

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ТЮМЕНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

## ВЕСТНИК АРХЕОЛОГИИ, АНТРОПОЛОГИИ И ЭТНОГРАФИИ

*Сетевое издание*

**№ 1 (64)  
2024**

ISSN 2071-0437 (online)

Выходит 4 раза в год

**Главный редактор:**

Зах В.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН

**Редакционный совет:**

Молодин В.И., председатель совета, академик РАН, д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;  
Добровольская М.В., чл.-кор. РАН, д.и.н., Ин-т археологии РАН;  
Бауло А.В., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;  
Бороффа Н., PhD, Германский археологический ин-т, Берлин (Германия);  
Епимахов А.В., д.и.н., Ин-т истории и археологии УрО РАН;  
Кокшаров С.Ф., д.и.н., Ин-т истории и археологии УрО РАН; Кузнецов В.Д., д.и.н., Ин-т археологии РАН;  
Лахельма А., PhD, ун-т Хельсинки (Финляндия); Матвеева Н.П., д.и.н., ТюмГУ;  
Медникова М.Б., д.и.н., Ин-т археологии РАН; Томилов Н.А., д.и.н., Омский ун-т;  
Хлахула И., Dr. hab., ун-т им. Адама Мицкевича в Познани (Польша); Хэнкс Б., PhD, ун-т Питтсбурга (США);  
Чикишева Т.А., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН

**Редакционная коллегия:**

Дегтярева А.Д., зам. гл. ред., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Костомарова Ю.В., отв. секретарь, ТюмНЦ СО РАН;  
Пошехонова О.Е., отв. секретарь, ТюмНЦ СО РАН; Лискевич Н.А., отв. секретарь, к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;  
Агапов М.Г., д.и.н., ТюмГУ; Адаев В.Н., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;  
Бейсенов А.З., к.и.н., НИЦИА Бегазы-Тасмола (Казахстан);  
Валь Й., PhD, О-во охраны памятников Штутгарта (Германия); Ключева В.П., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;  
Крийска А., PhD, ун-т Тарту (Эстония); Крубези Э., PhD, проф., ун-т Тулузы (Франция);  
Кузьминых С.В., к.и.н., Ин-т археологии РАН; Перерва Е.В., к.и.н., Волгоградский ун-т;  
Печенкина К., PhD, ун-т Нью-Йорка (США); Пинхаси Р., PhD, ун-т Дублина (Ирландия);  
Рябогина Н.Е., к.г.-м.н., ТюмНЦ СО РАН; Слепченко С.М., к.б.н., ТюмНЦ СО РАН;  
Ткачев А.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Хартанович В.И., к.и.н., МАЭ (Кунсткамера) РАН

Утвержден к печати Ученым советом ФИЦ Тюменского научного центра СО РАН

Сетевое издание «Вестник археологии, антропологии и этнографии»  
зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий  
и массовых коммуникаций; регистрационный номер: серия Эл № ФС77-82071 от 05 октября 2021 г.

Адрес: 625008, Червишевский тракт, д. 13, e-mail: [vestnik.ipos@inbox.ru](mailto:vestnik.ipos@inbox.ru)

Адрес страницы сайта: <http://www.ipdn.ru>

© ФИЦ ТюмНЦ СО РАН, 2024

**FEDERAL STATE INSTITUTION  
FEDERAL RESEARCH CENTRE  
TYUMEN SCIENTIFIC CENTRE  
OF SIBERIAN BRANCH  
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**

**VESTNIK ARHEOLOGII, ANTROPOLOGII I ETNOGRAFII**

ONLINE MEDIA

**№ 1 (64)  
2024**

ISSN 2071-0437 (online)

There are 4 numbers a year

**Editor-in-Chief**

Zakh V.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

**Editorial Council:**

Molodin V.I. (Chairman of the Editorial Council), member of the RAS, Doctor of History,  
Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Dobrovolskaya M.V., Corresponding member of the RAS, Doctor of History,  
Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Baulo A.V., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Boroffka N., PhD, Professor, Deutsches Archäologisches Institut (German Archaeological Institute) (Berlin, Germany)

Chikisheva T.A., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Chlachula J., Doctor hab., Professor, Adam Mickiewicz University in Poznan (Poland)

Epimakhov A.V., Doctor of History, Institute of History and Archeology Ural Branch RAS (Yekaterinburg, Russia)

Koksharov S.F., Doctor of History, Institute of History and Archeology Ural Branch RAS (Yekaterinburg, Russia)

Kuznetsov V.D., Doctor of History, Institute of Archeology of the RAS (Moscow, Russia)

Hanks B., PhD, Professor, University of Pittsburgh (Pittsburgh, USA)

Lahelma A., PhD, Professor, University of Helsinki (Helsinki, Finland)

Matveeva N.P., Doctor of History, Professor, University of Tyumen (Tyumen, Russia)

Mednikova M.B., Doctor of History, Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Tomilov N.A., Doctor of History, Professor, University of Omsk

**Editorial Board:**

Degtyareva A.D., Vice Editor-in-Chief, Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Kostomarova Yu.V., Assistant Editor, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Poshekhonova O.E., Assistant Editor, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Liskevich N.A., Assistant Editor, Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Agapov M.G., Doctor of History, University of Tyumen (Tyumen, Russia)

Adaev V.N., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Beisenov A.Z., Candidate of History, NITSIA Begazy-Tasmola (Almaty, Kazakhstan),

Crubezy E., PhD, Professor, University of Toulouse (Toulouse, France)

Kluyeva V.P., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Kriiska A., PhD, Professor, University of Tartu (Tartu, Estonia)

Kuzminykh S.V., Candidate of History, Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Khartanovich V.I., Candidate of History, Museum of Anthropology and Ethnography RAS Kunstkamera  
(Saint Petersburg, Russia)

Pechenkina K., PhD, Professor, City University of New York (New York, USA)

Pererva E.V., Candidate of History, University of Volgograd (Volgograd, Russia)

Pinhasi R., PhD, Professor, University College Dublin (Dublin, Ireland)

Ryabogina N.Ye., Candidate of Geology, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Slepchenko S.M., Candidate of Biology, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Tkachev A.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Wahl J., PhD, Regierungspräsidium Stuttgart Landesamt für Denkmalpflege

(State Office for Cultural Heritage Management) (Stuttgart, Germany)

Address: Chervishevskiy trakt, 13, Tyumen, 625008, Russian Federation; mail: [vestnik.ipos@inbox.ru](mailto:vestnik.ipos@inbox.ru)

URL: <http://www.ipdn.ru>

**Берсенев Е.В., Бахшиев И.И.\***

Уфимский университет науки и технологий, ул. Заки Валиди, 32, Уфа, 450076  
E-mail: egor215@bk.ru (Берсенев Е.В.); ibahsh@gmail.com (Бахшиев И.И.)

## **ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ФОРМ СЕРПОВ ЭПОХИ БРОНЗЫ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА МЕТОДАМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ**

*Цель исследования — выявить основные типы бронзовых серпов с крюками методами геометрической морфометрии, а также сравнить полученные данные с результатами изучения этой же выборки изделий на основе традиционного морфометрического подхода. В выборку вошли 167 серпов с крюками, которые методами традиционной морфометрии ранее были выделены исследователями в четыре самостоятельных типа (ибракаевский, дербеденевский, перелюбский, явленский). Опыт применения инструментов геометрической морфометрии показывает, что внутри выборки отчетливо группируются три основные формы за исключением серпов, ранее отнесенных к явленскому типу, вероятно, в силу их малочисленности. Результаты исследования вполне согласуются с данными традиционной морфометрии в вопросе выделения отдельных типов. В целом, можно сказать, что метод геометрической морфометрии демонстрирует свою работоспособность при анализе форм металлических серпов и в перспективе может использоваться для анализа большей выборки.*

**Ключевые слова:** эпоха бронзы, Волго-Уралье, серпы, геометрическая морфометрия, метки, метод главных компонент.

### **Введение**

В числе подходов к изучению форм археологических источников в последние годы заметными становятся методы геометрической морфометрии, которые в отличие от традиционного морфометрического подхода позволяют выявлять различия между объектами только по их форме, исключая абсолютные размеры [Васильев и др., 2018, с. 43]. Этот относительно новый подход, использовавшийся изначально в биологии, нашел применение в изучении уже целого ряда категорий археологических источников: например, лепной керамики, каменных орудий, а также могильных ям и форм очажных пятен [Казарницкий, Туркина, 2015; Полянская, 2017; Суханов, Волкова, 2018; Шалагина и др., 2020; Бычков и др., 2021; Бахшиев, Берсенев, 2021].

Представляется актуальным применение данного подхода и к изучению предметов из металла. Для эпохи бронзы накоплена солидная источниковая база различных изделий, а также разработаны непротиворечивые типологические схемы, характеризующие изменчивость форм металлических предметов. В этом плане результаты, полученные методами геометрической морфометрии, могут быть сопоставлены с уже имеющимися типологиями.

Для исследования возможностей инструментария геометрической морфометрии авторами привлечена такая категория археологических находок, как металлические серпы с крюками, известные по материалам комплексов Волго-Уральского региона (от лесостепного Поволжья вплоть до Среднего Днепра) эпохи поздней бронзы.

Цель работы — выявить основные вариации (типы) бронзовых серпов с крюками методами геометрической морфометрии, а также сравнить полученные данные с результатами изучения этой же выборки изделий на основе традиционного морфометрического подхода.

Чтобы понять принципиальное отличие предлагаемого метода, стоит кратко обратиться к обзору существующих типологических схем серпов эпохи бронзы, рассмотреть, как исследователи подходили к решению вопроса об их классификации ранее.

### **Обзор литературы**

Известные к началу 60-х гг. XX в. металлические серпы Б.Г. Тихонов разделил на два основных типа: с крюками и без них. Первый представлен группой крупных, сильно изогнутых орудий, а также группой слабо изогнутых изделий меньших размеров. Второй тип включает три группы: первая — небольшие сильно изогнутые серпы с широким черешком, вторая группа —

---

\* Corresponding author.

противоположность первой (крупные и слабоизогнутые), а третья включает небольшие серпы со слабым изгибом рабочей части, округлым черешком и приостренным кончиком [Тихонов, 1960, с. 68–70]. В целом, можно сказать, что вся типология Б.Г. Тихонова основана на выделении различий по общим пропорциям изделий (отношении длины к ширине), а также по способу оформления рукояточной части. Тот же принцип классификации, основанный на разделении по общим параметрам и способу крепления, использовался Б.Г. Гришиным при изучении металлических серпов Минусинской котловины тагарского времени [Гришин, 1960, с. 122–123] и Е.Н. Черных при рассмотрении серпов эпохи бронзы Урала и Поволжья [Черных, 1970, с. 50–51].

Классификации серпов эпохи железа и средневековья хронологически хоть и не являются предметом настоящей статьи, тем не менее интересны с точки зрения подхода к их изучению. Так, В.П. Левашовой при анализе форм серпов эпохи средневековья учитывались такие четыре признака, как положение рукоятки относительно лезвия, высота дуги лезвия и отношение ее вершины к основанию, а также крутизна изгиба лезвия в начальной и конечной точках клинка [Левашова, 1956, с. 60–61].

При классификации древнерусских серпов Б.А. Колчин использует метод математических измерений параметров режущей части, предложенный в свое время А.В. Арциховским [Колчин, 1953]. В свою очередь, Р.С. Минасян полемизируя с последним, предложил в основе систематизации жатвенных орудий эпохи железа и раннего средневековья рассматривать конструкцию задней части с черенком и выделил шесть групп [Минасян, 1978].

Ю.А. Красновым при изучении серпов эпохи бронзы и раннего железа за основу была взята классификация В.П. Левашовой в несколько измененном виде. Им учитывались такие три основных параметра, как общие размеры, определяемые длиной основания, характер крепления рукояти, величина и характер изгиба лезвия [Краснов, 1971, с. 68–69]. Для эпохи бронзы таким способом было выделено пять типов металлических серпов, два из которых (с крюками и без) связываются автором со срубной культурой, один тип — с абашевской, один рассматривается как характерный для территории Средней Европы и, наконец, еще один тип был выделен лишь по одному фрагментированному образцу с территории севера Украины [Краснов, 1971, с. 70–71].

Принципы классификации В.П. Левашовой и Ю.А. Краснова были применены Н.А. Аванесовой при изучении серповидных орудий эпохи бронзы, что позволило выделить пять типов с различными вариантами [Аванесова, 1991, с. 18].

Наконец, в крупнейшей обобщающей работе В.А. Дергачева и В.С. Бочкарева, посвященной серпам эпохи поздней бронзы Восточной Европы, классификация основана на метрических измерениях и их соотношениях. Для интересующей нас волго-уральской серии схема построена на учете общей длины, максимальной ширины и высоты дуги изгиба лезвия. Причем два последних параметра, по замечанию авторов, имеют наибольшее значение [Дергачев, Бочкарев, с. 2002, с. 27].

В одной из последних работ, посвященной изучению серпов Сосново-Мазинского клада, помимо традиционных параметров — длины и ширины лезвия учитывается дополнительный — вес [Лобода, Шишлина, 2020, с. 154–155].

Краткий обзор существующих классификаций серпов показывает, что все они основаны на учете основных метрических и качественных характеристик. Иначе можно сказать, что все подходы были основаны на традиционной морфометрии, подразумевающей промеры длины, ширины, высоты и т.д. Соответственно форма как таковая не могла быть рассмотрена вне влияния этих абсолютных показателей. Геометрическая морфометрия позволяет исследовать «чистую» форму и ее изменчивость, исключая влияние конкретных параметров, и минимизировать субъективный фактор исследователя, поскольку обработка данных происходит автоматически.

### Методика

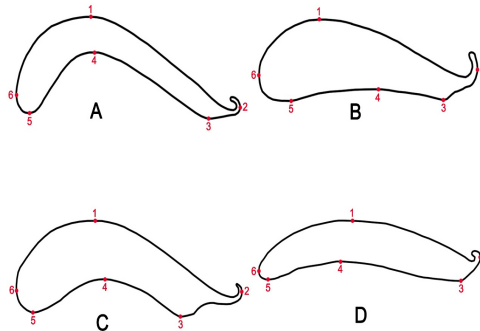
Для анализа взяты литые бронзовые серпы с крюками, выделенные В.А. Дергачевым и В.С. Бочкаревым посредством традиционного морфометрического подхода в ибракаевский, дербеденевский, перелюбский и явленский типы [Дергачев, Бочкарев, 2002]. Для анализа использованы лишь полные прорисовки изделий, включая реконструированные. Исследуемая выборка насчитывает 167 объектов: ибракаевский тип — 86, дербеденевский тип — 49, перелюбский тип — 24, явленский тип — 8.

Методика работы предполагает описание (оцифровку) формы каждого объекта выборки путем нанесения особых меток («ландмарок») на определенных участках. При этом для корректных выводов следует анализировать лишь объекты, имеющие схожую конфигурацию. Также возможно изучение отдельных составных частей объекта. Метки необходимо расставить таким образом, чтобы они на каждом из рассматриваемых объектов соответствовали месторасположению меток на любом дру-

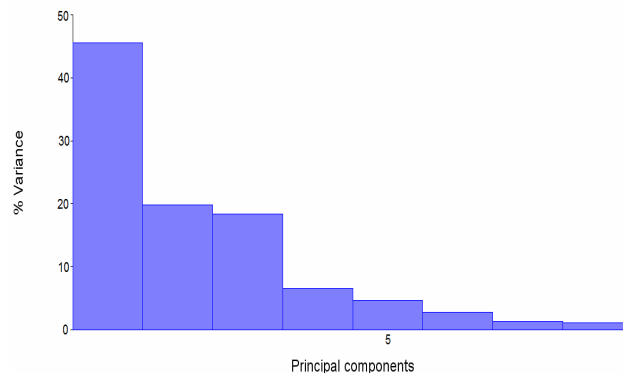
гом объекте выборки [Павлинов, Микешина, 2002, с. 479]. Иначе говоря, они должны быть расставлены на всех объектах однообразно — на одних и тех же точках в одинаковом количестве.

Нужно отметить, что в практике геометрической морфометрии имеются различные способы оцифровки объектов. Так, например, существующее программное обеспечение позволяет в автоматическом порядке установить определенное количество ландмарков на равноудаленном расстоянии друг от друга. При этом, чем большее число будет задано, тем большая степень детализации формы будет достигнута. Однако данный способ в нашем случае имеет недостатки. При общей схожести форм орудий каждое из них в отдельности имеет свои особенности, связанные со степенью сработанности, конфигурацией отдельных частей, которые в то же время не несут функциональной, типологической значимости (например, степень изогнутости крюка, выраженность уступчика при переходе от лезвия к рукояточной части, приостренность или округлость носка и др.).

В данном случае наиболее подходящим способом представляется является ручная расстановка меток в так называемых точках максимальной кривизны структур [Bookstein, 1991, p. 64]. Такой подход при работе с указанной выборкой предполагает нанесение 6 меток на каждом объекте следующим образом: *метка № 1* — в точке максимального изгиба обуха; *метка № 2* — в крайней точке рукояточной части (крюка); *метка № 3* — в точке максимального выступа при переходе от лезвия к рукояти; *метка № 4* — в точке максимальной высоты изгиба лезвия; *метка № 5* — в точке максимальной кривизны лезвия при переходе к острию; *метка № 6* — в крайней точке острия (рис. 1). Эти точки являются гомогенными для всей коллекции, т.е. присущи всем изделиям рассматриваемой выборки. Именно эти показатели кривизны задают орудию изогнутость и вместе с тем общие пропорции.



**Рис. 1.** Схема нанесения меток на контуры серпов разных типов: А — ибракаевский; В — дербеденевский; С — перелюбский; D — явленский.  
**Fig. 1.** Scheme for applying labels on the contours of sickles of different types: A — Ibrakaevo; B — Derbeden; C — Perelyub; D — Yavlenka.



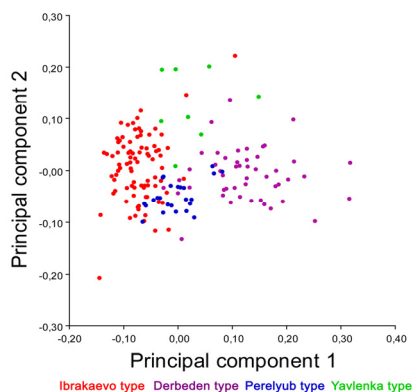
**Рис. 2.** Распределение процентов изменчивости форм по главным компонентам.  
**Fig. 2.** Distribution of proportions of shape variability by principal components.

Подготовка первичных файлов для записи координат ландмарков и обработка файлов с записанными координатами проводилась в программе tpsUtil. Непосредственно оцифровка (описание) объектов выполнена в программе tpsDig [Rohlf, 2015]. Анализ особенностей изменения форм выполнен методом главных компонент (ГК) в программе MorphoJ [Klingenberg, 2011].

### Результаты

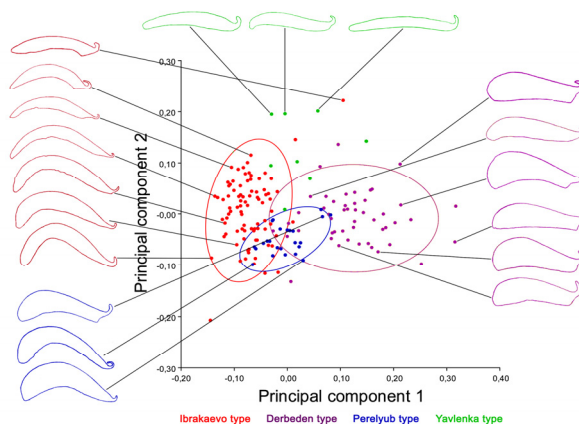
Визуализация результатов анализа показывает, что изменчивость форм связана в основном с тремя главными компонентами. В процентном отношении это выглядит следующим образом: ГК 1 определяет 46 % изменчивости, ГК 2 — 19,5 %, ГК 3 — 18 % (рис. 2).

ГК 1 демонстрирует изменчивость с тенденцией увеличения ширины клинка со смещением к острию. На графике более широкие изделия смещаются в сторону положительных значений компоненты. ГК 2 указывает на уменьшение общих пропорций относительно положительных значений компоненты — отношения общей длины к общей высоте (за которую здесь принимается расположение метки 1 по отношению к меткам 3 и 5). Кроме того, здесь же наблюдается тенденция изменения от асимметричных форм к симметричным. ГК 3, напротив, будет указывать на увеличение общих пропорций в сторону положительных значений компоненты и также от асимметричных форм к симметричным.



**Рис. 3.** Результаты анализа методом главных компонент с визуализацией типов, выделенных с использованием традиционного морфометрического подхода.

**Fig. 3.** Results of principal components method with visualization of types identified by the traditional morphometric approach.



**Рис. 4.** Результаты анализа методом главных компонент с визуализацией расположения на графике отдельных орудий.

**Fig. 4.** Results of principal components method with visualization of the location of individual tools on the chart.

Распределение объектов на графике ГК 1–ГК 2 (рис. 3) позволяет достаточно четко зафиксировать выделение ибракаевского и дербеденевского типов. Объекты перелюбского типа также образуют компактную группу точек. При этом наблюдается и некоторое пересечение серпов перелюбского типа с изделиями дербеденевского. Результаты анализа не позволяют выделить на графике явленский тип, вероятно потому, что он включает небольшое количество объектов, которые рассеиваются на общем фоне выборки и в целом не относятся ни к одной из выделенных групп.

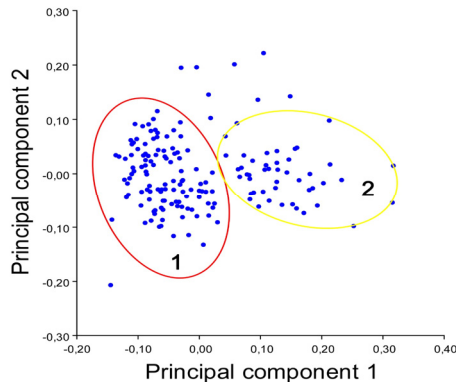
В целом, распределение указанных трех типов вдоль ГК 1 отображает тенденцию к увеличению ширины лезвия, где ибракаевские изделия — наиболее узкие, дербеденевские — наиболее широкие, а перелюбский тип имеет промежуточное положение со смещением в сторону ибракаевского типа (рис. 4). Распределение вдоль ГК 2 в целом указывает на изменение общих пропорций орудия и вместе с этим степени изгиба орудия.

### Обсуждение

Обобщая полученные результаты, можно сказать, что методом главных компонент удалось выделить три основные вариации изделий. Наиболее четко прослеживаются различия ибракаевского и дербеденевского типов, между которыми практически не наблюдается пересечений. Промежуточное положение между ними занимает перелюбский тип, также группирующийся на графике с большой выраженностью и плотно примыкающий к группе ибракаевских орудий.

Стоит обратить внимание на то, что между некоторыми формами серпов, определенных в качестве разных типов, обнаруживаются не слишком выраженные различия. На графике некоторые объекты разных вариаций располагаются достаточно близко.

Если анализировать выборку без учета типологической схемы, разработанной традиционными морфометрическими подходами, и выделить основные вариации серпов методом главных компонент, то можно выделить две большие группы (рис. 5). В целом, они будут соответствовать ибракаевскому (рис. 5, 1) и дербеденевскому (рис. 5, 2) типам, тогда как перелюбский можно будет рассматривать в качестве разновидности ибракаевских серпов. Это, по всей видимости, можно интерпретировать как подтверждение того, что перелюбские формы, так же как и дербеденевские, являются дальнейшим развитием ибракаевских [Дергачев, Бочкарев, 2002, с. 99, 107]. Заметим и то, что изменчивость форм внутри первой группы связана преимущественно с ГК 2 и отображает главным образом различия в степени изгиба и общих пропорциях соответственно. Изменчивость внутри второй группы в целом практически равномерно распределена между ГК 1 и ГК 2.



**Рис. 5.** Результаты анализа методом главных компонент без визуализации типов, выделенных с использованием традиционного морфометрического подхода:

1 — соответствует ибракаевскому и перелюбскому типам; 2 — соответствует дербеденевскому типу.

**Fig. 5.** Results of principal components method without visualization of types identified by the traditional morphometric approach:

1 — corresponds to the Ibrakaevo type, including the Perelyub type; 2 — corresponds to the Derbeden type.

На данном этапе исследования методами геометрической морфометрии не удалось обосновать выделение серпов явленского типа в качестве самостоятельной группы, а также соотнести их с другими группами изделий. Отметим, что В.А. Дергачев и В.С. Бочкарев рассматривают их как самостоятельный тип — боковую ветвь развития типа Ибракаево [Дергачев, Бочкарев, 2002, с. 111]. Однако анализ методом главных компонент не дает оснований для подобного утверждения. Впрочем, как и для его отрицания. Сама выборка этих серпов не только малочисленна, но и достаточно неоднородна. Возможно, в этом проявляется ограниченность используемого метода в сравнении с другими подходами и для обоснования выделения данного типа в качестве самостоятельного к анализу следует привлечь больше орудий аналогичной формы.

### Заключение

Представленная статья отображает лишь первый опыт применения геометрической морфометрии в изучении форм металлических орудий. Результаты выделения групп с использованием метода главных компонент вполне согласуются с результатами, полученными посредством традиционной морфометрии. Главным образом это выражается в основных вариациях — типах орудий. Для этого уже вполне достаточно анализа по шести меткам. В качестве перспективы дальнейшего изучения данной категории находок методами геометрической морфометрии можно обозначить включение в выборку изделий эпохи бронзы с сопредельных территорий

(уральская группа серпов без крюков, выделенная В.А. Дергачевым и В.С. Бочкаревым). Вместе с тем представляется необходимым проработка других способов оцифровки объектов для более подробного и корректного описания форм археологических предметов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аванесова Н.А.* Культура пастушеских племен эпохи бронзы азиатской части СССР (по металлическим изделиям). Ташкент: Фан, 1991. 202 с.
- Бахшиев И.И., Берсенев Е.В.* Опыт изучения форм керамических сосудов методами геометрической морфометрии (на примере Николаевского могильника эпохи бронзы из Башкирского Приуралья) // Вестник НГУ. Сер. История, филология. 2021. Т. 20. № 7: Археология и этнография. С. 21–36. <https://doi.org/10.25205/1818-7919-2021-20-7-21-36>
- Бычков Д.А., Волков П.В., Колосов В.П.* Следы использования огня в межжилищном пространстве поселений эпохи неолита и палеометалла в Северном Приангарье // Вестник ТГУ. История. 2021. № 70. С. 152–162. <https://doi.org/10.17223/19988613/70/21>
- Васильев А.Г., Васильева И.А., Шкурихин А.О.* Геометрическая морфометрия: От теории к практике. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2018. 471 с.
- Гришин Ю.С.* Производство в тагарскую эпоху // МИА. М.: АН СССР, 1960. № 90. С. 116–206.
- Дергачев В.А., Бочкарев В.С.* Металлические серпы поздней бронзы Восточной Европы. Кишинев: Высшая антропологическая школа, 2002. 348 с.
- Казарницкий А.А., Туркина И.С.* Форма могильной ямы и положение скелета: Опыт анализа изменчивости методами геометрической морфометрии // КСИА. 2015. № 238. С. 277–287.
- Краснов Ю.А.* Раннее земледелие и животноводство в лесной полосе Восточной Европы: II тысячелетие до н.э. — первая половина I тысячелетия н.э. // МИА. М.: Наука, 1960. № 174. 168 с.
- Колчин Б.А.* Техника обработки металла в древней Руси. М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной и судостроительной литературы, 1953. 81 с.
- Левашова В.П.* Сельское хозяйство // Труды ГИМ: Очерки по истории русской деревни X–XIII вв. / Под ред. Б.А. Рыбакова. М.: Государственное издательство культурно-просветительной литературы, 1956. Вып. 32. С. 19–105.
- Лобода А.Ю.* Серпы Сосново-Мазинского клада: Реконструкция производства и вероятного использования на основе данных метрического и трасологического анализа // КСИА. 2020. № 258. С. 151–164. <http://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.258.151-164>
- Минасян Р.С.* Классификация серпов Восточной Европы железного века и раннего средневековья // Археологический сборник Государственного Эрмитажа. Л.: Аврора, 1978. Вып. 19. С. 74–85.
- Павлинов И.Я., Микешина Н.Г.* Принципы и методы геометрической морфометрии // Журнал общей биологии. 2002. Т. 63. № 6. С. 473–493.
- Полянская Е.Ю.* Опыт применения методов геометрической морфометрии при анализе форм каменных мотыжек сочи-адлерского типа (по материалам Имеретинской низменности) // КСИА. 2017. № 249. С. 74–84.
- Суханов Е.В., Волкова Е.В.* Три примера использования геометрической морфометрии для изучения форм глиняных сосудов: (К вопросу о возможностях метода) // Формы глиняных сосудов как объект изучения: Историко-культурный подход / Отв. ред. Ю.Б. Цетлин. М.: Изд-во ИА РАН, 2018. С. 214–227.
- Тихонов Б.Г.* Металлические изделия эпохи бронзы на Среднем Урале и в Приуралье // МИА. М.: АН СССР, 1960. № 90. С. 5–115.
- Черных Е.Н.* Древнейшая металлургия Урала и Поволжья // МИА. М.: Наука, 1970. № 172. 185 с.
- Шалагина А.В., Колобова К.А., Чистяков П.В., Кривошапкин А.И.* Применение трехмерного геометрико-морфометрического анализа для изучения артефактов каменного века // Stratum plus. Археология и культурная антропология. 2020. № 1. С. 343–358.
- Bookstein F.L.* Morphometric tools for landmark data: Geometry and biology. N.Y.: Cambridge Univ. Press. 1991. 435 p.
- Klingenberg C.P.* MorphoJ: An integrated software package for geometric morphometrics // Molecular Ecology Resources. 2011. 11. P. 353–357. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x>
- Rohlf F.J.* The tps series of software // Hystrix. 2015. Vol. 26 (1). P. 9–12. <https://doi.org/10.4404/hystrix-26.1-11264>

**Bersenev E.V., Bakhshiev I.I. \***

Ufa University of Science and Technology, Zaki Validi st., Ufa, 450076, Russian Federation  
E-mail: egor215@bk.ru (E.V. Bersenev); ibahsh@gmail.com (I.I. Bakhshiev)

### **Implementation of geometric morphometry in the study of shapes of Bronze Age sickles from the Volga-Ural region**

This article aims at evaluating the potential of geometric morphometry by means of an example of analysis of shapes of the Bronze Age sickles from the Volga-Ural region, as compared with the traditional morphometric approach. For the study, cast bronze sickles with hooks, categorized by V.A. Dergachev and V.S. Bochkaev into the Ibrakaev, Derbeden, Perelyub and Yavlenka types using the traditional morphometric approach, have been selected. The analysis was applied to only full drawings of the items, including

---

\* Corresponding author.



reconstructed ones, while fragmented items were not considered. The sample constitutes 167 objects: 86 Ibrakaev, 49 Derbeden, 24 Perelyub, and 8 of the Yavlenka type. Application of geometric morphometry tools shows that, within the sample, three main forms can be easily identified, with the exception of the sickles earlier attributed to the Yavlenka type, probably due to their small number. Preparation of primary files for recording landmark coordinates and processing of files with recorded coordinates were carried out in the tpsUtil program. The analysis of characteristics of changes of the forms was carried out using the principal component method in the MorphoJ program. Summarizing the obtained results, we can say that the principal components method has been able to identify three main variations of the objects. Most clear are the differences between the Ibrakaev and Derbeden types, which show virtually no overlap. An intermediate position between them is taken by the Perelyub type, which is also distinctively grouped in the graph being close to the Ibrakaev group. In terms of identifying individual types, the results of the study are rather consistent with the data obtained by the traditional morphometry. At the same time, it is possible to trace the vectors of shape variability for all types of tools based on three main components. Overall, it can be concluded that the method of geometric morphometry demonstrates its efficiency for the analysis of shapes of metal sickles and in future it could be applied to wider sample groups.

**Keywords:** Bronze Age, Volga-Urals, sickles, geometric morphometry, landmarks, principle components methods.

## REFERENCES

- Avanesova A.N. (1991). *The Culture of Shepherd Tribes of the Bronze Age of the Asian Part of the USSR (for metal objects)*. Tashkent: Fan (Rus.).
- Bakhshiev, I.I., Bersenev, E.V. (2021). Experience of Studying Vessel Forms of the Nikolayevskiy Burial Ground of the Bronze Age Using the 'Envelope' and Geometric Morphometry Methods. *Vestnik NGU. Seriya Istoriya, filologiya*, 20(7), 21–36 (Rus.). <https://doi.org/10.25205/1818-7919-2021-20-7-21-36>
- Bookstein, F.L. (1991). *Morphometric tools for landmark data: Geometry and biology*. N.Y.: Cambridge Univ. Press.
- Bychkov, D.A., Volkov, P.V., Kolosov, V.P. (2021). Traces use of fire in inter-house space of settlements neolithic and paleometal age in Northern Angara region. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Istoriya*, (70), 152–162. (Rus.). <https://doi.org/10.17223/19988613/70/21>
- Chernykh, E.N. (1970). Ancient Metallurgy of Ural and Volga Region. *Materialy i issledovaniya po arkheologii SSSR*, (172). (Rus.).
- Dergachev, V.A., Bochkarev, V.S. (2002). *Metal sickles of Late Bronze from Eastern Europe*. Kishinev, Vysshaia antropologicheskaya shkola. (Rus.).
- Grishin, Iu.S. (1960). Production in the Tagar era. *Materialy i issledovaniya po arkheologii SSSR*, (90), 116–206. (Rus.).
- Kazarnitsky, A.A., Turkina, I.S. (2015). Burial pit shape and skeleton position: experiment to analyse the variability of geometric morphometry. *Kratkiye soobshcheniya Instituta arheologii*, (238), 277–287. (Rus.).
- Klingenberg, C.P. (2011). MorphoJ: An integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources*, (11), 353–357. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x>
- Loboda, A.Yu., Shishlina, N.I. (2020) Sickles from the Sosnovaya maza hoard: Reconstruction of production techniques and possible use based on the data from metric and tracewear analyses. *Kratkiye soobshcheniya Instituta arheologii*, (258), 151–164. (Rus.) <http://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.258.151-164>
- Minasian, R.S. (1978). Classification of Eastern Europe sickle blades of the Iron Age and the Early Medieval Period. *Arkheologicheskii sbornik Gosudarstvennogo Ermitazha*, (19), 74–85. (Rus.).
- Pavlinov, I.Ya., Mikeshina, N.G. (2002). Principles and methods of geometric morphometrics. *Zhurnal obshchei biologii*, 63(6), 473–493. (Rus.).
- Polyanskaya, E.Yu. (2017). Experience in applying methods of geometric morphometry in analyzing shapes of stone hoes of the sochiadler type (based on materials from the Imereti lowlands). *Kratkiye soobshcheniya Instituta arheologii*, (249), 74–84. (Rus.).
- Rohlf, F.J. (2015). The tps series of software. *Hystrix*, 26(1), 9–12. <https://doi.org/10.4404/hystrix-26.1-11264>
- Shalagina, A., Kolobova, K.A., Chistyakov, P.V., & Krivoshepin, A.I. (2020). Application of 3D Geometric-Morphometric Analysis to the Study of Stone Age Lithic Artifacts. *Stratum plus*, (1), 343–358. (Rus.).
- Sukhanov, E.V., Volkova, H.V. (2018). Three examples of geometrical morphometry employment for earthenware vessel shapes study. In: Y.B. Tsetlin (Ed.). *Shapes of clay vessels as a subject of study: Historical-and-cultural approach*. Moscow: IA RAN, 214–227. (Rus.).
- Tikhonov, B.G. (1960). Metal objects of the bronze age in the Middle Urals and the Urals. *Materialy i issledovaniya po arkheologii SSSR*, (90), 5–115. (Rus.).
- Vasilev, A.G., Vasileva, I.A., Shkurikhin, A.O. (2018). *Geometric morphometrics: From theory to practice*. Moscow: KMK Scientific Press. (Rus.).

Берсенеv Е.В., <https://orcid.org/0000-0001-8276-7392>

Бахшиев И.И., <https://orcid.org/0000-0003-2083-9543>

### Сведения об авторах:

Берсенеv Егор Васильевич, ведущий специалист НОЦ «Археология 2.0», Уфимский университет науки и технологий, Уфа.

Бахшиев Илшат Интизам оглы, кандидат исторических наук, директор НОЦ «Археология 2.0», Уфимский университет науки и технологий, Уфа.

### About the authors:

Bersenev Egor V., Leading Specialist, Research and Education Centre «Archeology 2.0», Ufa University of Science and Technology, Ufa.

Bakhshiev Ilshat I., Candidate of Historical Sciences, Director of the Research and Education Centre «Archeology 2.0», Ufa University of Science and Technology, Ufa.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Accepted: 28.09.2023

Article is published: 15.03.2024