

УДК 902.2«6325»(5-191.2)

Д.В. Марченко, Е.П. Рыбин, А.М. Хаценович

Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, Россия

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КЛАСТЕРНОГО
АНАЛИЗА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЛАНИГРАФИИ
ВЕРХНЕПАЛЕОЛИТИЧЕСКИХ ГОРИЗОНТОВ
СТОЯНКИ ТОЛБОР-21 (Северная Монголия) ***

Относительно хорошая сохранность культурных отложений памятника Толбор-21 способствовала изучению планиграфии горизонтов верхнего палеолита. В статье представлены результаты пространственного анализа этих материалов с помощью кластеризации. Благодаря учету всех трех координат каждой находки кластеризация прослеживает вертикальное распределение находок, обнаруживает выбросы из основного горизонта концентрации. Это дает возможность выделить участки нарушений культурного горизонта, а также отделить наложенные друг на друга комплексы. Сравнительный анализ состава кластеров позволил сопоставить их между собой и в некоторых случаях выделить функциональные зоны. В раскопе 1 был идентифицирован горизонт 3В, который ранее не выделялся на этом участке. Полученные результаты были сопоставлены с выводами предшествующего исследования (в частности, анализа направлений). Таким образом, определены возможности иерархического алгоритма кластеризации для пространственного исследования культурных отложений.

Ключевые слова: верхний палеолит, Северная Монголия, планиграфический анализ, кластеризация, культурный горизонт.

DOI: 10.14258/tpai(2019)3(27).-09

Введение

Долина реки Их-Тулбурийн-гол (Толбор), правого притока среднего течения реки Селенга, является одним из наиболее важных районов концентрации стратифицированных палеолитических объектов в Северной и Центральной Азии. На настоящий момент там известны 45 местонахождений, относящихся к различным периодам эпохи камня и ставших объектом десятков публикаций. Наиболее выразительные и представительные на данный момент археологические комплексы указанного района относятся к наиболее ранним этапам верхнего палеолита, а именно начального верхнего палеолита (далее – НВП), к традиции производства крупных пластин. Наиболее представительные индустрии связаны с комплексами стоянок Толбор-4 (гор. 5–6), Толбор-16 (гор. 6), Толбор-21 (гор. 3В) [Дервянко и др., 2006, Рыбин и др., 2007; Gladyshev et al., 2012; Zwyns et al., 2014; и др.]. Технологический набор этих комплексов очень близок к набору, известному для индустрий начального верхнего палеолита, появившихся и распространившихся в Южной Сибири и Центральной Азии 50 000–42 000 л.н. [Рыбин, 2014]. Наиболее ранние даты известны для Горного Алтая (Денисова пещера и стоянка Кара-Бом). В восточной части Центральной Азии имеющиеся даты для аналогичных ассамбляжей немного более поздние (44 000–42 000 л.н.). Это позволяет предположить возможность прямого переноса данной своеобразной и узнаваемой технологической традиции. Однако хронологический разрыв между предполагаемым появлением НВП в Горном Алтае и последующим его распространением в Монголии, Северном Китае и Забайкалье очень невелик, что может свидетельствовать в пользу быстрого передвижения населения и/или технологии с запада на восток по естественным коридорам, со-

* Работа выполнена в рамках проекта НИР №0264-2019-0009 «Цифровые технологии в реконструкции стратегий жизнеобеспечения древнего населения Евразии».

единяющим западные и восточные части Центральной Азии и Сибири. Если характер смены культурных общностей восточной части Центральной Азии в основных чертах уже реконструирован, то наши знания о поселенческих адаптациях населения остаются крайне фрагментарными. Не в последнюю очередь это связано с особенностями захоронения артефактов в склоновых отложениях, в которых находятся все памятники долины Толбора. На сохранность седиментов влияют склоновые движения грунтов, периоды перерывов в осадконакоплении, приводившие к палимпсесту палеолитических остатков. Стоянка Толбор-21, изучавшаяся в 2014–2017 гг., является редким примером относительно высокой степени сохранности культурных слоев, что дает возможность апробирования на этих материалах различных методик изучения планиграфических структур и сохранности литологических слоев объектов в склоновых отложениях горных стран. В свою очередь, исследование планиграфии стоянок начала верхнего палеолита позволит внести дополнительное понимание особенностей структуры поселений на ранних стадиях становления верхнего палеолита. В ходе раскопок стоянки была прослежена культурная последовательность развития комплексов на всей протяженности верхнего и, возможно, среднего палеолита [Рыбин и др., 2017]. Отложения, содержащие индустрии начального верхнего палеолита и раннего верхнего палеолита, в рамках радиоуглеродных определений датируются между 44 000 и 39 000 л.н.

Геоморфология и стратиграфия стоянки Толбор-21

Стоянка Толбор-21 расположена в средней части долины реки Их-Тулбурийн-гол на склоне юго-восточной экспозиции, сформированном полигенетическими седиментами. Памятник находится на высоте 1089 м над уровнем моря, перепад высот между урезом реки Их-Тулбурийн-гол и уровнем стоянки – 40 м, расстояние до реки составляет около 500 м. С восточной и западной сторон склон ограничен эрозионными углублениями, с севера к нему примыкают скальные выходы хребта. С обширной площади этого пологого склона открывается хороший обзор протяженного участка долины Их-Тулбурийн-гола.

В западной части памятника был заложен раскоп 1 площадью 8 кв. м. Общая мощность вскрытых седиментов достигала 310 см. Было выявлено шесть культурных горизонтов, относящихся к следующим культурно-хронологическим стратам: гор. 1 – смешанные финальноплейстоценовые и раннеголоценовые комплексы; гор. 2 – поздний палеолит; гор. 3–4 рассматривались как свидетельства своеобразного варианта ранних стадий верхнего палеолита, отсутствие абсолютных хронологических определений и ярких типологических и технологических маркеров не позволяло сузить рамки определения; атрибуция горизонтов 5 и 6 в силу малочисленности коллекций и возможной перемещенности материала осталась неопределенной.

В раскопе 2, находящемся в восточной части памятника, на площади 12 кв. м было выявлены пять культурных подразделений, от финала верхнего палеолита до начального верхнего палеолита. Там на глубину до 170 см были вскрыты отложения трех литологических слоев. Археологические остатки ранних стадий верхнего палеолита были обнаружены в слое 3. Всего в пределах этого слоя выделено семь литологических горизонтов (3а–г). В верхней части расположен горизонт 3с мощностью 10–25 см, он включает в себя артефакты археологического горизонта 3А. Генезис этих отложений связан с медленно проистекавшими склоновыми солифлюкционными процессами. Ниже, в литологическом горизонте 3d мощностью 15–20 см, залегает археологический горизонт 3В. В данном горизонте впервые для начального верхнего палеолита долины

р. Толбор были выявлены остатки кострищ. Формирование этих седиментов происходило в спокойном режиме осадконакопления, пятна прокалов находились в основании культурного горизонта. В солифлюцированном литологическом горизонте 3е встречаются немногочисленные артефакты археологического горизонта 3С.

В северной (верхней) части склона был заложен раскоп 4 площадью 12 кв. м. Этим раскопом был частично разрезан склон недавней эрозионной промоины, расположенной в восточной части склона. Наибольшая мощность вскрытых отложений составила 1,4 м. В стратиграфическом разрезе были представлены 10 литологических подразделений: в слоях 2–3 и 7–8 содержались археологические материалы. Вместе с тем в этих слоях, относящихся к периоду последнего ледникового максимума и позднее, а также к раннему верхнему палеолиту, в отличие от остальных частей стоянки, наблюдалась крайне невысокая концентрация артефактов, не более 50 предметов со всей площади раскопа. В слое 10 выделяется два культурных подразделения, соответствующих археологическим горизонтам 3В и 3С стоянки и относящихся к начальному верхнему палеолиту. В седиментах нижнего подразделения выявлены не связанные с процессами горения каменные конструкции, зоны накопления фаунистических остатков и каменного сырья.

Методика исследования

Горизонт 3В, выявленный на всех участках обширного памятника, характеризуется присутствием таких пространственных структур, как каменные выкладки и зольные пятна. Нахождение таких структур в горизонте, содержащем предметы неутилитарного назначения, обусловило тщательное исследование его планиграфии. Ранее вскрытые участки горизонта 3В исследовались с помощью анализа направлений для определения степени его сохранности. Была прослежена плотность распределения находок, а также их состав в выявленных скоплениях. Цель данного исследования – определить возможности кластерного анализа для пространственного исследования культурных остатков в условиях склона; сравнение полученных кластеров с ранее выделенными планиграфическими элементами стоянки.

Признано, что целенаправленная деятельность отражается в пространственном распределении материала, создавая в нем определенные закономерности, в противовес хаотичному распределению при отсутствии такой деятельности [Леонова, 1977; Несмеянов, 1991, с. 225–246; Barceló, Maximiano, 2008; Разгильдеева, 2018; и др.]. Кластеризация на протяжении вот уже многих лет используется в качестве инструмента пространственного анализа [Dekin, 1976; Simek, Larick, 1983; Kintigh, 1991; и др.]. Рассматривая данный вид анализа как попытку обнаружить закономерности в пространственном распределении находок, можно выделить следующие ее черты в сравнении с методами, направленными на выявление скоплений:

- позволяет уйти от поквadratного учета материала;
- классифицирует весь объем материала независимо от плотности его распределения;
- основная масса алгоритмов предполагает формирование кольцевых (или сферических для более чем двух переменных) кластеров.

Наиболее распространена двухмерная кластеризация по координатам x и y [Kintigh, 1991; Baxter, 1994; Torre, Wehr, 2018; и др.]. Такой анализ предполагает изучение распределения находок в предварительно выделенных горизонтах распространения культурных остатков. Однако для памятников, залегающих в склоновых отложениях, зачастую характерен сложный стратиграфический контекст, когда само разделение культурных горизон-

тов проблематично. В такой ситуации эффективным может быть применение трехмерной кластеризации, учитывающей вертикальное распределение находок наряду с горизонтальным. Выделенные таким образом кластеры могут зафиксировать участки определенной деятельности даже в частично нарушенных отложениях (см.: [Anderson, Burke, 2008]).

Для пространственной кластеризации были взяты три координаты каждого каменного артефакта в трех раскопах. Показатели по трем переменным (x , y и z) кластеризовались агломеративным иерархическим алгоритмом. Такой алгоритм первоначально помещает каждое наблюдение в отдельный кластер, а затем на каждом шаге объединяет наиболее близкие кластеры до тех пор, пока все наблюдения не окажутся в одном кластере [Alpaydin, 2010, p. 157–158].

Данный алгоритм получил менее широкое распространение, чем метод k -средних, в том числе для обработки пространственных данных [Torre, Wehr, 2018; Anderson, Burke, 2008; и др.]. Основной причиной этого является высокая вычислительная трудоемкость, затрудняющая обработку больших массивов, содержащих несколько тысяч многомерных наблюдений. В нашем случае максимальное число наблюдений составляет 618, а количество переменных – 3. При таком объеме данных вычислительная мощность не накладывает существенных ограничений. Преимущества же иерархического анализа заключаются в следующем:

- 1) предоставляет диапазон решений;
- 2) определяет оптимальное решение;
- 3) древовидная структура позволяет проследить количество кластеров на каждом срезе межкластерного расстояния и таким образом проследить внутреннюю структуру кластеров – либо наоборот, группировку кластеров между собой;
- 4) восходящий (агломеративный) алгоритм позволяет при кластеризации учитывать плотность распределения артефактов, так как исходит из расстояния между двумя объектами [Varghese et al., 2014, p. 3], а не из расстояния между определенным центром кластера и объектом (как метод k -средних). Под плотностью кластера понимается среднее расстояние между объединенными в него наблюдениями.

Корректный кластерный анализ данных требует нормированных значений для каждого параметра. В случае с кластеризацией пространственных данных параметрами будут выступать координаты находок. При кластеризации по координатам x и y не требуется дополнительных трансформаций, однако когда в анализ включается z (т.е. глубина залегания находки), ее значения, как правило, оказываются несопоставимыми с остальными координатами: толщина слоя обычно исчисляется сантиметрами, в то время как исследуемая площадь (раскоп) – метрами. Для получения сопоставимых значений координат нами использовался коэффициент расширения z (см. табл. 1). Применение такого метода позволяет избежать эффекта предположения равных переменных при трехмерной кластеризации [Anderson, Burke, 2008, p. 2279]. В противном случае переменная z практически не будет влиять на результат кластеризации, последний будет близок к результату двухмерной кластеризации (рис. 1).

Кластерный анализ пространственных данных из археологических комплексов стоянки Толбор-21

Коэффициенты для разных раскопов получаются различными, что связано с углом наклона культуровмещающего горизонта и его толщиной на разных участках памятника (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициенты расширения по оси Z
(жирным шрифтом выделены выбранные коэффициенты)

	Раскоп 1, горизонт 3	Раскоп 1, горизонт 4	Раскоп 2, горизонт 3А	Раскоп 2, горизонт 3В	Раскоп 4, горизонт 3В
$X_{\max} - X_{\min}$	3.948	3.88	4.594	4.605	3.356
$Y_{\max} - Y_{\min}$	2.907	2.839	3.999	3.961	4.13
$Z_{\max} - Z_{\min}$	0.749	0.822	0.714	0.613	0.95
$Z_{\max} - Z_{\min} \times 2$	2.247	2.466	1.428	1.226	1.9
$Z_{\max} - Z_{\min} \times 3$	2.996	3.288	2.142	1.839	2.85
$Z_{\max} - Z_{\min} \times 4$	3.745	4.11	2.856	2.452	3.8
$Z_{\max} - Z_{\min} \times 5$	4.494	4.932	3.57	3.065	4.75
$Z_{\max} - Z_{\min} \times 6$	5.243	5.754	4.284	3.678	5.7
$Z_{\max} - Z_{\min} \times 7$	3.948	3.88	4.998	4.291	6.65

Иерархический кластерный анализ первоначально проводился для определения оптимального количества кластеров в каждом из исследуемых участков. В качестве меры расстояния использовался квадрат евклидовой дистанции. Диапазон решений – от 2 до 10, метод – межгрупповая связь: дистанция между кластерами определяется средним значением дистанций между всеми возможными парами наблюдений. Оптимальное количество решений определялось по стандартной методике: в таблице порядка агломерации кластеров выделяется шаг, на котором происходит скачок коэффициента (т.е. скачок расстояния между объединяемыми кластерами). Разность между количеством наблюдений и этим шагом является оптимальным количеством кластеров (табл. 2).

Таблица 2

Оптимальное количество кластеров

Археологический горизонт	Раскоп	Количество каменных артефактов	Оптимальное количество решений (иерархический кластерный анализ, межгрупповые связи)
3	1	221	3
4	1	246	4
3А	2	451	3
3В1	2	618	4
3В0	2	209	7
3В	4	218	5

Кластеризация проводилась по всем каменным артефактам, снятым с точными координатами. Находки из просева (менее 2 см) не включались в анализ, так как они имеют менее точную привязку (1/4 кв. м). Плотность распространения таких находок учитывалась поквратно в выделенных кластерах.

В раскопе 1, исследованном раньше остальных, подгоризонтов в составе горизонта 3 не выделялось. В то же время на этой площади устойчиво зафиксированы нижележащие слои, не представленные на других участках. По этой причине нами были рассмотрены горизонты 3 и 4.

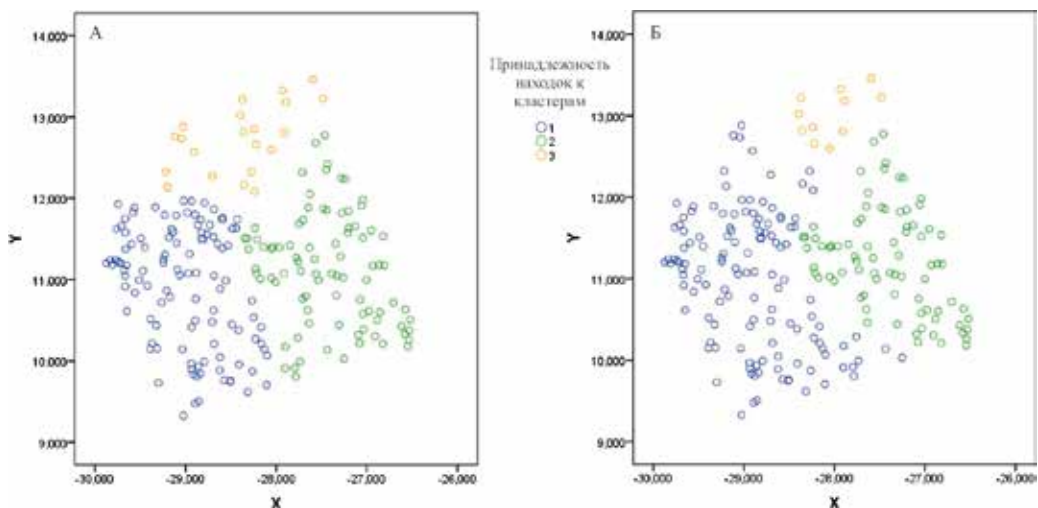


Рис. 1. Результаты иерархического анализа по двум и трем переменным без применения коэффициента расширения Z

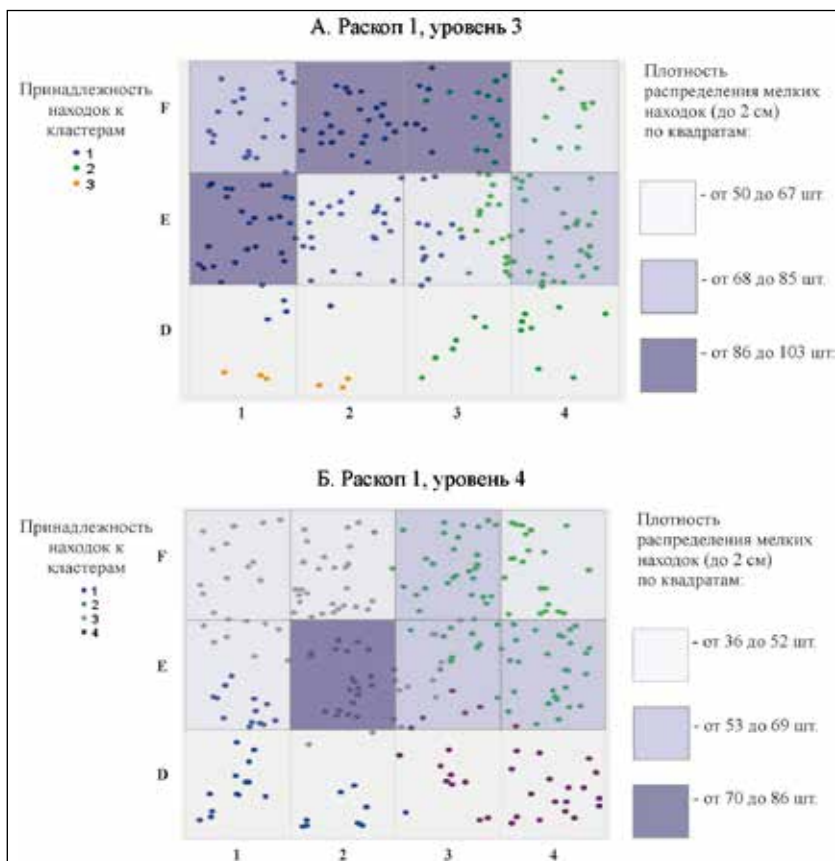


Рис. 2. План горизонтов 3 и 4 (раскоп 1) с обозначением принадлежности к кластерам

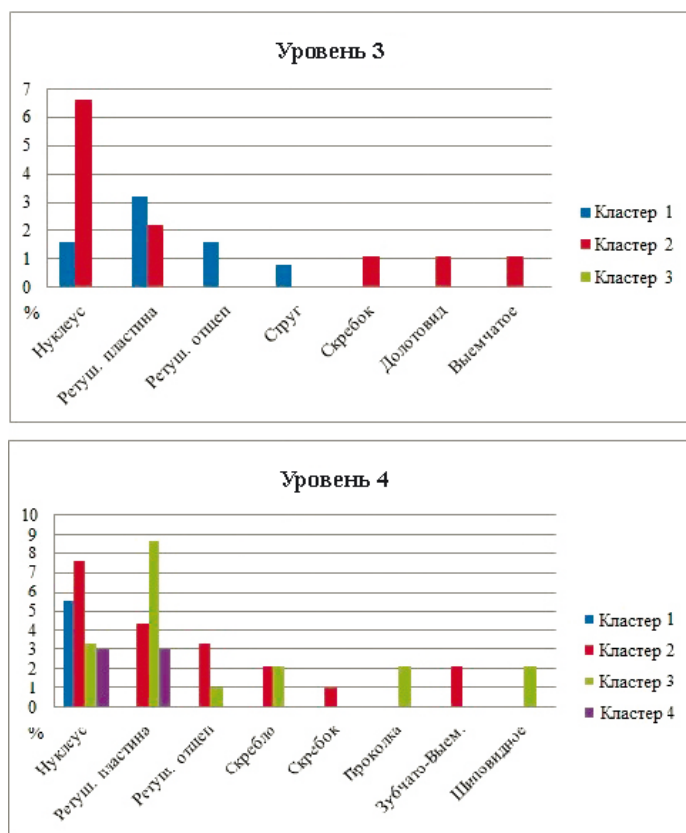


Рис. 3. Качественный состав кластеров в горизонтах 3 и 4 раскопа 1

кластер 1 совсем не пересекается с остальными. В его составе (см. рис. 3) два нуклеуса и нет орудий. Кластер 2 характеризуется большим процентом нуклеусов, присутствием ретушированных пластин и отщепов, зубчато-выемчатых орудий и скребел. В кластере 3 меньше нуклеусов, среди орудий доминируют ретушированные пластины, присутствуют скребла, проколки и шиповидные орудия. В кластере 4 один нуклеус и одна ретушированная пластина.

Сопоставление результатов кластеризации в этих двух горизонтах обнаруживает общие закономерности как в форме и границах выделяемых кластеров, так и в их качественном составе. Верхние по склону кластеры (кластер 1 для горизонта 3, кластеры 1 и 3 для горизонта 4) характеризуются преобладанием ретушированных пластин и присутствием небольшого количества нуклеусов. Нижние по склону кластеры (кластер 2 и кластеры 2, 4 соответственно) выделяются преобладанием нуклеусов, в их составе присутствуют скребки и зубчато-выемчатые орудия, не представленные в других кластерах.

Горизонт 3А (раскоп 2). В результате анализа выделено три кластера каменных артефактов (рис. 4.-А). Кластер 1 частично подстилает кластеры 2 и 3. В его орудийном наборе (рис. 5) доминируют шиповидные орудия, представлены ножи и скребки, а также ретушированные пластины. Кластер 2 обладает наибольшей плотностью из трех (рис. 4.-Б).

Горизонт 3 (раскоп 1).

Оптимальное трехкластерное решение формирует два крупных кластера и отдельный кластер, содержащий шесть находок, – кластер 3 (рис. 2.-А). Качественный состав (рис. 3) кластера 1 характеризуется ретушированными пластинами и отщепами, одно орудие определено как струг, присутствует два нуклеуса. В кластере 2 нуклеусы преобладают над орудиями, представленными ретушированными пластинами, скребком, долотовидным и выемчатым орудиями.

Горизонт 4 (раскоп 1).

Анализ выделил оптимальное четырехкластерное решение, как и в предыдущем случае, разделяющее раскоп в целом на две части (рис. 2.-Б). Кластер 3 частично накладывается на кластеры 2 и 4. Только

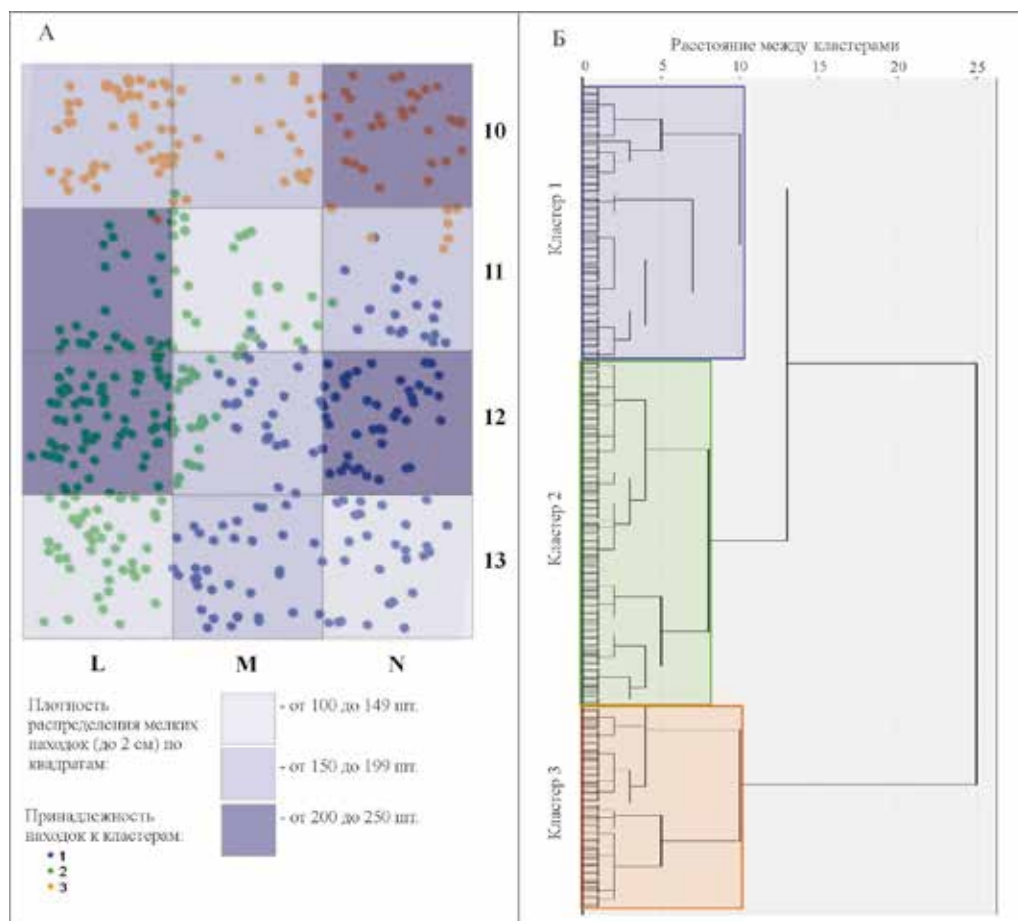


Рис. 4. Горизонт 3А (раскоп 2):

А – план с обозначением принадлежности к кластерам; Б – дендрограмма

Среди орудий также доминируют шиповидные, ретушированные отщепы и пластины; присутствуют ППК. Кластер 3 расположен наиболее высоко по склону, имеет вытянутую форму. В нем доминируют шиповидные орудия, представлены скребки, ППК, ретушированные пластины. Находки нуклеусов в горизонте единичны и представлены в каждом кластере в одном (кластеры 1 и 2) или двух экземплярах (кластер 3). Сопоставление с плотностью распределения мелких находок показывает совпадение основной части кластера 2 с участком концентрации мелких находок. Таким образом, выделенные кластеры не обнаруживают существенных отличий в качественном составе. Можно выделить лишь кластер 1, где отсутствуют ППК и представлены ножи.

Подгоризонт 3В1 (раскоп 2). Кластеризация показала оптимальное четырехкластерное решение (рис. 6). Кластер 1 в нижней, юго-восточной части раскопа частично подстилает все остальные кластеры. В его составе равное соотношение нуклеусов и ретушированных сколов, присутствуют четыре шиповидных орудия. Небольшой кластер 2 выделяется в верхней части раскопа и частично накладывается на кластер 3. В его составе представлен один нуклеус и разнообразные орудия (скребки, скребла,

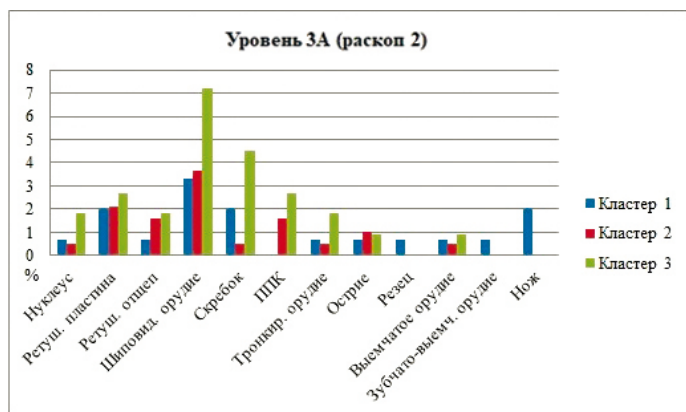


Рис. 5. Качественный состав кластеров в горизонте 3А (раскоп 2)

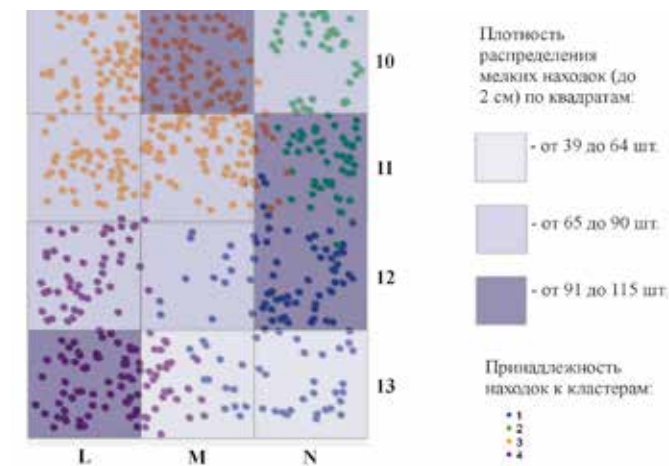


Рис. 6. Горизонт 3В1 (раскоп 2):
 А – план с обозначением принадлежности к кластерам;
 Б – качественный состав кластеров

ретушированные пластины, шпоровидные орудия). Кластер 3 самый многочисленный. При относительно высоком удельном весе нуклеусов из орудий наиболее представлены скребки. В составе кластера выделяется компактно расположенное скопление костей (10 фрагментов на площади ок. 0,2 кв. м). Кластер 4 небольшой, в его составе три нуклеуса, резцы, шпоровидные орудия и ретушированные пластины.

Подгоризонт 3В0 (раскоп 2). Выделение этого подгоризонта стало возможным благодаря наличию зольных пятен, тщательно зафиксированных на всей площади в ходе раскопок, и последующей работе с трехмерной моделью распределения индивидуальных артефактов и находок из просева. В составе горизонта выделились две группы зольных пятен и связанных с ними находок (рис. 7). Верхняя группа («комплекс 1») частично перекрывает нижнюю («комплекс 2»). Кластерный анализ показал оптимальное деление подгоризонта на семь кластеров. Кластер 5 охватило скопление у зольного пятна кострища 1. Но судя по высотным отметкам, к этому комплексу относятся также выделившиеся кластеры 1 и 2 (см. рис. 7).

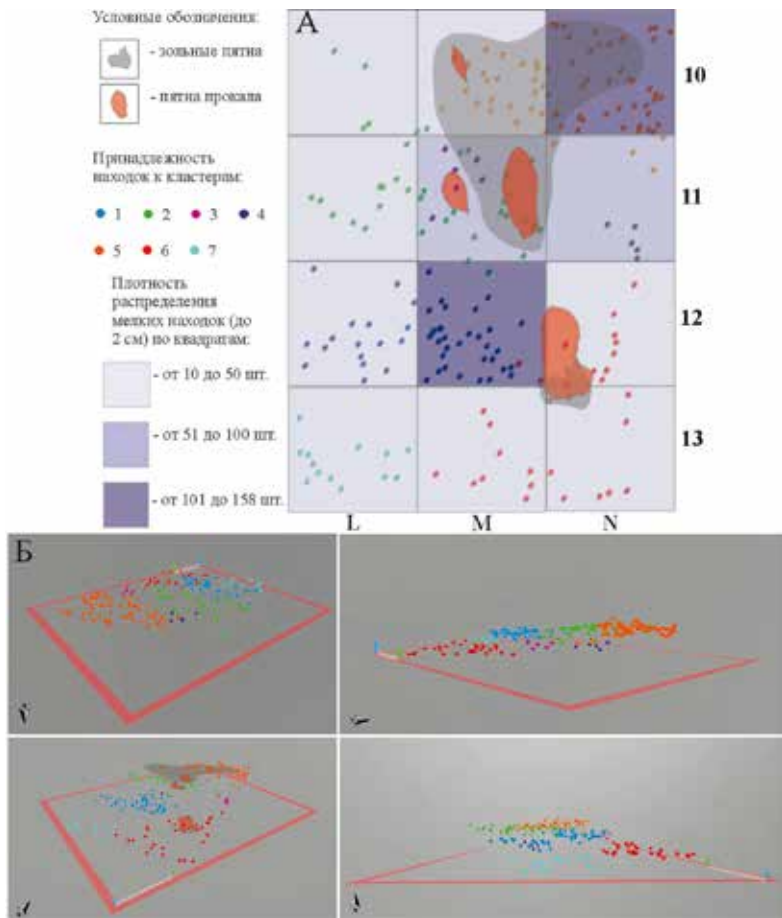


Рис. 7. Горизонт 3V0 (раскоп 2): А – план с обозначением принадлежности к кластерам; Б – модель распределения находок в горизонте с обозначением принадлежности к кластерам

Состав находок (рис. 8) в этих кластерах характеризуется преобладанием шиповидных орудий, ретушированных пластин и отщепов и присутствием бифасов, не встречающихся на других участках памятника. В единичных экземплярах представлены и другие орудия. Относительно велик удельный вес нуклеусов. В свою очередь, непосредственно под кластером 2 выделяется

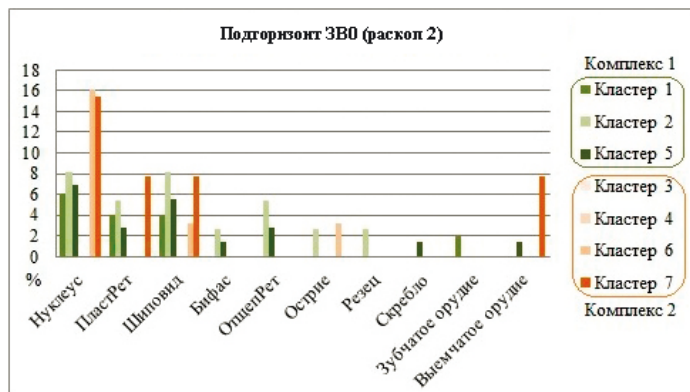


Рис. 8. Качественный состав кластеров в горизонте 3V0 (раскоп 2)

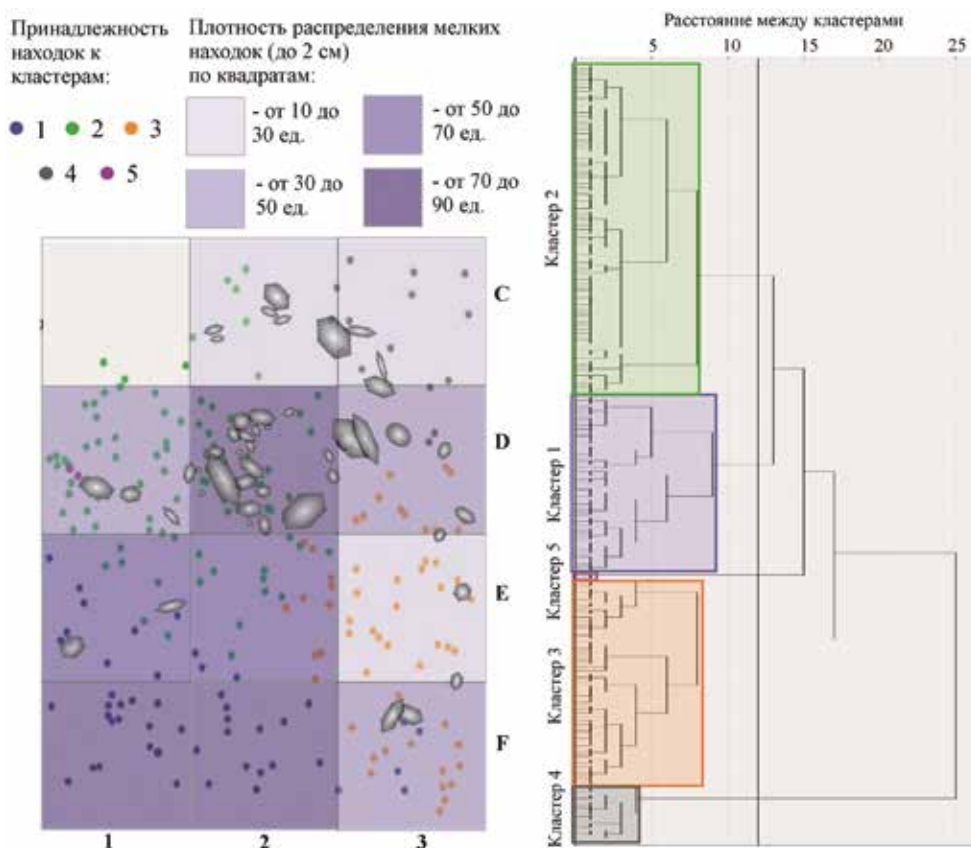


Рис. 9. Горизонт 3В (раскоп 4):

А – план с обозначением принадлежности к кластерам; Б – дендрограмма

небольшой кластер 4, соответствующий зольному пятну в составе комплекса 2. Также к этому комплексу относится кластер 6, в который попадают находки, непосредственно прилегающие к пятну прокала в кв. №12. Кластеры 3 и 7 образуют единый уровень залегания с кластерами 4 и 6, по причине чего мы также относим их к комплексу 2. Рассматривая качественный состав кластеров, входящих в этот комплекс, нужно обратить внимание на то, что кластеры 3 и 4 представлены единичными находками, поэтому качественный состав данного комплекса определяют артефакты из кластеров 6 и 7. Комплекс характеризуется очень высоким процентом нуклеусов и единичными орудиями (шиповидное, острие, выемчатое, ретушированная пластина).

Горизонт 3В (раскоп 4). По результатам иерархического анализа было получено оптимальное пятикластерное решение (рис. 9). В один из кластеров (5) попали две находки, расположенные над уровнем залегания основной части слоя. Визуальный осмотр модели распределения материала подтвердил, что они находятся на границе с вышележащим слоем (3А) и не относятся к нижележащей концентрации. Остальные четыре кластера лежат в одной плоскости, пересекаясь лишь на границах. Кластер 1 расположен наиболее высоко по склону и частично перекрывает кластеры 2 и 3. Кластер 2 характеризуется наиболее компактным расположением находок (рис. 9).

Кластер 4 объединяет находки, залегающие наиболее глубоко, и частично подстилает кластер 3. Как показал анализ направлений [Рыбин, Марченко, Хаценович, 2018, с. 148], часть материала в раскопе 4 смещена по склону эрозионной промоины. Именно этот небольшой участок попадает в кластер 4, что подтверждает ранее сделанные выводы о смещенном залегании находок на этом участке. Таким образом, лишь три из пяти кластеров могут рассматриваться как самостоятельные пространственные зоны.

Кластер 1 имеет наименьшую плотность. Однако концентрация мелких находок (менее 2 см) на этом участке в 2 раза превышает показатели по остальному раскопу. Орудия преобладают над нуклеусами.

Кластер 2 образует скопление находок, прилегающее к каменной конструкции в квадрате D2. Конструкция образована двумя крупными камнями, вокруг которых концентрируются более мелкие камни и плитки. Расстояния между находками в этом кластере минимальны. Очевидно, наличие крупных камней обусловило лучшую сохранность этого участка в сравнении с остальными. Кластер выделяется обилием нуклеидных форм (12,1% артефактов в кластере) и присутствием крупных костных фрагментов.

Граница между кластерами 2 и 3 проходит по западной стенке каменной конструкции: находки кластера 2 относятся к конструкции и прилегающей к ней с северной стороны площадке, находки кластера 3 – западнее стенки конструкции. В кластере 3 выделяется группа зубчатых и выемчатых изделий и относительно много мелких костных фрагментов. Соотношение нуклеусов и орудий почти равное. Кластер также имеет достаточно низкую плотность.

Заключение

Кластерный анализ горизонтов 3 и 4 раскопа 1 показал общность их планиграфической структуры как в количественном, так и в качественном отношении. Поскольку горизонт 3 образован двумя прослоями, визуально читаемыми на модели (рис. 10),

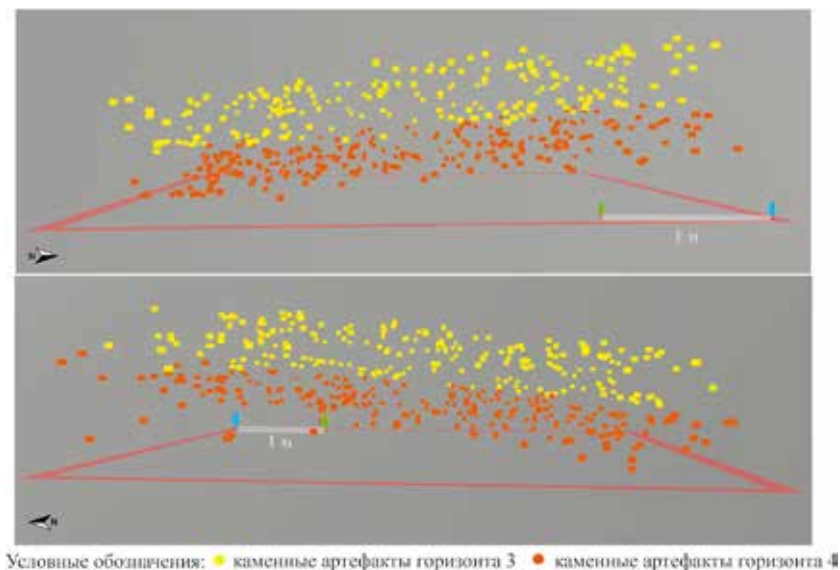


Рис. 10. Раскоп 1: модель распределения материала в горизонтах 3 и 4 (проекция с восточной и западной сторон)

а горизонт 4 ничем не отделен от него в профиле, мы предполагаем, что нижняя часть горизонта 3 и горизонт 4 составляют единое археологическое подразделение.

Кластеризация в горизонте 3А раскопа 2 выявила лишь различия в плотности распределения материала, что подтвердилось сопоставлением с поквдратным распределением мелких находок. Однако качественный состав артефактов практически однороден на всей рассматриваемой площади.

В результате кластеризации в горизонте 3В1 кластер 3 очертил контуры и вертикальные границы скопления, выявленного ранее по методике Н.Б. Леоновой [1994, с. 28]. Для горизонта 3В0 анализ позволил отследить границы двух комплексов, уточнить состав находок в них.

В раскопе 4 кластеризация выявила участок нарушения слоя, отделила кластер находок, не входящих в данный культурный горизонт. Оставшиеся кластеры фиксируют три различных зоны активности: конструкция и прилегающая площадка, связанные с хранением и, возможно, утилизацией нуклеусов (кластер 2); участок оружейной деятельности с большим количеством мелких отходов (кластер 1); зона использования зубчато-выемчатых орудий (кластер 3).

Таким образом, на достаточно полно изученном материале были протестированы возможности кластерного анализа для исследования трехмерного распределения объектов в культурных отложениях. Проведенный анализ показал следующие возможности иерархического алгоритма.

1. Алгоритм иерархического анализа позволяет выделить объекты, находящиеся за пределами основного уровня концентрации материала. Задача интерпретации таких кластеров – понять, составляют ли они отдельную прослойку либо являются «выбросами» из культурного горизонта, результатами постседиментационных процессов.

2. Иерархическая кластеризация при формировании кластеров учитывает плотность распределения артефактов. Благодаря этому показателю облегчается интерпретация кластеров, их сопоставление со скоплениями, выделяемыми другими методами.

3. Качественный анализ состава кластеров позволяет объективно выделить на исследуемой площади зоны активности, которые могут быть как представлены отдельным кластером, так и включать несколько кластеров с близкими характеристиками.

На основании проведенного исследования можно заключить, что иерархический алгоритм кластеризации по трем переменным позволяет достаточно объективно проследить общую планиграфическую структуру культурных отложений с учетом вертикального распределения находок.

Библиографический список

Деревянко А.П., Зенин А.Н., Рыбин Е.П., Гладышев С.А., Цыбанков А.А. Развитие каменных индустрий верхнего палеолита Северной Монголии (по данным стоянки Толбор) // Человек и пространство в культурах каменного века Евразии. Новосибирск : Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2006. С. 17–42.

Леонова Н.Б. Закономерности распределения кремневого инвентаря на верхнепалеолитических стоянках и отражение в них специфики палеолитических поселений : автореф. дис. ... канд. ист. наук. М., 1977. 20 с.

Леонова Н.Б., Несмеянов С.А. Проблемы палеоэкологической характеристики культурных слоев // Методы реконструкции в археологии. Новосибирск : Наука, 1991. 271 с.

Разгильдеева И.И. Планиграфический анализ жилищно-хозяйственных комплексов верхнего палеолита Забайкалья. Чита : Забайкал. гос. ун-т, 2018. 208 с.

Рыбин Е.П. Хронология и географическое распространение культурно значимых артефактов в начальном верхнем палеолите Северной Азии и восточной части Центральной Азии // Известия Алтайского государственного университета. 2014. №4/1. С. 188–198.

Рыбин Е.П., Гладышев С.А., Цыбанков А.А. Возникновение и развитие «отщеповых» индустрий ранней поры верхнего палеолита Северной Монголии // Северная Евразия в антропогене: человек, палеотехнологии, геоэкология, этнология и антропология. Иркутск : Оттиск, 2007. Т. 2. С. 137–153.

Рыбин Е.П., Марченко Д.В., Хаценович А.М. Каменная конструкция и ее интерпретация на стоянке Толбор-21 // Евразия в кайнозое. Стратиграфия, палеоэкология, культуры. 2019. С. 144–151.

Рыбин Е.П., Хаценович А.М., Гунчинсүрэн Б., Звинс Н., Пэйн К., Болорбат Ц., Одсүрен Д., Галфи Й., Анойкин А.А., Маргад-Эрдэнэ Г., Марченко Д.В., Ангарагдулгуун Г. Новые результаты изучения стоянки Толбор-21 (Северная Монголия) // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий, 2017. Т. XXIII. С. 198–201.

Alpaydin E. Introduction to Machine Learning. Second Edition. The MIT Press, 2010. 537 p.

Barceló J.A., Maximiano A. Some Notes Regarding Distributional Analysis of Spatial Data // Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA) / A. Posluschny, K. Lambers, and I. Herzog, 1–6. Bonn : Rudolf Habelt GmbH. 2008. Pp. 1–6.

Baxter M.J. Exploratory multivariate analysis in archaeology. Edinburgh University Press, Edinburgh, 1994. 307 p.

Dekin A.A. Jr. Elliptical analysis: An heuristic technique for the analysis of artifact clusters // Eastern Arctic Prehistory: Paleoeskimo Problems, 1976. Memoir No. 31, Society for American Archaeology. Pp. 79–88.

Gladyshev S.A., Olsen J.W., Tabarev A.V., Jull A.J. The Upper Paleolithic of Mongolia: Recent finds and new perspectives // Quaternary International 281, 2012. Pp. 36–46.

Torre I., Wehr K. Site formation processes of the early Acheulean assemblage at EF-HR (Olduvai Gorge, Tanzania) // Journal of Human Evolution. 2018. Vol. 120. Pp. 298–328.

Simek J.F., Larick R.R. The recognition of multiple spatial patterns: a case study from the French Upper Palaeolithic // Journal of Archaeological Science 10. 1983. Pp. 165–180.

Varghese B., Unnikrishnan A., Jacob K. Spatial Clustering Algorithms-An Overview // Asian Journal of Computer Science And Information Technology. 2014. 3/1. Pp. 1–8.

Zwyns N., Gladyshev S.A., Gunchinsuren B., Bolorbat T., Flas D., Tabarev A., Dogandzic T., Gillam J.C., Khatsenovich A., McPherron S.H., Odsuren D., Paine C., Purevjal K.E., Stewart J. The open-air site of Tolbor-16 (Northern Mongolia): preliminary results and perspectives // Quaternary International, 2014. 347. Pp. 53–65.

References

Derevyanko A.P., Zenin A.N., Rybin Ye.P., Gladyshev S.A., Tsybankov A.A. Razvitiye kamennykh industriy verkhnego paleolita Severnoy Mongolii (po dannym stoyanki Tolbor) [The Development of the Stone Industries of the Upper Paleolithic of Northern Mongolia (according to the Tolbor Site)]. Chelovek i prostranstvo v kul'turakh kamennogo veka Yevrazii [Man and Space in the Stone Age Cultures of Eurasia]. Novosibirsk : Izd-vo In-ta arheologii i etnografii SO RAN, 2006. Pp. 17–42.

Leonova N.B. Zakonomernosti raspredeleniya kremneвого inventarya na verkhnepaleoliticheskikh stoyankakh i otrazhenie v nikh spetsifiki paleoliticheskikh poselenii [Regularities in the Distribution of Flint Inventory in the Upper Paleolithic Sites and the Reflection of the Specifics of Their Paleolithic Settlements]. Avtoref. dis. kand. ist. nauk [Synopsis of the Dissertation ... Candidate of Hist. Sciences]. Moscow, 1977. 20 p.

Leonova N.B., Nesmeyanov S.A. Problemy paleoekologicheskoi kharakteristiki kul'turnykh sloyev [Problems of Paleoecological Characteristics of Cultural Layers]. Metody rekonstruktsii v arheologii [Methods of Reconstruction in Archaeology]. Novosibirsk : Nauka, 1991, 271 p.

Razgil'deyeva I.I. Planigraficheskiy analiz zhilishchno-khozyaystvennykh kompleksov verkhnego paleolita Zabaykal'ya [Spatial Analysis of Housing and Economic Complexes of the Upper Paleolithic of Transbaikalia]. Chita : Zabaykal. State Univ., 2018. 208 p.

Rybin Ye.P. Khronologiya i geograficheskoye rasprostraneniye kul'turno znachimykh artefaktov v nachal'nom verkhnem paleolite Severnoy Azii i vostochnoy chasti Tsentral'noy Azii [Chronology and Geographical Distribution of Culturally Significant Artifacts in the Initial Upper Paleolithic of North Asia and the Eastern Part of Central Asia]. Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta [News of Altai State University]. 2014. 4/1. Pp. 188–198.

Rybin Ye.P., Gladyshev S.A., Tsybankov A.A. Vozniknoveniye i razvitiye «otshchepovykh» industriy ranney pory verkhnego paleolita Severnoy Mongolii [The Emergence and Development of “sherd” Industries of the Early Period of the Upper Paleolithic of Northern Mongolia]. *Severnaya Yevraziya v antropogene: chelovek, paleotekhnologii, geoekologiya, etnologiya i antropologiya* [Northern Eurasia in Anthropogen: Man, Paleotechnology, Geo-ecology, Ethnology and Anthropology]. Irkutsk : Ottisk, 2007. Vol. 2. Pp. 137–153.

Rybin Ye.P., Marchenko D.V., Khatsenovich A.M. Kamennaya konstruktsiya i yeyo interpretatsiya na stoyanke Tolbor-21 [Stone Construction and its Interpretation at the Tolbor-21 Site]. *Yevraziya v kaynozoye. Stratigrafiya, paleoekologiya, kul'tury* [Eurasia in the Cenozoic. Stratigraphy, Paleoecology, Culture]. 2019. Pp. 144–151.

Rybin Ye.P., Khatsenovich A.M., Gunchinsuren B., Zvins N., Peyn, K., Bolorbat Ts., Odsuren D., Galfi Y., Anoykin A.A., Margad-Erdene G., Marchenko D.V., Angaragdulgoun G. Novyye rezul'taty izucheniya stoyanki Tolbor-21 (Severnaya Mongoliya) [New Results of the Study of the Tolbor-21 Site (Northern Mongolia)]. *Problemy arkheologii, etnografii, antropologii Sibiri i sopredel'nykh territorii* [Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Adjacent Territories]. Novosibirsk : Izd-vo in-ta arkheologii i etnografii SO RAN, 2017. Vol. XXIII. Pp. 198–201.

Alpaydin E. Introduction to Machine Learning. Second Edition. The MIT Press, 2010. 537 p.

Barceló J.A., Maximiano A. Some Notes Regarding Distributional Analysis of Spatial Data. *Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA) / A. Posluschny, K. Lambers, and I. Herzog, 1–6. Bonn: Rudolf Habelt GmbH. 2008. Pp. 1–6.*

Baxter M.J. *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology*. Edinburgh University Press, Edinburgh, 1994. 307 p.

Dekin A.A.Jr. Elliptical analysis: A Heuristic Technique for the Analysis of Artifact Clusters. *Eastern Arctic Prehistory: Paleoeskimo Problems, 1976. Memoir No. 31, Society for American Archaeology. Pp. 79–88.*

Gladyshev S.A., Olsen J.W., Tabarev A.V., Jull A.J. The Upper Paleolithic of Mongolia: Recent Finds and New Prospects. *Quaternary International* 281, 2012. Pp. 36–46.

Torre I., Wehr K. Site Formation Processes of the Early Acheulean Assemblage at EF-HR (Olduvai Gorge, Tanzania). *Journal of Human Evolution*. Vol. 120, 2018. Pp. 298–328

Simek J.F., Larick R.R. The Recognition of Multiple Spatial Patterns: a Case Study from the French Upper Palaeolithic. *Journal of Archaeological Science* 10, 1983. Pp. 165–180.

Varghese B., Unnikrishnan A., Jacob K. Spatial Clustering Algorithms- An Overview. *Asian Journal of Computer Science and Information Technology*. 3: 1, 2014. Pp. 1–8.

Zwysn N., Gladyshev S.A., Gunchinsuren B., Bolorbat T., Flas D., Tabarev A., Dogandzic T., Gil-lam J.C., Khatsenovich A., McPherron S.H., Odsuren D., Paine C., Purevjal K.E., Stewart J. The Open-air Site of Tolbor-16 (Northern Mongolia): Preliminary Results and Perspectives. *Quaternary International*, 2014. 347. Pp. 53–65.

D.V. Marchenko, E.P. Rybin, A.M. Khatsenovich

Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS, Novosibirsk, Russia

THE EXPERIENCE OF CLUSTER ANALYSIS FOR STUDYING THE PLANIGRAPHY OF UPPER PALEOLITHIC HORIZONS OF TOLBOR-21 SITE (Northern Mongolia)

The relatively good preservation of cultural deposits of the Tolbor-21 site contributed to the study of the planigraphy of the Upper Paleolithic horizons. The article presents the results of spatial analysis of these materials using clustering. Taking into account all three coordinates of each find, clustering traces the vertical distribution of finds, detects outliers from the main concentration horizon. This makes it possible to highlight areas of cultural horizon disturbances, and separate complexes superimposed on each other. A comparative analysis of the composition of the clusters made it possible to compare them with each other and, in some cases, to distinguish functional zones. In excavation 1, horizon 3B was identified, which had not previously stood out in the area. The results were compared with the conclusions of a previous study (in particular, the analysis of directions). Thus, the possibilities of a hierarchical clustering algorithm for spatial study of cultural deposits are determined.

Key words: Upper Paleolithic, Northern Mongolia, planographic analysis, clustering, cultural horizon.