

## ВНУТРИГРУППОВОЙ АНАЛИЗ КРАНИОЛОГИЧЕСКОЙ ВЫБОРКИ ЯМНОЙ КУЛЬТУРЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ МЕТОДАМИ КРАНИОМЕТРИИ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ<sup>1</sup>

*В статье представлены результаты анализа выборки мужских черепов из погребений ямной культуры Северо-Западного Прикаспия методами краниометрии и геометрической морфометрии. Проведено сравнение возможностей двух методов. Установлены однородность анализируемой выборки по показателям изменчивости формы и преобладание в выборке черепов больших размеров. Дальнейший поиск причин размерной асимметричности требует привлечения археологических и палеоэкологических данных.*

Краниологические материалы из погребений ямной археологической культуры Северо-Западного Прикаспия (Калмыкия, Астраханская область) не раз становились объектом палеоантропологических исследований [Шевченко 1974, 1986; Хохлов 2006; Казарницкий 2014]. Хорошо известна специалистам их специфическая морфология, ярко проявляющаяся при широких межгрупповых сопоставлениях серий эпохи бронзы [Алексеева, Круц 1999; Герасимова 2011; Солодовников и др. 2013 и т.д.]. Внутригрупповая структура этой выборки обсуждалась с применением разных методов анализа. На основе индивидуально-типологического описания была предложена модель многокомпонентного антропологического состава [Шевченко 1986]. В рамках популяционного подхода этот вывод был поставлен под сомнение [Яблонский, Хохлов 1994] и констатирована нормальная морфологическая изменчивость однородной территориальной группы с небольшими локальными различиями, проявляющимися только у женщин, в то время как оснований для внутригрупповой дифференциации мужской серии черепов выявлено не было вовсе [Казарницкий 2012].

Пожалуй, единственное, что пока оставляет некоторые сомнения по поводу однородности обсуждаемой выборки — это впечатление слишком большой вариации тотальных размеров мужских черепов, возникающее при их визуальном осмотре. Анализ изменчивости размера и формы независимо друг от друга затруднен в традиционной палеоантропологической программе, но доступен с помощью методов геометрической морфометрии [Bookstein 1991, Павлинов, Микешина 2002], которые и были применены к обсуждаемой выборке из 26 мужских черепов носителей ямной культуры Северо-Западного Прикаспия. Исследованные черепа хранятся в отделе антропологии МАЭ РАН: коллекции № 6699 (могильники Восточного Маныча), № 7463 и незарегистрированные материалы (могильники Кривой Луки).

На предварительном этапе серия черепов была измерена<sup>2</sup> по программе Р. Мартина в модификации Г.Ф. Дебеца и В.П.Алексеева [1964] по 21 признаку<sup>3</sup> и проанализирована методом главных

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 13-06-00031).

<sup>2</sup> Индивидуальные измерения черепов были проведены А.В. Шевченко — они использованы и опубликованы мною в рамках диссертационного исследования [Казарницкий 2012]. Новые измерения не имеют достоверных отличий от опубликованных, хотя дополнительная реставрация позволила несколько увеличить количество зафиксированных размеров. Кроме того, вместо определения верхней высоты лица до альвеолярной точки данный параметр измерен до простиона ввиду частой резорбции резцовых альвеол.

<sup>3</sup> Продольный, поперечный, скуловой диаметры, ушная высота, наименьшая ширина лба, верхняя высота лица, верхняя ширина лица, средняя ширина лица, ширина и высота носа, ширина и высота левой орбиты, назомаллярный и зигомаллярный углы, симолические ширина и высота, угол выступания носа, углы наклона лба от назиона и от глабеллы, общий лицевой угол, глубина клыковой ямки.

компонент (ГК) в пакете программ STATISTICA 12. В пространстве первых двух наиболее информативных факторов, отражающих, соответственно, 27% и 13.5% общей изменчивости, черепа расположились следующим образом (рис. 1А). ГК 1 демонстрирует увеличение продольного диаметра, поперечных размеров лица, высоты и ширины орбит при уменьшении углов наклона лба, ГК 2 — увеличение высоты лица, его горизонтальной профилированности на обоих уровнях и симотической высоты при уменьшении глубины клыковой ямки.

Почти равное количество черепов и параметров, по которым было проведено сравнение, не соответствует рекомендуемому для факторного анализа соотношению количества признаков и объектов в пользу значительного преобладания последних [Дерябин 2007: 44]. Для проверки корректности полученного результата был осуществлен каскад многомерных сопоставлений по следующей схеме. Список из исходного 21 признака был разделен на три группы по семь параметров в каждой. Разделение проводилось тремя различными способами, чтобы исключить возможность влияния состава групп на конечный результат. Краниологическая серия из 26 черепов анализировалась по каждой группе признаков методом главных компонент. Координаты черепов в первых двух факторах каждого из трех проведенных анализов далее использовались как самостоятельные признаки для интегративного анализа также методом главных компонент. В результате проведено девять анализов по семи признакам в различных комбинациях и три интегративных анализа. Результаты интеграций (рис. 1В, 1С, 1D) почти одинаковы как при сравнении друг с другом, так и с первоначальным анализом: корреляция между первыми компонентами — от 0.97 до 0.99, между вторыми — от 0.78 до 0.94, что подтверждает корректность результатов анализа по 21 параметру одновременно.

Во всех случаях положение черепов на графиках не дает оснований для какой-либо внутригрупповой дифференциации по морфологическим особенностям, однако распределение координат явно асимметричное, особенно по первому фактору. Обладатели более длинных черепов с более крупными и резче профилированными лицами, с более высоким переносом и орбитами больших размеров встречаются несколько чаще, чем черепа с менее выраженными перечисленными признаками. Тем не менее, проверка распределений координат методом Шапиро-Уилка не выявляет значимых отклонений от нормальной гауссианы — при данной численности черепов наблюдаемая асимметричность распределения недостаточна для утверждения о морфологической неоднородности выборки.

Перечень признаков, получивших наиболее высокие нагрузки, может также свидетельствовать о том, что в анализируемой серии чаще встречаются крупные черепа, чем мелкие. Для оценки степени взаимосвязи между наиболее часто встречающимися формой и тотальными размерами были применены методы геометрической морфометрии. При помощи дигитайзера MicroScribe G2X на каждом черепе фиксировались 23 точки (landmarks), в подавляющем большинстве представляющие собой стандартные краниометрические точки (рис. 2). Дальнейшая обработка конфигураций была произведена в программе MorphoJ 1.05f. С целью соблюдения соотношения количества точек на каждом объекте и самих анализируемых объектов в пользу преобладания последних, использовалась схема, аналогичная описанной выше. Проведен каскад анализов вариации формы вертикальной и горизонтальной норм мозгового отдела и фронтальной и латеральной норм лицевого отдела по 6-8 точкам (рис. 2, 3, 4) с их последующей интеграцией (рис. 5). Полученные результаты затем были сопоставлены с итогами предварительного анализа черепов стандартными краниометрическими методами.

На первом этапе анализировалась конфигурация из шести точек по сагиттальному профилю нейрокраниума (см. рис. 2А). Первая главная компонента отражает вариацию высоты опистокраниона, вторая — увеличение выпуклости лба и уплощенности теменной части при понижении лямбды (см. рис. 3А). При проверке критерием Шапиро-Уилка распределение координат черепов в пространстве первых двух факторов (см. рис. 4А) соответствует нормальному. Коэффициенты корреляции между координатами черепов и их центроидными размерами (centroid size) составляют -0.18 для ГК 1 и 0.06 для ГК 2.

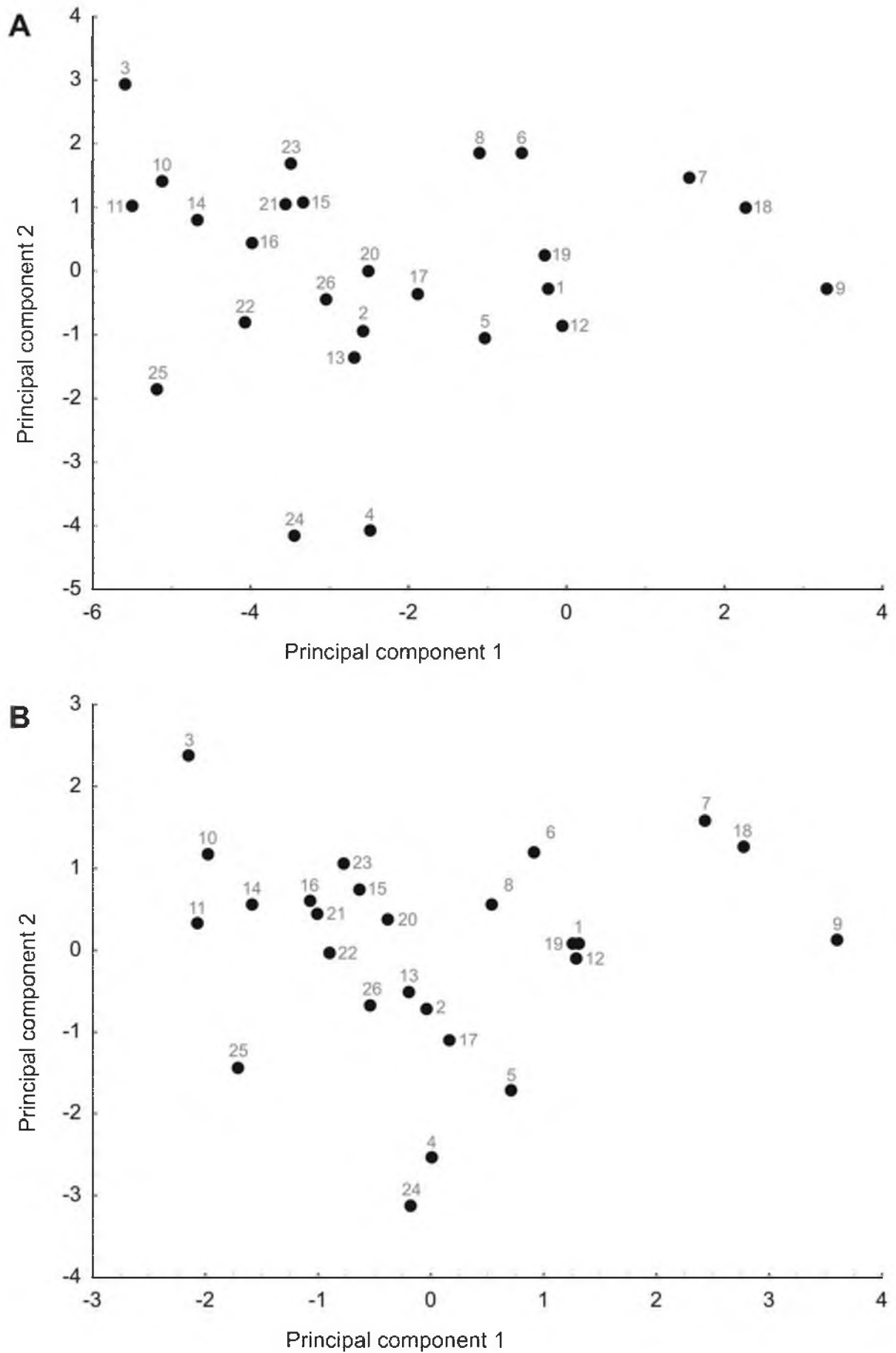


Рис. 1(А-В). Результаты анализа стандартных краниометрических данных

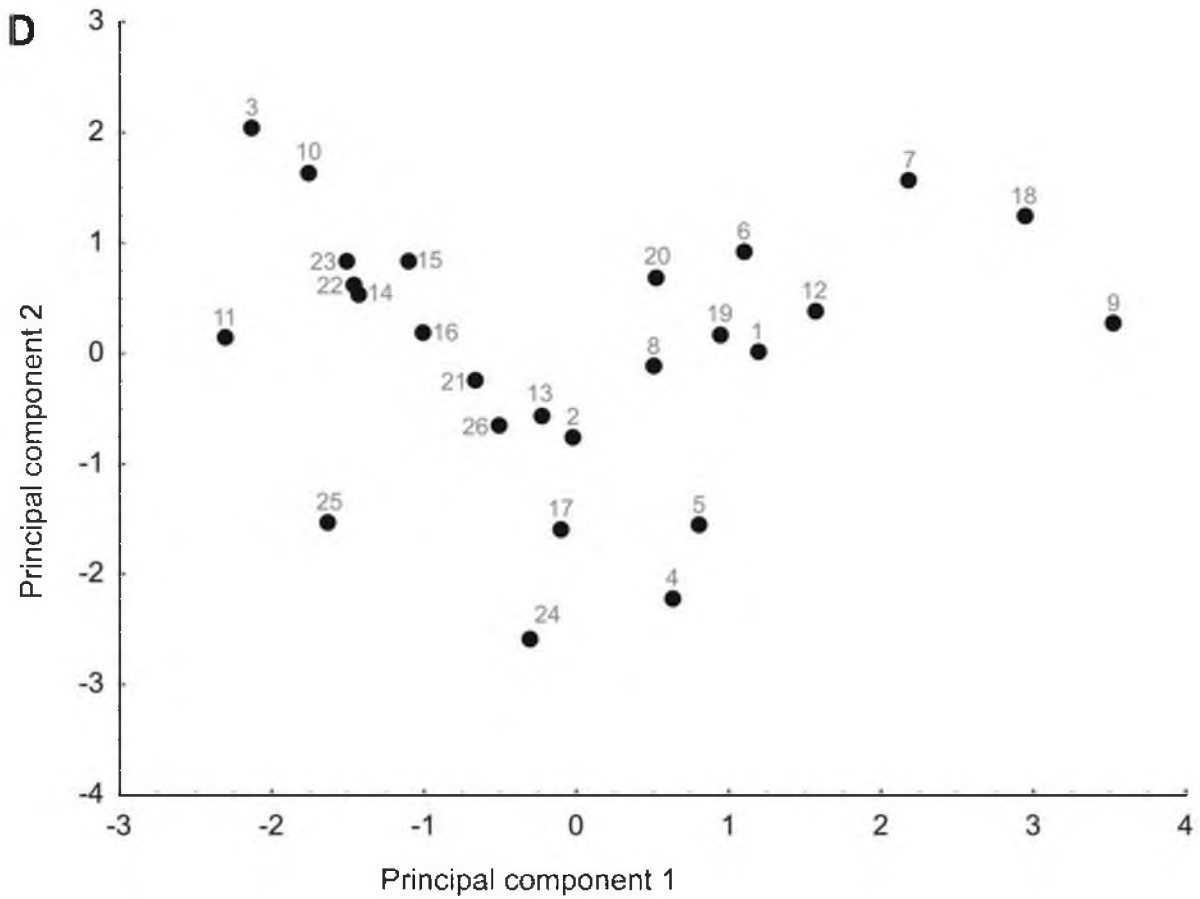
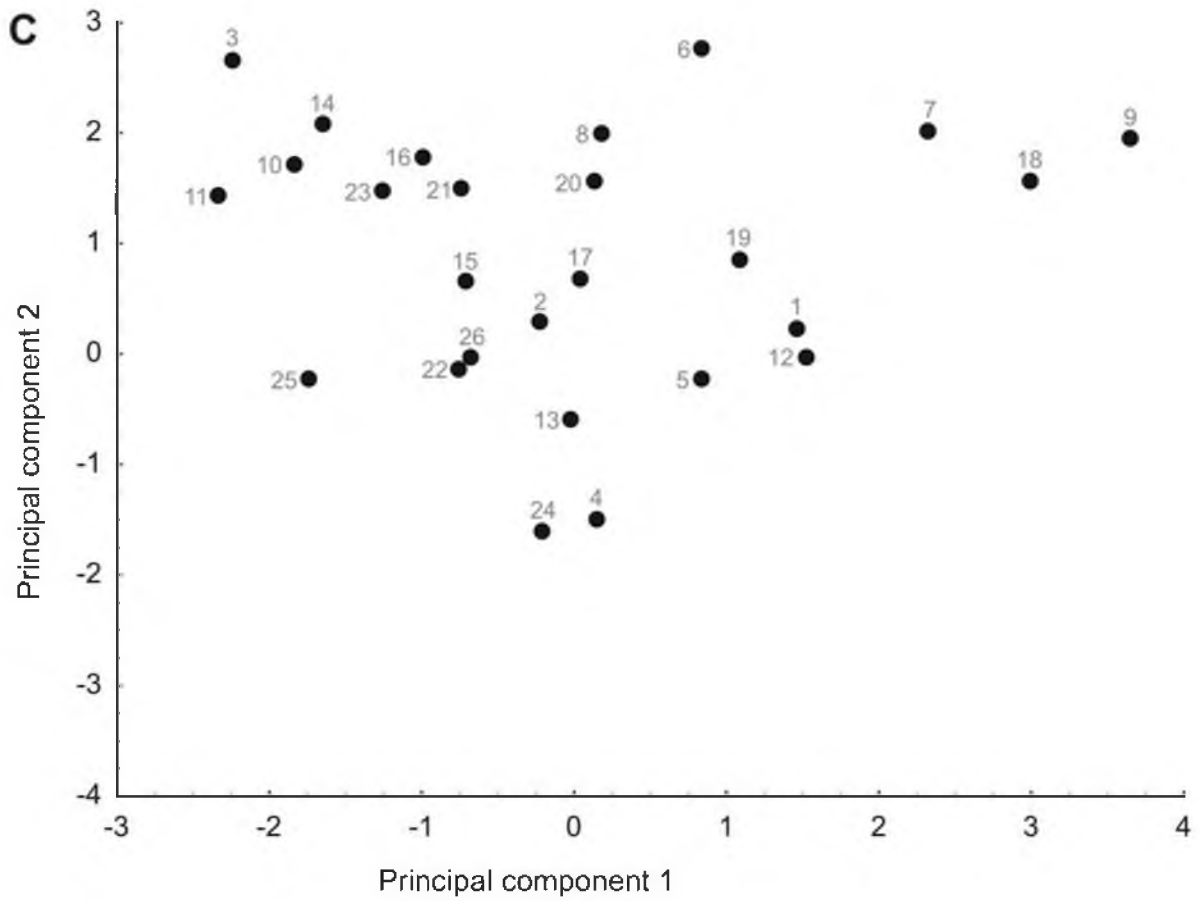


Рис. 1(C-D). Результаты анализа стандартных краниометрических данных

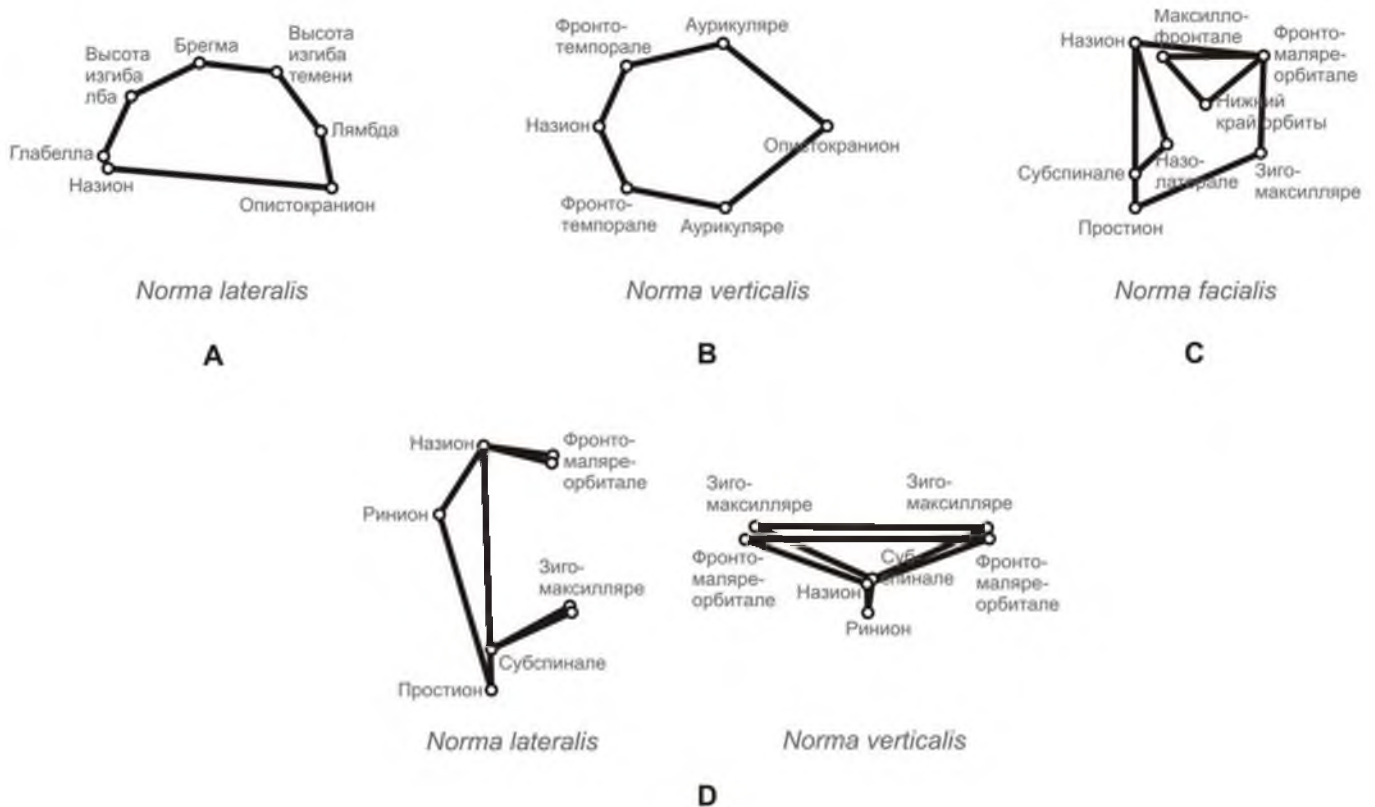


Рис. 2. Конфигурации точек для четырех этапов анализа методами геометрической морфометрии

На втором этапе проводилось сравнение форм нейрокраниума в вертикальной норме, описываемых шестью точками (см. рис 2B). В первой компоненте оказалась представлена незначительная изменчивость ширины лба, во второй — более явное изменение абсолютной и относительной ширины мозговой коробки (рис. 3B). Корреляция с центроидными размерами либо почти отсутствует (для ГК 1 0.19), либо очень мала (для ГК 2 -0.37). Распределение черепов в пространстве первых двух компонент (см. рис. 4B) не имеет статистически значимых отклонений от нормального.

На третьем этапе в анализ включены формы левой половины лицевого отдела — верхний и средний уровни с левой орбитой и левой половиной грушевидного отверстия (см. рис. 2C). В первой компоненте получила отражение преимущественно вариация абсолютной и относительной ширины лица, во второй — ширина орбиты и ширина носа (см. рис. 3C). Распределение координат нормальное (см. рис. 4C), корреляция анализируемых в первых двух факторах форм с размером практически отсутствует (-0.07 и 0.13).

На четвертом этапе анализу подвергнуты формы, образуемые треугольниками горизонтальной профилированности лица на верхнем и среднем уровнях, а также треугольниками вертикальных профилей лица и носа (см. рис. 2D). В первой компоненте представлено нормальное распределение черепов от более клиногнатных с большей длиной носовых костей к менее профилированным с более коротким отрезком наззион-ринион. Во второй компоненте — также нормальное распределение форм от чуть менее высокого и более ортогнатного лица с большим углом выступания носа к обратному сочетанию тех же признаков (см. рис. 3D, 4D).

На пятом этапе была проведена интеграция результатов двумя независимыми способами при помощи метода главных компонент (см. рис. 5). Способ А: координаты черепов в первых и вторых компонентах из четырех предыдущих сопоставлений были использованы как самостоятельные признаки для интегративного анализа изменчивости формы (см. рис. 5A). Способ В: анализировалась вариация центроидных размеров черепов по четырем примененным выше конфигурациям точек (см. рис. 5B). Способы интеграции данных предоставляют два независимых друг от друга результата внутригруппового анализа, так как ранее повсюду отсутствовала значимая связь между вариациями размеров и форм.



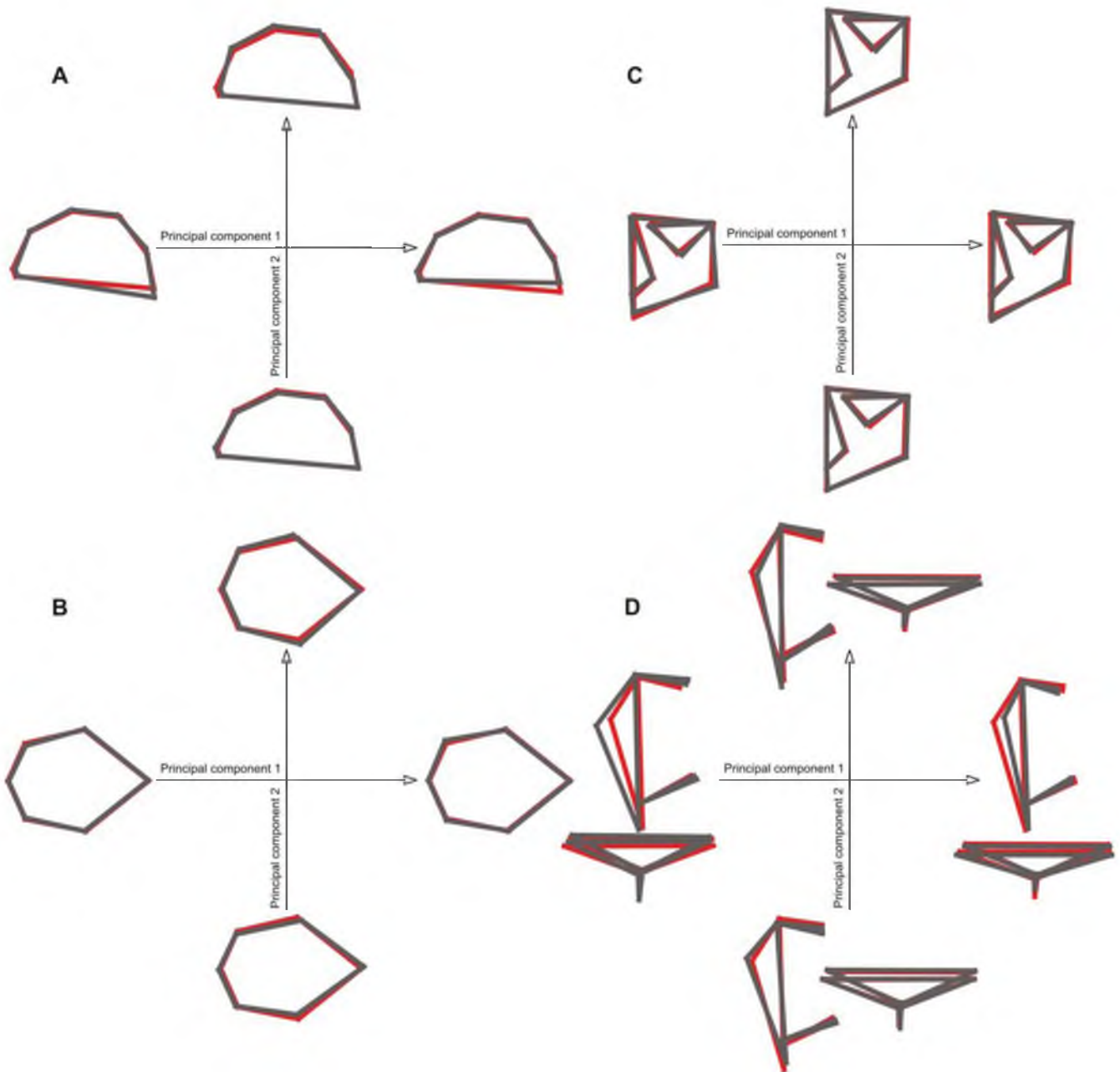


Рис. 3. Вариации конфигураций для четырех этапов анализа методами геометрической морфометрии  
Красный контур (wireframe) — средняя конфигурация, черные контуры — крайние варианты

В итоговом расположении черепов в координатных пространствах снова отсутствуют достоверные отличия от нормального распределения. Изменчивость формы с учетом большинства морфологических деталей свидетельствует об однородности выборки (см. рис. 5А). Тем не менее, в графике анализа центроидных размеров (см. рис. 5В) заметна некоторая асимметричность — более крупных в целом черепов в обсуждаемой выборке явно больше. Коэффициент корреляции между ГК1 анализа центроидных размеров и ГК1 анализа стандартных краниометрических данных (см. рис. 1А) составляет 0.97. Следовательно, график результатов сравнения черепов по классическим измерениям в первом факторе отражает почти исключительно вариацию общих размеров черепов.

Более частая встречаемость крупных черепов в малой выборке может объясняться случайным стечением обстоятельств. В связи с этим необходима проверка полученного результата на примере более репрезентативной серии, которая, к счастью, доступна благодаря краниометрическим бланкам А.В. Шевченко с измерениями существенно большего количества черепов, чем те, что удалось

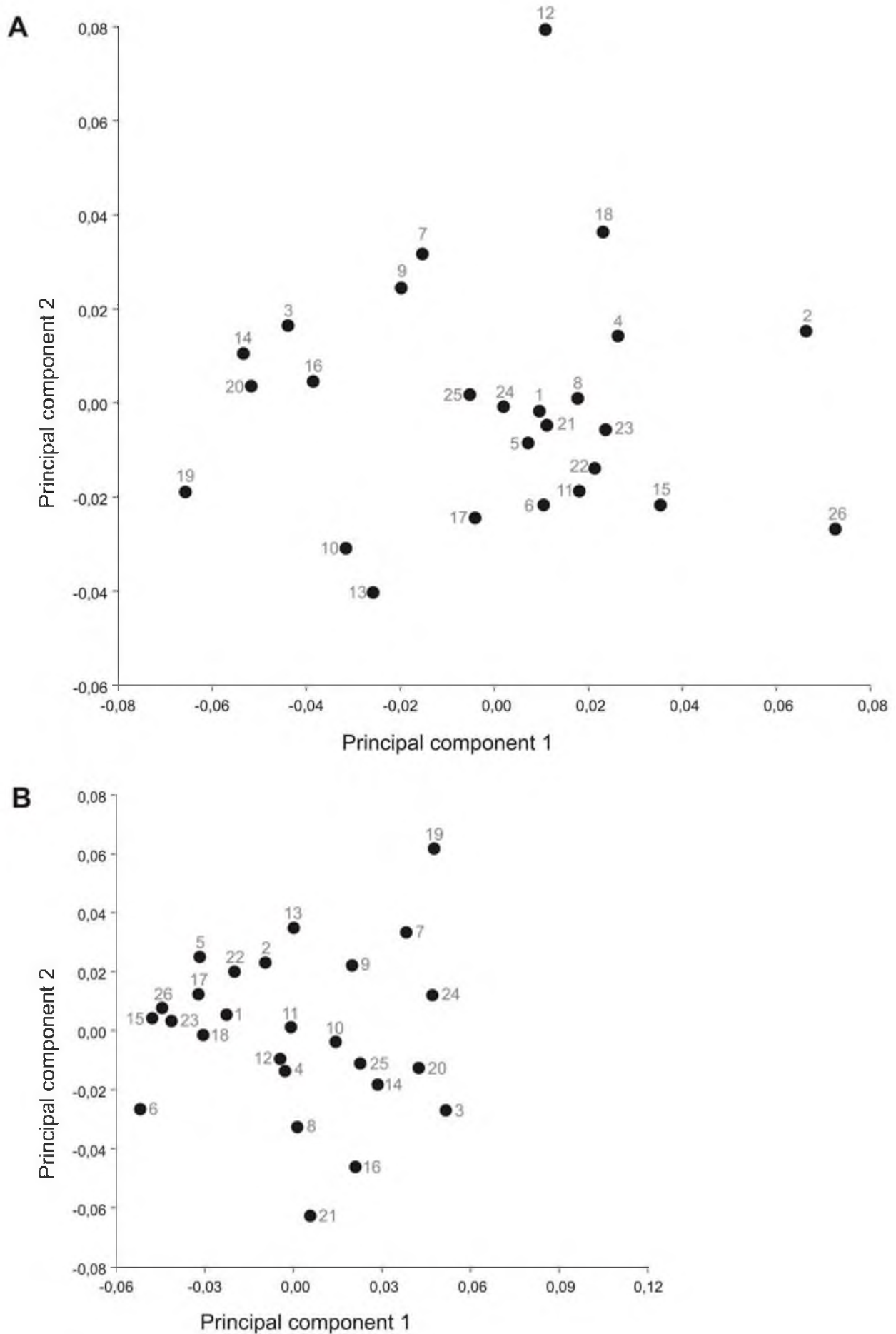


Рис. 4 (А-В). Положение черепов в пространстве первых двух главных компонент по результатам четырех этапов анализа методами геометрической морфометрии

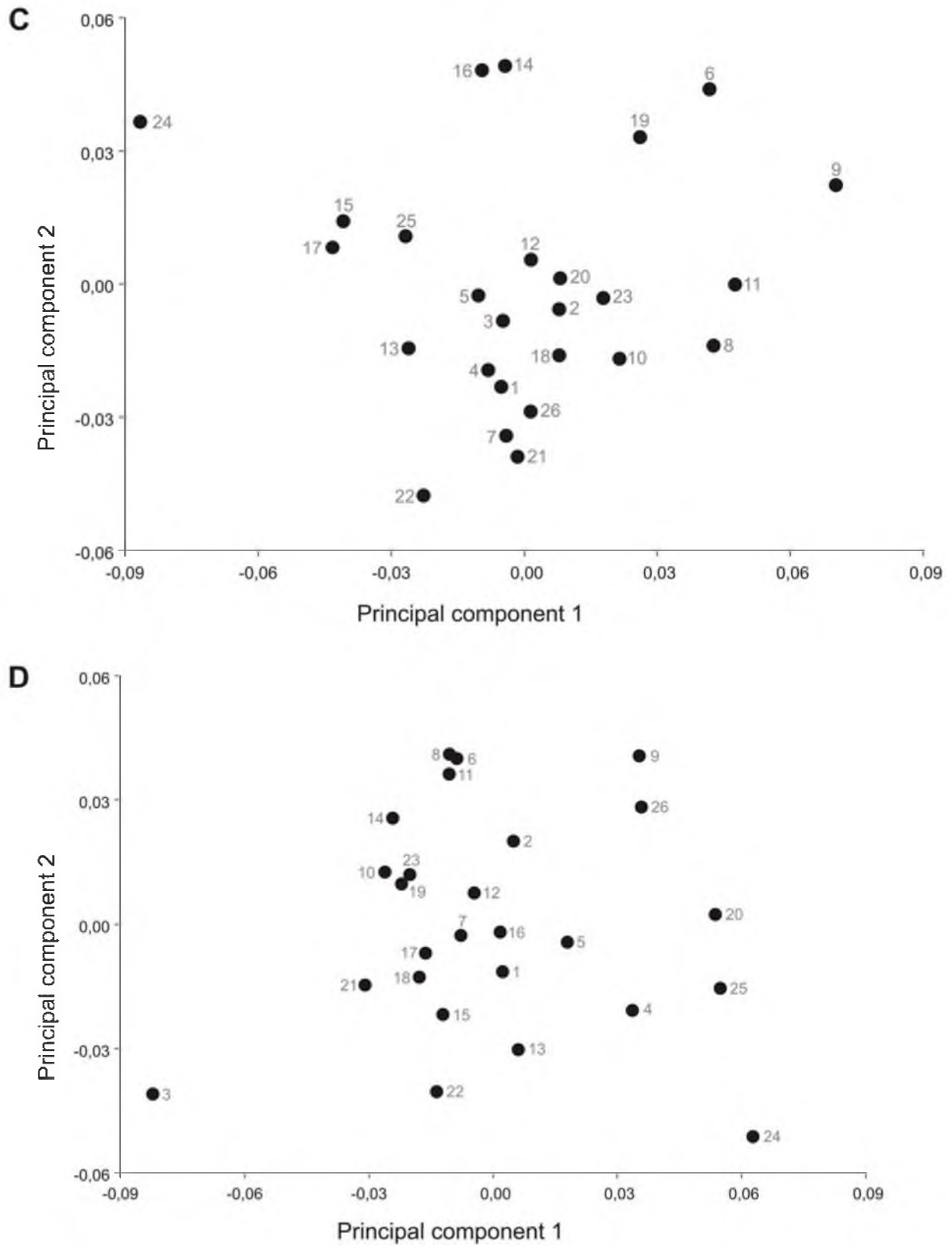


Рис. 4 (С-D). Положение черепов в пространстве первых двух главных компонент по результатам четырех этапов анализа методами геометрической морфометрии



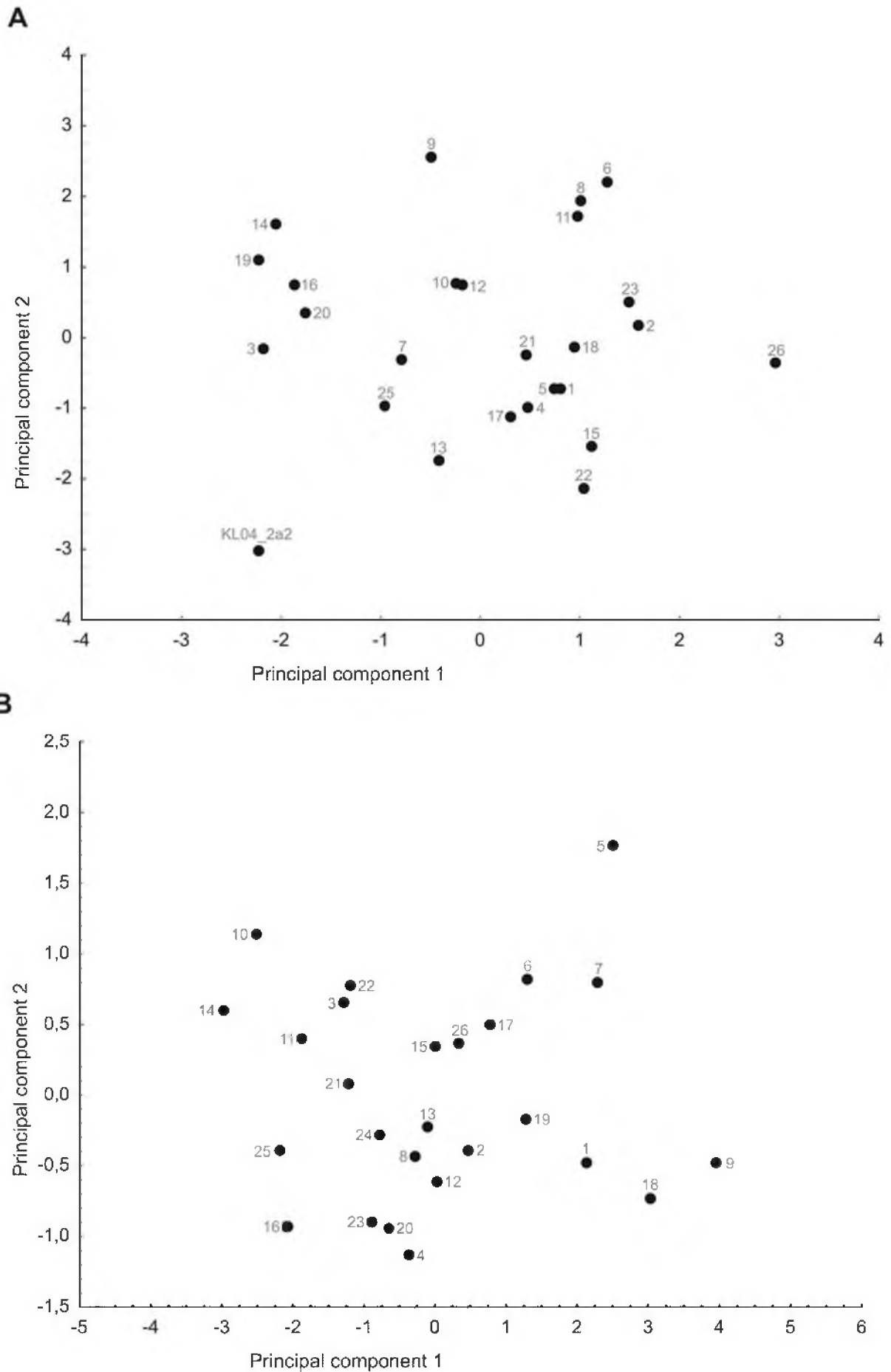


Рис. 5. Положение черепов в пространстве первых двух главных компонент по результатам интеграции данных четырех этапов анализа методами геометрической морфометрии

сохранить в фондах МАЭ РАН [подробнее см.: Казарницкий, 2012]. Повторение анализа стандартных краниометрических данных для более многочисленной серии из 60 мужских черепов привело к следующим результатам (рис. 6). В ГК 1 представлено непрерывное уменьшение продольного диаметра, верхней высоты лица, верхней и средней ширины лица, в ГК 2 — увеличение наименьшей ширины лба и поперечного диаметра. Наиболее вариабельны здесь снова линейные признаки, комбинация которых отражает скорее изменчивость общих размеров, чем формы. Распределение координат не отличается значимо от нормального, но в обеих компонентах оно снова слегка асимметрично, так как более крупные черепа по-прежнему встречаются чаще, чем небольшие. Положение исходных 26 черепов в первой компоненте (см. номера на рис. 6) имеет статистически достоверную связь с их расположением на графике предварительного анализа (см. рис. 1). Следовательно, результаты анализа малой выборки корректно отражают основные направления морфологических различий обсуждаемого населения.

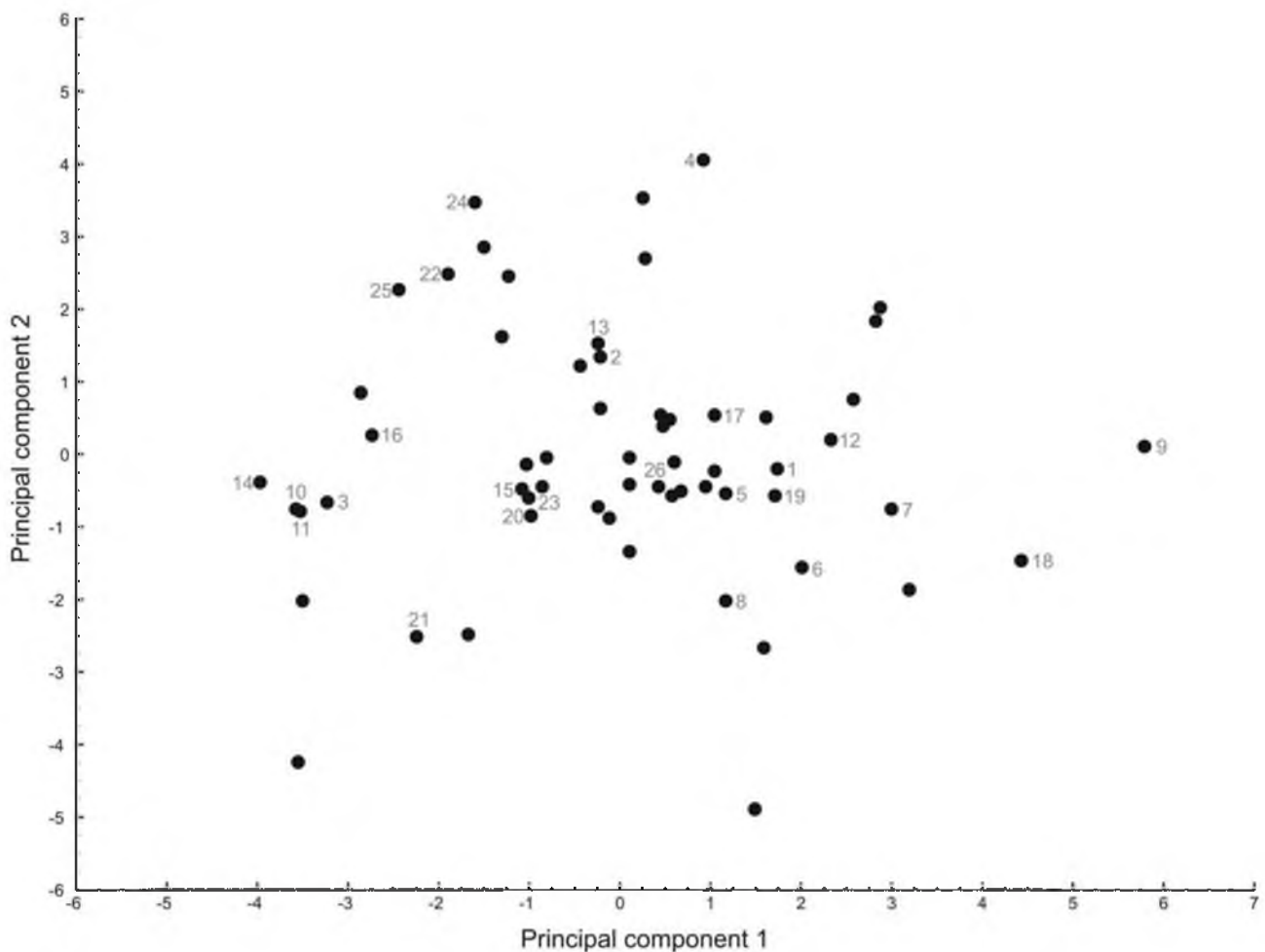


Рис. 6. Положение шестидесяти мужских черепов в пространстве первых двух главных компонент по результатам анализа краниометрических данных (пронумерованы 26 черепов, задействованных в первоначальном варианте анализа)

Итак, внутригрупповой анализ краниологической серии ямной культуры Северо-Западного Прикаспия различными методами — как с учетом фактора размерности, так и без него — не позволяет выделить в ее составе отдельные антропологические компоненты, представленные устойчивыми комбинациями морфологических черт. При всех возможных статистических анализах изменчивость формы характеризуется нормальным распределением координат черепов в наиболее информативных факторах. Лишь распределение самостоятельных показателей размерности и связанных ними форм несколько асимметрично, что свидетельствует о более частой встречаемости крупных черепов. Одним из возможных объяснений этого может быть эпохальная грацилизация

населения, так как время существования ямной культуры в данном регионе насчитывает более тысячи лет [Шишлина 2007] — достаточный срок для проявления подобных микроэволюционных изменений. Также нельзя исключать, что крупные и массивные черепа, вероятно, сохраняются лучше небольших. Однако поиск причин выходит за рамки сугубо краниологического исследования и требует привлечения археологических и палеоэкологических данных.

Сравнение методов геометрической морфометрии с традиционной краниометрической программой демонстрирует, что новый в отечественной традиции подход имеет несомненное достоинство, позволяя анализировать вариации размера и формы независимо друг от друга и определять степень их взаимосвязи. Стандартными краниометрическими методами были выявлены те же тенденции изменчивости, и это в совокупности с более легкой морфологической интерпретацией осей факторного анализа и наличием сравнительных материалов, измеренных по той же стандартизированной программе, позволяет считать измерительные признаки по-прежнему ценными для решения подобных задач. Однако благодаря новой методике получены более убедительные аргументы в пользу морфологической однородности обсуждаемой выборки по показателям изменчивости формы.

#### Библиография

- Алексеева Т.И., Круз С.И. Древнейшее население Восточной Европы // Восточные славяне. Антропология и этническая история. М., 1999. С. 254–278.
- Герасимова М.М. К вопросу о происхождении ямной культуры // Вестник антропологии. 2011. № 19. С. 104–111.
- Дебец Г.Ф., Алексеев В.П. Краниометрия. Методика антропологических исследований. М., 1964.
- Дерябин В.Е. Решение задач обработки антропологических данных с использованием компьютера. М., 2007.
- Казарницкий А.А. Население азово-каспийских степей в эпоху бронзы (антропологический очерк). СПб., 2012.
- Казарницкий А.А. О краниологических особенностях носителей ямной археологической культуры Северо-Западного Прикаспия // Археология, этнография и антропология Евразии. 2014. № 1 (57). С. 142–150.
- Павлинов И.Я., Микешина Н.Г. Принципы и методы геометрической морфометрии // Журнал общей биологии. 2002. Т. 63. № 6. С. 473–493.
- Солодовников К.Н., Рыкун М.П., Ломан В.Г. Краниологические материалы эпохи бронзы Казахстана // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2013. № 3 (22). С. 113–131.
- Хохлов А.А. О краниологических особенностях населения ямной культуры Северо-Западного Прикаспия // Вестник Антропологии. 2006. №14. С. 136–146.
- Шевченко А.В. Антропологическая характеристика населения Калмыкии в эпоху бронзы // Вопросы охраны, классификации и использования археологических памятников. Сообщения. Выпуск VII. М., 1974. С. 199–203.
- Шевченко А.В. Антропология населения южнорусских степей в эпоху бронзы // Антропология современного и древнего населения Европейской части СССР Л.: Наука, 1986. С. 121–215.
- Шишлина Н.И. Северо-Западный Прикаспий в эпоху бронзы (V–III тысячелетия до н.э.). Труды ГИМ. Вып. 165. М., 2007.
- Яблонский Л.Т., Хохлов А.А. Краниология населения ямной культуры Оренбургской области // Bookstein F.L. Morphometric tools for landmark data: geometry and biology. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1991.

**Kazarnitsky A.A.**

*Peter the Great Museum of anthropology  
and ethnography (Kunstkamera) RAS*

#### **Intra-group analysis of Pit-grave culture craniological sample from the Northwestern Precaspian region using craniometric and geometric morphometrics methods**

The article presents results of analysis of male skulls from Pit Grave culture's burials from the Northwestern Precaspian region. Two different methods, namely craniometry and geometric morphometrics were used. The efficiencies of both methods are compared. The results of the analyses reveal homogeneity of the sample in shape and dominance of skulls of large sizes. Existence of the pronounced asymmetry in size requires further studies of archaeological and paleoecological data.