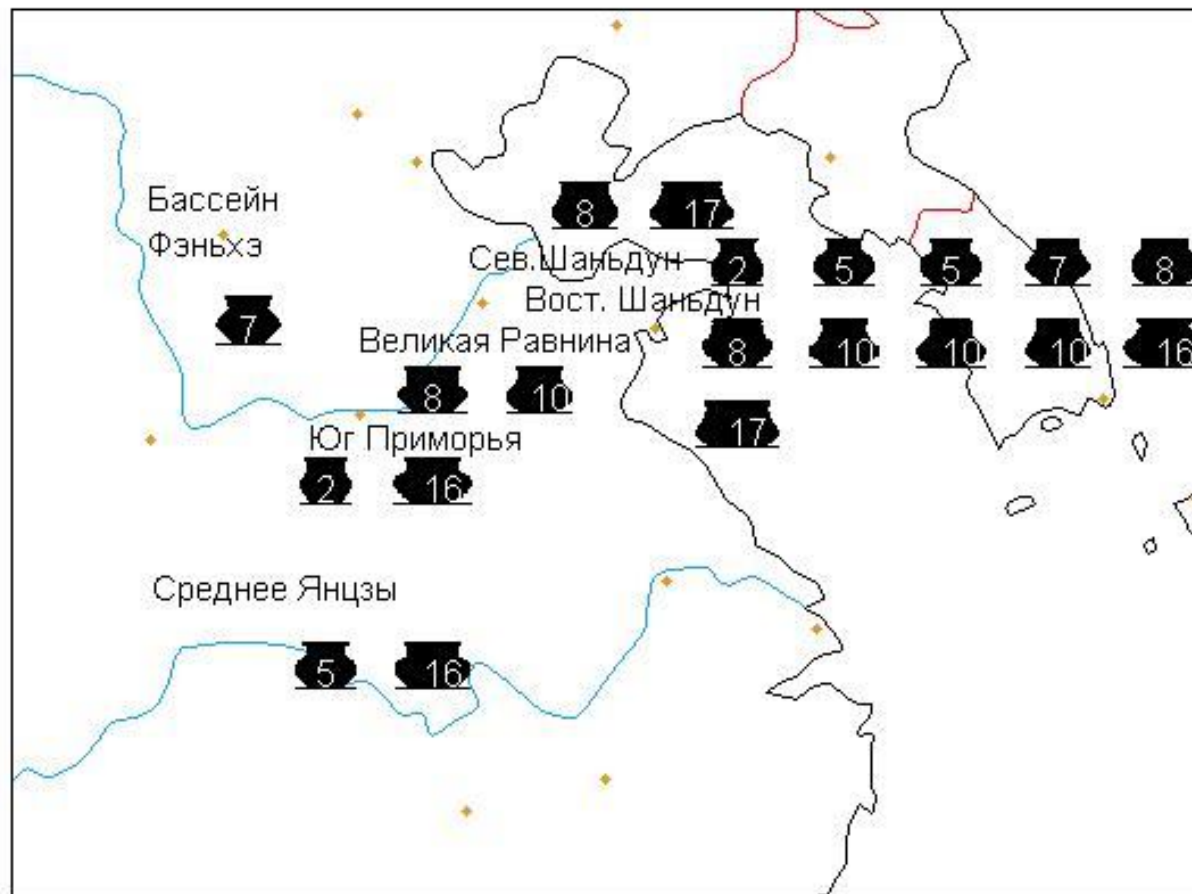
	Состав кластера-номера сосудов	Изображения сосудов-членов кластера, происходящих из Восточного Шаньдуна	Изображения сосудов-членов кластера, происходящих вне Восточного Шаньдуна
1	29ШВ;30ШВ;34ШВ; Кувшины	 29ШВ;30ШВ;34ШВ;	 20ЮП
2	13ШВ;14ШВ;16ШВ;18ШВ; 8ШВ; Кружки	 13ШВ;14ШВ;16ШВ;18ШВ;	 15Ф
3	31ШВ;32ШВ;33ШВ;35ШВ; 5ШВ; Кувшины	 31ШВ;32ШВ;33ШВ;35ШВ;	 24ЯС;25ЯС
4	8ШВ;9ШВ;10ШВ Кружки	 8ШВ;9ШВ;10ШВ	 2ВР;21ВР;28ШС; <sup>2</sup>
5	4ШВ;5ШВ;7ШВ;36ШВ; В; Кувшины и кружки	 4ШВ;5ШВ;7ШВ;36ШВ;	 22ВР <sup>13</sup>
6	12ШВ; Кружки		 3ШС;26ЯС;27ШС;
7	6ШВ;11ШВ;17ШВ; Кружки		 19ЮП;23ЯС;
8	15ШВ; Кружки		

# Распределение кластеров сосудов по памятникам внутри Восточного Шаньдуна

	Состав кластера-номера сосудов для 8 кластеров	Сосуды из Лянчэнчжэнь	Сосуды из Чэнцзы	Сосуды из Яованчэн	Сосуды из Хуюй
1	20ЮП;29ШВ;30ШВ;34ШВ;	 34ШВ;			 29ШВ;
2	15Ф;13ШВ;14ШВ;16ШВ;18ШВ;	 13ШВ;14ШВ;		 16ШВ;18ШВ;	
3	24ЯС;25ЯС;31ШВ;32ШВ;33ШВ;35ШВ;		 31ШВ;32ШВ; 33ШВ;		
4	2ВР;8ШВ;9ШВ;10ШВ;21ВР;28ШС;	 9ШВ;10ШВ	 8ШВ		
5	4ШВ;5ШВ;7ШВ;22ВР;36ШВ;		 4ШВ;5ШВ; 7ШВ		
6	3ШС;12ШВ;26ЯС;27ШС;	 12ШВ;			
7	6ШВ;11ШВ;17ШВ;19ЮП;23ЯС;	 11ШВ;	 6ШВ	 17ШВ	
8	15ШВ;	 15ШВ;			



# Карта распределения сосудов из смешанных кластеров по очагам для случая дробной кластеризации (18 кластеров)



# Выводы из анализа категории парадной керамики Восточной Азии

- В данной работе на примере выборки кружек и кувшинов, относящихся к двум близким категориям парадной посуды, анализируется сходство и различия целых форм для отдельных групп данных сосудов в контексте связей между регионами Восточной Азии, проблема центр-периферия
- Удалось доказать существование различия между двумя типами сосудов - кувшинами и кружками. В настоящее время можно утверждать, что в большинстве случаев это самостоятельные формы. Однако разделение типов на данном материале, является неполным.
- На уровне групповой кластеризации ( 8 кластеров)
  - чистых кластеров 4 (16 сосудов-44% выборки)
  - смешанных кластеров - 4 кластера (20 сосудов-56% выборки)На уровне дробной кластеризации (18 кластеров) наблюдается
  - чистых кластеров 18 (25 сосудов-69% выборки),
  - смешанных кластеров 3 ( 11 сосудов-31% выборки).
- Есть виды и кружек и кувшинов, образующих отдельные кластеры и представленные в отдельном аграрном очаге. Есть такие же виды кувшинов и кружек, входящие в одни кластеры, но представленные в нескольких аграрных очагах.
- Для Шаньдуна смешение типов не типично. Вне Шаньдуна наблюдается вхождению и кувшинов и кружек в один кластер. Таким образом, сближение форм кувшинов и кружек происходило за пределами Шаньдуна.
- Есть основания считать, что большинство сосудов, найденные к западу от Шаньдуна – импорты, остальные – местные подражания.
- Выводы. Перед нами единое культурной пространство по критерию распространения парадной керамики, здесь на роль центра по этой категории сосудов претендует наиболее культурно и социально-экономически развитый Шаньдун. По этому критерию Шаньдун, территория проживания 'восточных и' оказывает заметное культурное влияние в этой сфере (керамика сакрального назначения) на верхние слои общества на землях хуася (предков современных китайцев)

# Результаты

- Выработан и апробирован для практических задач метод распознавания профиля поверхности и аппроксимации формы керамики.
- В качестве исходных данных используются цифровые фотографии или оцифрованные рисунки
- Реализованная автоматизации подавляющей часть рутинных и расчетных операций распознавания и моделирование формы при помощи набора компьютерных программ.
- Методологические результаты
  - использования унифицированного представления формы для описания сосудов,
  - использования количественных мер для сравнения, методы аппроксимации
  - обязательность взаимной проверки выводов, сделанных традиционными и компьютерными методами.
- Перспективы
  - переход от исследования целых форм к исследованию характерных частей сосуда,
  - возможность определения формы по обломкам сосудов.
  - учет при анализе реальных размеров сосудов
- Выработанный метод может быть применен для задач
  - выявления характерных особенностей формы,
  - для выполнения сравнений формы сосудов
  - для построения групповых классификаций.
  - массовая обработка коллекций керамики.

# Информация

- Деопик Дега Витальевич
  - профессор, д.и.н.
  - кафедра стран Истории Дальнего Востока и Юго-Восточной Азии ИСАА МГУ
- Игнатович Николай Викторович
  - к.ф.-м.н., ИБМ Восточная Европа-Азия
  - [ignatovich\\_nv@mail.ru](mailto:ignatovich_nv@mail.ru)