

К.А. Колобова

Институт археологии и этнографии СО РАН
Новосибирск, Россия
E-mail: kolobovak@yandex.ru

Метод сериации для анализа данных из палеолитических комплексов

Статья ставит целью ознакомить с методом сериации русскоязычных исследователей. Сериация – метод анализа данных, позволяющий упорядочивать объекты (археологические слои, памятники, артефакты) в последовательность вдоль одномерного континуума так, чтобы наилучшим образом выявить регулярность и закономерность среди всей серии этих объектов. Этот метод изначально был создан для относительной хронологии археологических комплексов, когда методы абсолютного датирования еще не были доступны для археологов. Доказав свою эффективность в качестве инструмента для относительной хронологии, метод сериации в настоящее время используется в различных областях науки: биологии, статистике, картографии, социологии, палеоэкологии, на производстве. В археологических исследованиях он до сих пор актуален для классификации, атрибуции и визуализации археологических данных. Подсчет процентов категорий артефактов и присвоение рангов археологическим признакам в ассамбляжах являются менее удобными и информативными методами. Несомненными достоинствами этого метода являются: возможность его использования без предварительного обучения методам математической статистики; возможность использования различных данных, прежде всего номинативных, наиболее распространенных в археологических исследованиях; возможность использования бесплатных компьютерных программ с целью его применения. Метод наиболее полезен для поиска структуры в археологических данных, содержащих большое количество информации по каменным индустриям (типологические и технологические наборы нуклеусов, орудий и технических сколов) или для классификации данных атрибутивного подхода в рамках технико-типологического анализа, когда описание каждого артефакта содержит информацию по 30–50 технологически значимым признакам.

Ключевые слова: археология, математическая статистика, классификация, визуализация, сравнение индустрий и артефактов.

K.A. Kolobova

Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS
Novosibirsk, Russia
E-mail: kolobovak@yandex.ru

Seriation Method for Analyzing Data from Paleolithic Complexes

This article aims at familiarizing Russian scholars with the seriation method – analysis of data which organizes objects (archaeological layers, sites, monuments, or artifacts) into a sequence along a one-dimensional continuum for revealing the regularity and patterns among the entire series of these objects in the most sufficient way. This method was originally established for creating a relative chronology when absolute dating methods were not yet available to archaeologists. After proving its usefulness as a chronological tool, the method of seriation has been used in various fields of science, such as biology, statistics, cartography, and sociology, and in industrial production. In archaeological research it is very convenient for classification, attribution, and visualization of archaeological data. Counting percentages of different categories of artifacts in assemblages and assigning ranks to archaeological attributes are less efficient and informative methods. The undoubted advantages of this method include an opportunity of using it without prior training in mathematical statistics as well as using a variety of data, primarily nominative – the most common type in archaeological research, and free software for its application. The method is very helpful for structure search in archaeological data containing a large amount of information on stone industries (typological and technological sets of cores, tools, and technical spalls) or for classification of attributive data, when the description of each artifact contains information on 30–50 technologically significant attributes.

Keywords: archaeology, mathematical statistics, classification, visualization, comparison of industries and artifacts.

В археологических и особенно в палеолитических исследованиях достаточно остро стоит вопрос о классификации и интерпретации полученных в результате исследований данных. Этому способствует широкое внедрение в практику исследований атрибутивного подхода в рамках технико-типологического

метода. При использовании этого подхода на каждом артефакте фиксируются многочисленные морфологические, метрические и технологически значимые признаки (до 30–50 признаков) [Bar-Yosef, Van Peer, 2009; Tostevin, 2003]. В результате в распоряжении у исследователей появляются большие таблицы с

атрибутивными признаками, часть данных из которых включается в сводные таблицы и публикуется. При этом значительный массив информации остается так и не востребованным. С другой стороны, в настоящее время накопился значительный объем информации по многочисленным стоянкам каменного века, исследовавшимся в XX–XXI вв., каждая из которых характеризуется определенным набором нуклеусов и орудий, которые необходимо систематизировать для составления культурно-хронологических схем определенных территорий и этапов каменного века. Сложность обеих вышеописанных ситуаций состоит в больших наборах разнообразных данных, структурировать которые бывает крайне сложно для исследователя, даже путем подсчета процентов и визуализации данных в виде многочисленных и не связанных друг с другом графиков [Рыбин, Колобова, 2004, 2009; Деревянко и др., 2017; Shunkov, Kozlikin, Derevianko, 2020]. В результате могут образоваться ошибочные или не полные классификации [Тюгашев, 2023].

Существует несколько подходов для классификации большого объема археологических данных. Первый способ связан с присвоением рангов для определенного набора атрибутов, разработан Г. Тостевинном [Tostevin, 2003]. При сравнении каменных индустрий ранги вычитались друг из друга, и в итоге получался индекс различия между ними. Похожий подход без атрибутивного анализа, но с присвоением рангов для оценки палеолитических комплексов был разработан Л.Е. Вишняцким [2000].

Второй подход реализован Е.П. Рыбиным с соавторами, когда фиксируется только наличие или отсутствие какого-либо признака при анализе многочисленных каменных индустрий с целью их классификации и атрибуции [Рыбин и др., 2022; Рыбин, Хаценович, 2023]. Фиксация наличия или отсутствия комплекса признаков с дальнейшей статистической обработкой также использовалась при изучении технологии петроглифов [Zotkina et al., 2023].

При этом уже продолжительное время существует статистический метод классификации и дальнейшей визуализации археологических комплексов, не требующий от исследователей практически никаких специальных знаний и реализованный в бесплатном программном обеспечении. Речь идет о многомерной сериации, которая очень редко применяется в трудах русскоязычных исследователей.

Сериация – это метод анализа данных, позволяющий упорядочивать объекты (археологические слои, памятники, артефакты) в последовательность вдоль одномерного континуума так, чтобы наилучшим образом выявить регулярность и закономерность среди всей серии объектов [Liiv, 2010]. То есть это метод манипулирования данными путем создания одномерной последовательности с помощью перемещения выборок (слои, памятники) и переменных, в результате чего положительные значения анализируемых

переменных фиксируются вдоль диагонали матрицы [Brower, Kile, 1988].

Метод сериации был разработан английским египтологом У.М. Флиндерс Петри (M. Flinders Petrie) в 1899 г. для относительного датирования археологических комплексов, он назвал его «датирование последовательностей». Его подход заключался в упорядочивании объектов на основе частоты встречаемости и количества. В соответствии с подходом, сформулированная гипотеза предполагала, что стили (в данном случае керамики) сменяются эволюционно, следовательно, путем их количественного и качественного анализа можно определить их взаимную хронологическую последовательность [Liiv, 2010].

Изначально разработанная как метод относительной хронологии в условиях отсутствия методов абсолютного датирования, сериация доказала свою полезность для построения культурно-хронологических последовательностей. Однако в настоящее время остается много способов для ее использования – прежде всего для классификации, атрибуции и визуализации археологических данных.

Требования к данным, их количеству и структуре для сериации практически отсутствуют – они могут быть номинативными, порядковыми или интервальными.

Здесь предлагается обзор метода сериации, представленного в программе PAST-4 свободного доступа по алгоритму Дж. Бровера и К. Кили [Brower, Kile, 1988], разработанного для палеоэкологических данных. Воспользоваться этим методом может любой археолог без предварительного изучения методов математической статистики. Путь выбора метода в программе: во вкладке «Мультивариантные методы» главного меню раздел «Методы ординации» и подраздел «Сериация». Исходная таблица данных в PAST заполняется самостоятельно или загружается из Excel. Здесь обсуждается пример матрицы или таблицы, в которой фиксируется наличие или отсутствие признака, что является условием используемого алгоритма.

В качестве примера для демонстрации метода были использованы данные по среднепалеолитическим комплексам Денисовой пещеры, опубликованные в работе, касающейся миграции поздних неандертальцев на территорию Алтая. Исходные данные опубликованы в статье, описывающей динамику развития комплексов памятника [Shunkov, Kozlikin, Derevianko, 2020]. Данные в таблице представлены в формате наличия (1) или отсутствия (0) некоторых типов нуклеусов и орудий (см. таблицу). Выбранные переменные не являются хронологическими маркерами и были выбраны только для демонстрации метода. Эта таблица была скопирована в PAST и выделена.

В качестве первого этапа мы провели ограниченную сериацию, доступную в программе, при которой происходит перемещение выборок (слоев памятника), но не происходит перемещения переменных (категорий артефактов) (рис. 1). Мы видим, что комплексы

**Данные из среднепалеолитических комплексов Денисовой пещеры
в формате наличия/отсутствия признаков**

Раскоп, слой	Категории артефактов										
	Радиальные нуклеусы	Ортогональные нуклеусы	Параллельные нуклеусы	Леваллуазские нуклеусы	Призматические нуклеусы	Комбева сколы и нуклеусы	Простые скребла	Конвергентные скребла	Ретушированные остроконечники	Орудия на леваллуазских сколах	Двойковыпуклые бифасы
Восточная галерея, сл. 11.2	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
Центральный зал, сл. 11	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
Предвходовая площадка, сл. 10	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1
Предвходовая площадка, сл. 9	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
Предвходовая площадка, сл. 8	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
Центральный зал, сл. 22	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
Центральный зал, сл. 21	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Центральный зал, сл. 19	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
Центральный зал, сл. 14	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0
Центральный зал, сл. 12	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0
Восточная галерея, сл. 15	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Восточная галерея, сл. 14	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
Восточная галерея, сл. 12	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
Восточная галерея, сл. 11.4	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
Восточная галерея, сл. 11.3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0

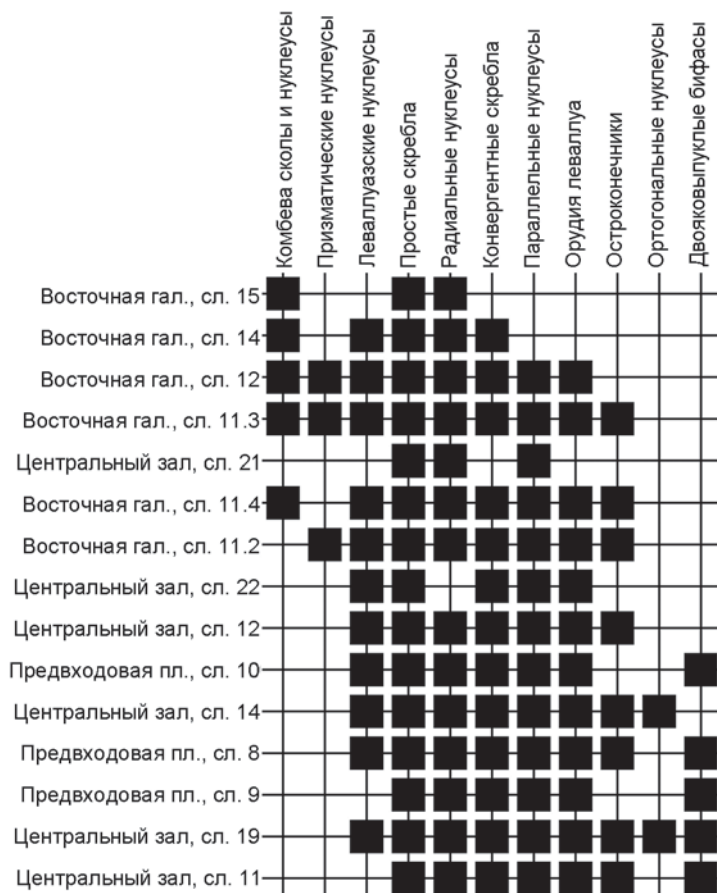


Рис. 1. Результат ограниченной сериации выборок среднепалеолитических комплексов Денисовой пещеры.

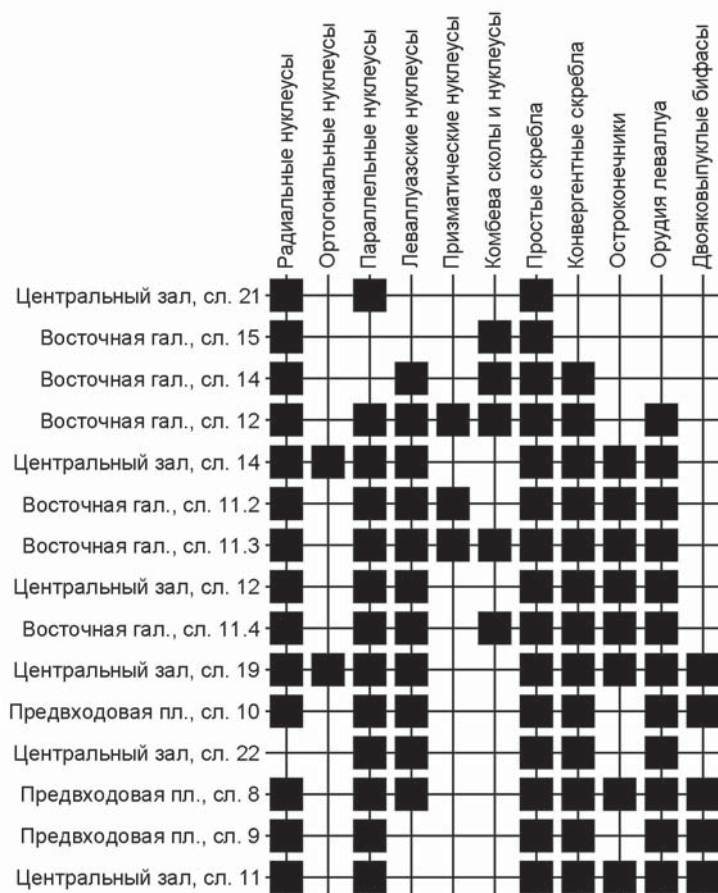


Рис. 2. Результат неограниченной сериации выборок среднепалеолитических комплексов Денисовой пещеры.

сгруппировались по предложенным переменным: можно оценить, какие переменные встречаются в комплексах чаще всего, а какие реже всего, и какие комплексы подобны в наибольшей степени.

С целью демонстрации этой функции мы провели неограниченную сериацию, которая манипулирует и переменными, и выборками (и строками, и столбцами матрицы, выстраивая структуру вдоль диагонали) (рис. 2). Сериация реорганизует матрицу таким образом, чтобы наблюдения с наличием переменных были сконцентрированы вдоль диагонали. Как мы видим, неограниченная сериация является прекрасным инструментом для сравнения каменных индустрий по множеству признаков, с одной стороны, и для выявления нетипичных индустрий в анализе, с другой стороны. Так, даже на этом наборе данных можно сделать вывод, что наибольшую степень сходства проявляют комплексы нижних слоев Восточной галереи, в то время как комплексы Центрального зала и предвходовой площадки проявляют заметное сходство между собой.

Метод сериации является простым в использовании и очень удобным инструментом для классификации археологических комплексов, а также их дальнейшей атрибуции и визуализации. Метод заслуживает того, чтобы его широко использовали археологи.

Благодарности

Исследование проведено в рамках проекта НИР ИАЭТ СО РАН № FWZG-2022-0009 «Цифровизация процессов изучения древнейшей и древней истории Евразии».

Список литературы

- Вишняцкий Л.Б.** Верхнепалеолитическая революция: география, хронология, причины // *Stratum Plus*. – 2000. – № 1. – С. 245–271.
- Деревянко А.П., Шуньков М.В., Козликин М.Б., Федорченко А.Ю., Чеха А.М., Шалагина А.В.** Новые результаты исследований верхнепалеолитического комплекса в южной галерее Денисовой пещеры // *Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий*. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2017. – Т. XXIII. – С. 103–107.
- Рыбин Е.П., Антонова Ю.Е., Ташак В.И., Кобылкин Д.В., Хаценович А.М., Гунчинсурен Б.** Ранние стадии верхнего палеолита бассейна Селенги: вариabельность каменной технологии, жизнеобеспечение и поселенческие системы // *Stratum plus. Археология и культурная антропология*. – 2022. – Т. 1. – С. 285–328. – doi:10.55086/sp221285328

Рыбин Е.П., Колобова К.А. Структура каменных индустрий и функциональные особенности палеолитических памятников Горного Алтая // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2004. – № 4 (20). – С. 20–34.

Рыбин Е.П., Колобова К.А. Средний палеолит Алтая: вариабельность и эволюция // *Stratum plus*. Археология и культурная антропология. – 2009. – № 1. – С. 33–78.

Рыбин Е.П., Хаценович А.М. Начальный верхний палеолит Южной Сибири и Центральной Азии: концепции, хронология и пути распространения // Вестн. Санкт-Петербург. ун-та. История. – 2023. – Т. 68, вып. 4. – С. 1039–1071.

Тюгашев И.Е. Использование метода многомерного шкалирования для выделения групп памятников майкопской культуры // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2023. – Т. XXIX. – С. 929–936.

Bar-Yosef O., Van Peer P. The Chaîne Operatoire Approach in Middle Paleolithic Archaeology // *Current Anthropology*. – 2009. – Vol. 50, N 1. – P. 103–131.

Brower J.C., Kile K.M. Seriation of an original data matrix as applied to palaeoecology // *Lethaia*. – 1988. – Vol. 21. – P. 79–93.

Liiv I. Seriation and matrix reordering methods: An historical overview // *Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal*. – 2010. – Vol. 3 (2). – P. 70–91.

Shunkov M.V., Kozlikin M.B., Derevianko A.P. Dynamics of the Altai Paleolithic industries in the archaeological record of Denisova cave // *Quatern. Intern.* – 2020. – Vol. 559. – P. 34–46.

Tostevin G.B. A quest for antecedents: A comparison of the Terminal Middle Palaeolithic and Early Upper Palaeolithic of the Levant // *More than meets the eye: Studies on Upper Palaeolithic diversity in the Near East*. – Oxford: Oxbow Books. – 2003. – P. 54–67.

Zotkina L.V., Kolobova K., Sutugin S.V., Olsen J.W. What defines the “Minusinsk Style” in the earliest rock art of the Minusinsk Basin, southern Siberia? // *J. of Archaeol. Sci.: Reports*. – 2023. – Vol. 49. – 104009.

References

Bar-Yosef O., Van Peer P. The Chaîne Operatoire Approach in Middle Paleolithic Archaeology. *Current Anthropology*, 2009. Vol. 50 (1). P. 103–131.

Brower J.C., Kile K.M. Seriation of an original data matrix as applied to palaeoecology. *Lethaia*, 1988. Vol. 21. P. 79–93.

Derevianko A.P., Shunkov M.V., Kozlikin M.B., Fedorchenko A.Y., Chekha A.M., Shalagina A.V. New Research Findings of the Upper Paleolithic Assemblage from the

South Chamber of Denisova Cave. In *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2017. Vol. 23. P. 103–107. (In Russ.).

Liiv I. Seriation and matrix reordering methods: An historical overview. *Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal*, 2010. Vol. 3 (2). P. 70–91.

Rybin E.P., Antonova Y.E., Tashak V.I., Kobylkin D.V., Khatsenovich A.M., Gunchinsuren B. Early Stages of the Upper Paleolithic in the Selenga River Basin: Technological Variability, Subsistence, Settlement Systems. *Stratum Plus. Cultural archaeology and anthropology*, 2022. No. 1. P. 285–328. (In Russ.).

Rybin E.P., Khatsenovich A.M. The Concepts, Chronology and Dispersal Routes of the Initial Upper Paleolithic of South Siberia and Central Asia. *Vestnik of Saint Petersburg University. History*, 2023. Vol. 68, No. 4. P. 1039–1071.

Rybin E.P., Kolobova K.A. The Structure of the Lithic industries and the Functions of Paleolithic Sites in the Altai Mountains. *Archaeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia*, 2004. No. 4 (20). P. 20–34.

Rybin E.P., Kolobova K.A. The Middle Paleolithic of Altai: variability and evolution. *Stratum plus. Cultural archaeology and anthropology*, 2009. No. 1. P. 33–78. (In Russ.).

Shunkov M.V., Kozlikin M.B., Derevianko A.P. Dynamics of the Altai Paleolithic industries in the archaeological record of Denisova cave. *Quaternary International*, 2020. Vol. 559. P. 34–46.

Tostevin G.B. A quest for antecedents: A comparison of the Terminal Middle Palaeolithic and Early Upper Palaeolithic of the Levant. In *More than meets the eye: Studies on Upper Paleolithic diversity in the Near East*. Oxford: Oxbow Books, 2003. P. 54–67.

Tyugashev I.E. Use of Multidimensional Scaling Method for Identifying Groups of Sites of the Maykop Culture. In *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2023. Vol. 29. P. 929–936. (In Russ.).

Vishnyatsky L.B. The Upper Paleolithic Revolution: its Geography, Chronology, and Causes. *Stratum plus*, 2000. Vol. 1. P. 245–271. (In Russ.).

Zotkina L.V., Kolobova K., Sutugin S.V., Olsen J.W. What defines the “Minusinsk Style” in the earliest rock art of the Minusinsk Basin, southern Siberia? *Journal of Archaeological Science: Reports*, 2023. Vol. 49. 104009.

Колобова К.А. <https://orcid.org/0000-0002-5757-3251>

Дата сдачи рукописи: 03.09.2024 г.