

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ТИПОЛОГИЯ ЛИЦ. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АНАЛИЗА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ В КРАНИОФАЦИАЛЬНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Д.В. Веселкова¹, Н.Н. Гончарова¹, А.С. Абрамов²

¹МГУ имени М.В.Ломоносова, биологический факультет, кафедра антропологии, Москва

²Отдел медико-биологических исследований управления организации
экспертно-криминалистической деятельности ГУК СК России, Москва

Для описания лица человека применяется большое количество методов. Для целей идентификации личности представляется удобным использование схемы, аналогичной конституциональной, однако для лица таких схем практически нет. В ряде схем телосложения для выделяемых типов приводятся в том числе признаки лица. Однако связь между параметрами тела и лица невелика, поэтому имеет смысл рассматривать изменчивость признаков лица отдельно.

Чтобы наилучшим образом учесть существующую изменчивость и отразить непрерывность вариации признаков лица, мы использовали подход, сформулированный В.Е. Дерябиным. Он заключается в первоочередном выявлении закономерностей изменчивости и последующем создании конституциональной схемы с помощью методов многомерного анализа. Мы применили данный подход к созданию типологической схемы лиц на основе измерений, сделанных по фотографиям, так как работа с фотоматериалом является важной частью деятельности судебных экспертов.

В исследовании использовались паспортные и антропологические фото анфас 680 индивидов. Измерения производились в программе «Барс Поиск» по габитоскопической методике и включали 8 параметров лица. Статистическая обработка данных и построение типологии с помощью метода главных компонент были выполнены в программе «Statistica 8».

По результатам корреляционного анализа выделились две группы размеров, связи внутри которых выше, чем между этими группами. Однако даже внутри групп уровень корреляции признаков средний или низкий. Сравнение корреляционных матриц, полученных при измерении фотографий, с литературными данными показало, что степень связи признаков, измеренных по фотографии, выше, чем измеренных на лице живого человека, и сопоставима со степенью связи признаков лицевого отдела черепа. Это предполагает аналогичные закономерности изменчивости признаков на черепе и возможность сопоставления изображений лица и черепа в рамках разработанной типологии.

По результатам компонентного анализа выделены три главные компоненты, которые суммарно описывают 68,2% и 69,1% изменчивости для мужчин и женщин соответственно. Первая главная компонента учитывает тотальные размеры лица, разделяя всю выборку по координате микро-/макросомии, вторая – высотно-широтные пропорции лица, третья – соотношение размеров рта и носа, т.е. центральную часть лица. Построенная в координатах второй и третьей главных компонент типологическая схема отражает изменчивость как общей формы лица, так и его центральной части.

Невысокие корреляционные связи между признаками лица предполагают существование большого количества их сочетаний. Использованный для построения типологии подход позволяет учесть их и объективно описать наблюдаемые закономерности изменчивости. Полученная типология легко формализуется, что позволит объективизировать описание лица человека на основе имеющегося набора признаков.

Ключевые слова: антропология, морфология, типология лиц, главные компоненты, краниофациальная идентификация, корреляционный анализ

Введение

В современной отечественной антропологии получил широкое распространение популяционный подход к описанию изменчивости объекта. Действительно, такой подход оправдан для поиска групповых характеристик. Однако в судебной экспертизе популяционный подход, ориентированный на описание средних характеристик выборки, неэффективен, т.к. перед судебным антропологом стоят принципиально иные задачи. Поэтому разработка типологической схемы, описывающей не только общие закономерности изменчивости, но и определяющей положение индивида в многомерном пространстве, представляет большой интерес. Такая схема может быть применена для идентификации неизвестного объекта, так как позволяет по его координатам в многомерном эллипсе найти наиболее близкие объекты. Типологическое описание лица может найти применение в краниофациальной идентификации.

Полноценная краниофациальная идентификация занимает время, поэтому для проведения этого вида экспертизы важно максимально сузить круг предполагаемых лиц, с которыми затем будет проводиться сравнение. Объектом идентификации в данном случае является череп, изображение которого сопоставляют с изображением лица, т.е. с заведомо неидентичным объектом. Однако с использованием известных из антропологии закономерностей взаимосвязи строения лица и черепа это становится возможным. Этот же факт дает основания полагать, что закономерности изменчивости признаков лица и лицевого отдела черепа будут аналогичны. Конечной целью нашего исследования является создание метода, который позволит быстро отсеять заведомо несоответствующие фотографии лиц на основании только измерения параметров лицевого отдела черепа. Создание типологической схемы лиц – только первый этап работы. Ориентируясь на задачи краниофациальной идентификации, мы использовали для этой цели подход, позволяющий объективизировать описание лица на основе измерений и охватить большую часть существующей изменчивости признаков.

Обзор литературы

Широко известный вид типологий – морфологические конституциональные схемы. При их построении используют два подхода. Традиционный описательный подход заключается в выделении

четко различающихся дискретных вариантов. Такой способ построения типологий обуславливает сходство основных вариантов в разных схемах (схемы Э. Кречмера, К. Сиго, М.В. Черноруцкого, В.В. Бунака, И.Б. Галанта, В.Г. Штефко и А.Д. Островского). Однако дискретные типы охватывают меньшую часть популяции, т.к. большинство людей принадлежит не к «чистым», а к «смешанным» типам. Другой подход учитывает непрерывную изменчивость количественных признаков, используемых при выделении конституциональных типов, и включает более объективные методы, позволяя определить степень приближения индивида к «чистому» типу (схемы В.П. Чтецова, В.Е. Дерябина, У. Шелдона, в том числе в модификации Б. Хит и Л. Картера).

Типологизация также широко применяется при описании лица человека. Чаще всего она сводится к выделению типов лиц по общей форме и пропорциям, а к ним добавляются описания отдельных элементов внешности. Четких схем, аналогичных конституциональным схемам телосложения, немного, в большинстве своем они являются частями схем телосложения и построены на описании дискретно различающихся вариантов.

К. Сиго [цит. по: Дерябин, 2006] выделяет четыре биологических типа конституции людей, различающихся в том числе особенностями строения лица, что обусловлено, по мнению автора, адаптацией к неодинаковым условиям среды.

Респираторный тип характеризуется значительным развитием среднего отдела лица и в высоту, и в ширину; лобный и челюстной отделы развиты при этом незначительно, они невысокие и узкие; лицо имеет ромбовидную форму; крупный, сильно выступающий вперед нос, часто с выпуклым профилем спинки.

Для дигестивного типа характерно сильное развитие нижней зоны лица: углы нижней челюсти развернуты, выдаются в стороны, нижнечелюстной диаметр больше скулового; лицо имеет форму усеченного конуса; большое расстояние между основанием носа и подбородком; узкий и низкий лоб, маленькие глаза, часто – с толстыми веками; маленький, слабо выступающий вперед нос; большой рот, толстые губы, крупный и сильно выступающий вперед подбородок.

У мускулярного типа все три зоны лица по высоте и ширине примерно одинаковы, лоб, нос и рот умеренных размеров; форма лица прямоугольная или квадратная.

Люди с церебральным типом конституции имеют тонкое лицо с небольшими размерами; верхняя часть лица очень большая, с широким и

высоким лбом; нос средней величины; рот и губы небольшие; лицо кажется треугольным.

Данная схема критикуется за умозрительность, т.к. не доказано, что выделенные комплексы признаков являются адаптацией к комплексам влияний внешней среды [Дерябин, 2006].

В конституциональной схеме Штефко-Островского для детей и подростков также учитываются признаки лица [Штефко, Островский, 1929]. У индивидов с торакальным типом сильно развита средняя часть лица, имеющая значительные высотные и широтные размеры при меньшей величине челюстного отдела. Дети с дигестивным типом характеризуются наибольшим относительным развитием нижнего отдела лица, большим расстоянием между основанием носа и подбородком, крупным ртом; лицо в целом имеет форму усеченной пирамиды. У детей с мышечным типом все три отдела лица одинаково развиты по высоте и ширине, форма лица – квадратная или округлая. Для детей с абдоминальным типом телосложения упоминаются округлая форма лица и сильное развитие нижнего отдела.

Форма головы учитывается также в конституциональной схеме Э. Кречмера [Кречмер, 1995], содержащей три типа: астенический, атлетический и пикнический. Лицо астеников длинное и узкое, за счет своей узости кажется более длинным, чем на самом деле; характерно сочетание длинного узкого выступающего носа и маленькой нижней челюсти, что особенно заметно в профиль («угловой профиль»); форма лица анфас – укороченно яйцевидная или щитовидная со слабо развитыми углами нижней челюсти; высокая средняя часть лица. В женских лицах эти признаки выражены в меньшей степени, лица кажутся уменьшенными и низкими, чаще встречаются морфологически неточные формы. Для атлетического типа характерно высокое лицо с большой абсолютной шириной; за счет большой высоты средней части и подбородка лицо часто кажется длинным, вытянутым. Форма лица анфас – вытянутая яйцевидная или близкая к пятиугольной, щитовидная. Развит костный рельеф, подбородок может сильно выступать вперед. У атлетических женщин часто наблюдается большая скуловая ширина, из-за чего лицо кажется массивным и широким. Пикники обладают средней высоты лицом с пятиугольной, широкой щитовидной или округлой формой. Нижняя челюсть кажется более широкой, чем на самом деле, за счет ее плоского изгиба и повышенного отложения жира в этой области. Лоб широкий и выпуклый. Нос средней высоты, скорее широкий. У женщин пикнического

типа лицо круглое, может быть небольшим. Автор считает пропорции лиц данного типа наиболее гармоничными.

Приводятся признаки лица и в женской конституциональной схеме И.Б. Галанта [Галант, 1927]. У женщин астенического типа лицо узкое, удлиненное, с угловым профилем, образующимся за счет слабого развития челюстного отдела. Стенопластический тип отличается также узким лицом, но гармоничного облика, не имеющим углового профиля. Представительницы мезопластического типа, согласно схеме, имеют лицо широкое и угловатое, с сильно развитыми скулами. Для женщин пикнического типа характерно правильное округлое лицо. Среди мегалосомных типов только для атлетического упоминается массивная нижняя челюсть.

П. Матес выделяет два полярных варианта телосложения женщин в соответствии с эволюционным принципом [Матес, 1927]. Для них в том числе указываются некоторые признаки лица: для формы прошедшего – округлая форма лица с низким лбом и не очень сильно развитой нижней челюстью; для формы будущего – высокий лоб, сильно выступающий крупный нос, развитый подбородок. Также выделяется среднее состояние. Однако применение эволюционного принципа к описанию внутригрупповой изменчивости современного человека выглядит необоснованным и может быть интерпретировано ложно.

В схеме Ф. Вейденрейха учитывается продольно-поперечное развитие головы и лица: лептосомности соответствует лептопрозопность (узкое и вытянутое лицо), а эуризомности – эурипрозопность (широкое и невысокое лицо) [Вейденрейх, 1929].

Среди координатных схем параметры головы и лица учитываются в схеме телосложения У. Шелдона [цит. по: Бахолдина, Негашева, 2014]. Для трех координат телосложения указывается изменение общей формы головы и лица: эндоморфии соответствует округлая форма головы и лица, мезоморфии – кубическая, а эктоморфии – удлиненная.

Своеобразный учет строения лица происходит в схеме Р. Кнуссмана. Для описания лептопикноморфного ряда используются в числе прочих признаков морфологический лицевой указатель и угол наклона основания нижней челюсти [цит. по: Дерябин, 2006].

Однако доказано, что связь между параметрами тела и лица невысока, поэтому имеет смысл рассматривать изменчивость признаков лица отдельно [Дерябин, 2006].

Объективно выделить типы конституции можно с помощью так называемого апостериорного подхода, сформулированного В.Е. Дерябиным [Дерябин, 1986, 2008] и реализованного в разработанной им конституциональной схеме телосложения. Данный подход предполагает построение схемы на основе зафиксированного масштаба изменчивости, с учетом ее закономерностей и с использованием аппарата многомерной математической статистики. Для построения морфологической типологии строения лица он был впервые применен М.А. Негашевой [Negascheva, 2000].

В этой работе непосредственно типы лиц были выделены по результатам компонентного анализа набора из семи признаков, наиболее информативно описывающих особенности лица: высота лба, высота носа, высота верхней губы, высота нижнечелюстного отдела; лобный, скуловой и нижнечелюстной диаметры. Первая главная компонента отражает изменение абсолютных размеров лица и выделяет на полюсах микро- и макропрозопные варианты. Вторая главная компонента у мужчин и третья главная компонента у женщин характеризуют формы лица: на одном полюсе оказался висцеральный тип с массивным челюстным отделом, но относительно меньшим мозговым, на другом – противоположный ему церебральный тип с развитым мозговым и относительно грацильным челюстным отделами.

Таким образом целью нашей работы стало построение типологии лиц с применением апостериорного подхода В.Е. Дерябина, так как он предполагает описание непрерывной изменчивости, позволяет определить координаты каждого индивида в многомерном пространстве признаков и выделить группы индивидов со схожими характеристиками. Поскольку кранио-фациальная идентификация чаще всего проводится по фотоматериалу, типология лиц была разработана на основе измерений, сделанных по фотографиям.

Материалы и методы

В работе использованы фотографии анфас из следующих источников:

- следственные и паспортные фото (453) из базы данных МВД, предоставленные ООО «БАРС Интернешнл»;
- антропологические фотографии из коллекций кафедры антропологии и лаборатории реконструкции Института этнологии и антропологии РАН (227).

Таблица 1. Половозрастное распределение индивидов в исследуемой выборке

Возраст	Мужчины	Женщины
16–25 лет	444	106
26–45 лет	108	22
Всего	552	128

Поскольку основной объем выборки составляют фото из базы данных МВД, разнесенные в две возрастные группы, оставшаяся часть фотографий делилась по этому же принципу. Границы интервалов выбраны в соответствии с ранее установленным возрастом смены общегражданского паспорта. Общее количество индивидов в выборке 680, количество индивидов по группам представлено в таблице 1.

Поскольку нашей целью было создание универсальной типологии, в дальнейших исследованиях выборка не разделялась на возрастные группы.

Измерения проводились в программе «Барс Поиск 4.1», в модуле «Барс Эксперт 1.1». Статистическая обработка данных выполнена в программе «Statistica 8».

Программа «Барс Поиск» предназначена для поиска в заданной пользователем базе данных тех фотографий, которые наиболее близки по параметрам к исследуемому изображению. Алгоритм антропометрического сравнения использует 18 точек и 8 размеров лица. Антропометрические точки и размеры, задействованные в программе (табл. 2, 3, рис. 1), взяты из методики А.М. Зинина [Зинин, 2006], которая часто называется габитоскопической. В ее основе лежит классическая антропометрическая методика измерений В.В. Бунака [Бунак, 1941], адаптированная к портретной экспертизе, т.е. к расстановке точек на фотографии.

Все размеры выводятся в отношении к межзрачковой ширине ($4_2 - 4_3$). Это сделано с целью избавиться от размерности. На фотографиях, как правило, нет масштабирующих элементов и, как следствие, нет возможности перейти к абсолютным величинам. В таком случае использование относительных размеров позволяет анализировать любые изображения, программа становится более универсальной. Межзрачковое расстояние легко размечается на фотографии, что делает его подходящей единицей форматирования.

Таблица 2. Точки, используемые в программе «Барс Поиск»

Наименование точек	Место размещения точек на изображении
0 (0 ₁) – Надкозелковые	Точки, находящиеся на границе козелка и начального завитка
4 (4 ₁) – Внутренние глазные (углы глаз)	Точки слияния внутреннего края верхнего и нижнего века в области переносья
4 ₂ (4 ₃) – Зрачки глаз	Центральные точки зрачков глаз
5 (5 ₁) – Наружные глазные (углы глаз)	Точки слияния внутренних краев верхнего и нижнего века в области висков
5 ₂ – Наружноглазная вспомогательная	Точка в области переносья, находящаяся на пересечении срединной вертикальной линии с горизонтальной, проходящей через точки 5 и 5 ₁
6 ₁ (6 ₂) – Нижненокосовые	Крайние точки крыльев носа, находящиеся на пересечении касательных вертикалей к крыльям носа с линией, соединяющей нижние точки слияния крыльев носа с верхней губой
6 – Нижненокосовая вспомогательная	Точка пересечения срединной вертикали с линией, соединяющей точки 6 ₁ и 6 ₂
8 ₁ (8 ₂) – Верхнегубные	Наиболее выступающие точки верхней линии каймы верхней губы
9 – Ротовая	Точка на срединной вертикали, разделяющая каймы верхней и нижней губ
10 – Нижнегубная	Наиболее опущенная вниз точка линии каймы нижней губы
11 (11 ₁) – Крайнегубные (углы рта)	Крайние точки видимой части каемок губ
14 – Подподбородочная	Наиболее низко расположенная (под костной частью) точка на контуре подбородка

Таблица 3. Размеры, используемые в программе «Барс Поиск»

Габитоскопические размеры	Используемые точки
Высота лица	$(5_2-14)/(4_2-4_3)$
Ширина лица	$(0-0_1)/(4_2-4_3)$
Ширина глазной щели	$(5-4)/(4_2-4_3)$
Ширина носа	$(6_1-6_2)/(4_2-4_3)$
Ширина рта	$(11-11_1)/(4_2-4_3)$
Высота носа	$(5_2-6)/(4_2-4_3)$
Высота рта*	$(5_2-9)/(4_2-4_3)$
Толщина губ	$((8+8_1)/2-10)/(4_2-4_3)$

Примечания. * – расстояние между наружноглазной вспомогательной точкой и линией смыкания губ, тесно скоррелировано с размером «верхняя высота лица», в дальнейшем – высота положения рта

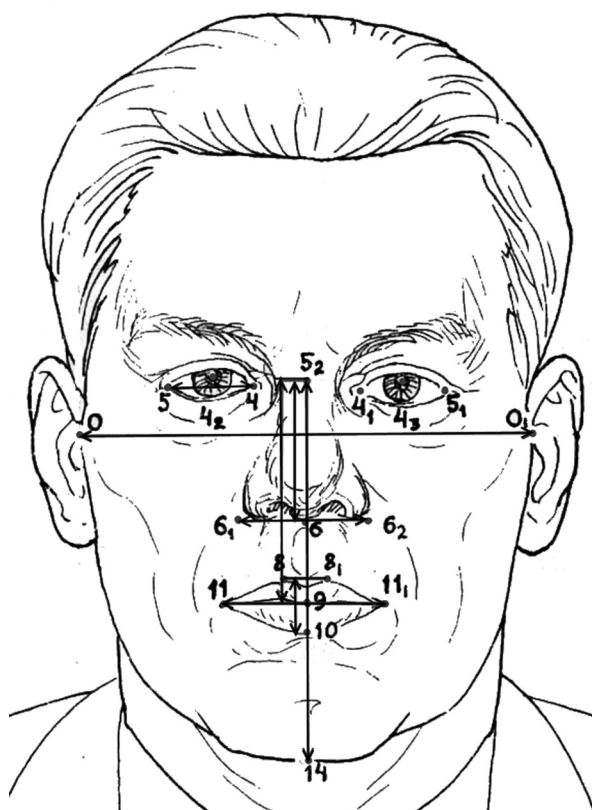


Рис. 1. Размеры, используемые в программе «Барс Поиск»

Результаты

Изучение корреляций между признаками лица в исследуемой выборке и сравнение их с литературными данными

На первом этапе был проведен анализ корреляционных связей. Получаемые в результате корреляционные матрицы не зависят от размерности признаков, что позволяет сравнивать матрицы из разных источников, в частности, проводить сравнение с литературными данными.

Сравнение коэффициентов корреляции показывает, что таковые для мужчин и женщин достоверно различаются лишь в одном случае (корреляция между высотой губ и шириной глазной щели), что дает основание в дальнейшем использовать значения коэффициентов корреляции для обобщенной выборки (табл. 4).

Наблюдаемые уровни корреляции между изменчивыми признаками соответствуют общим тенденциям изменчивости признаков лица: в большей степени связаны между собой высотные размеры, аналогичным образом – широтные. Особняком стоит ширина глазной щели: уровень корреляции с остальными признаками низкий, коэффициенты корреляции не превышают 0,25.

Чтобы проверить, насколько полученная нами корреляционная матрица соответствует данным классической антропологии, мы сравнили ее с усредненной внутригрупповой корреляционной матрицей расоводиагностических антропометрических признаков В.Е. Дерябина [Дерябин, 1999]. Сравнение проводилось только по размерам, сопоставимым для габитоскопической и антропометрической программ (табл. 5). Интенсивность цвета указывает на величину показателей связи: до 0,3 – низкая степень связи, 0,3–0,7 – средняя степень связи, более 0,7 – высокая степень связи. Выше диагонали расположены данные В.Е. Дерябина, ниже – наши.

Аналогичное сравнение было проведено со стандартной корреляционной матрицей для краниометрических признаков С.Г. Ефимовой [Ефимова, 1991]. Целью данного сравнения было выяснить, каковы различия в степени связи признаков лица и лицевого отдела черепа (табл. 6). Выше диагонали расположены данные С.Г. Ефимовой, ниже – наши.

Корреляционный анализ показал, что уровень корреляции габитоскопических признаков сопоставим с показателями связи стандартной краниометрической матрицы и в большинстве случаев выше, чем в стандартной антропометрической матрице В.Е. Дерябина. Тенденции изменчивости при этом одинаковы во всех случаях. Очевид-

но, повышение уровней связи признаков объясняется более однозначной расстановкой точек на изображении лица. При этом непосредственное измерение лица человека характеризуется появлением случайных флуктуаций размеров, связанных с мягкими тканями лица.

Типология лиц по результатам многомерного анализа

Для выявления основных закономерностей изменчивости лиц был применен компонентный анализ в соответствии с подходом В.Е. Дерябина [Дерябин, 1986, 2008]. Результаты анализа отражены в таблицах 7, 8 и на рисунках 2–5. Результаты компонентного анализа для мужчин и женщин очень схожи. Большую долю изменчивости (почти 80%) описывают первые четыре главные компоненты. Среди них максимальную нагрузку, как и предполагается, несет первая главная компонента, а три остальных берут на себя примерно равный процент изменчивости.

Первая главная компонента в обоих случаях описывает общую тенденцию к макро-/микропрозопии, причем наиболее значимыми являются высотные размеры: морфологическая высота лица, высота положения рта, высота носа. Поэтому, например, индивиды с наибольшими значениями первого фактора имеют не просто крупные, но вытянутые лица с большой высотой отдельных элементов, тогда как при малых значениях первого фактора высота элементов лица и лица в целом заметно меньше даже при большой его ширине (рис. 2).

Интересные результаты дают *вторая и третья главные компоненты*. По сути, они описывают центральную часть лица – соотношение размеров губ и носа с учетом высоты расположения рта (аналог верхней высоты лица). У мужчин также играет роль ширина лица. Показанные в корреляционном анализе связи между отдельными параметрами лица нашли свое отражение и в компонентном анализе. На рисунке 3, демонстрирующем распределение признаков в координатах второй и третьей главных компонент, прослеживается объединение в одну группу высотных размеров, в другую – широтных. Единственным исключением стала ширина глазной щели. У мужчин она оказалась, пусть и незначительно, ближе к высотным размерам.

В мужской выборке по *второй главной компоненте* на одном полюсе оказываются индивиды с широким в целом лицом, широкими носом и губами, но небольшой верхней высотой лица и,

Таблица 4. Корреляционная матрица признаков лица для обобщенной выборки

Признаки лица	Высота лица	Ширина лица	Ширина глазной щели	Ширина носа	Ширина губ	Высота носа	Высота положения рта	Толщина губ
Высота лица	1,000	—	—	—	—	—	—	—
Ширина лица	0,425	1,000	—	—	—	—	—	—
Ширина глазной щели	0,191	0,252	1,000	—	—	—	—	—
Ширина носа	0,385	0,312	0,098	1,000	—	—	—	—
Ширина губ	0,297	0,333	0,169	0,415	1,000	—	—	—
Высота носа	0,502	0,266	0,234	0,231	0,285	1,000	—	—
Высота положения рта	0,779	0,324	0,245	0,350	0,332	0,780	1,000	—
Толщина губ	0,401	0,094	0,126	0,191	0,140	0,093	0,317	1,000

Таблица 5. Сопоставление корреляционной матрицы обобщенной выборки с антропометрической корреляционной матрицей В.Е. Дерябина

	Высота лица	Ширина лица	Высота носа	Ширина носа	Ширина губ	Толщина губ
Высота лица	1,000	0,254	0,569	0,071	0,104	0,221
Ширина лица	0,425*	1,000	0,161	0,236	0,207	0,026
Высота носа	0,502	0,266*	1,000	0,118	0,080	0,011
Ширина носа	0,385*	0,312	0,231*	1,000	0,250	-0,035
Ширина губ	0,297*	0,333*	0,285*	0,415*	1,000	0,041
Толщина губ	0,401*	0,094	0,191*	0,140*	0,093	1,000

Примечания. * – коэффициенты, достоверно отличающиеся от коэффициентов корреляционной матрицы Дерябина ($p < 0,05$)

Таблица 6. Сопоставление корреляционной матрицы обобщенной выборки со стандартной краниометрической корреляционной матрицей С.Г. Ефимовой

Признаки лица	Ширина лица	Высота положения рта	Высота носа	Ширина носа	Ширина глазной щели
Ширина лица	1,000	0,363	0,392	0,267	0,448
Высота положения рта	0,324	1,000	0,726	0,083	0,393
Высота носа	0,266*	0,780*	1,000	0,184	0,313
Ширина носа	0,312	0,350*	0,231	1,000	0,261
Ширина глазной щели	0,252*	0,245*	0,234*	0,098*	1,000

Примечания. * – коэффициенты, достоверно отличающиеся от коэффициентов корреляционной матрицы Ефимовой ($p < 0,05$)

Таблица 7. Результаты компонентного анализа признаков лица в мужской выборке (N=494)

Признак	ГК 1	ГК 2	ГК 3	ГК 4
Высота лица	0,828	-0,205	0,131	-0,108
Ширина лица	0,643	0,411	-0,127	0,160
Ширина глазной щели	0,414	-0,072	-0,075	0,878
Ширина носа	0,583	0,538	0,150	-0,202
Ширина губ	0,569	0,517	-0,019	-0,045
Высота носа	0,724	-0,375	-0,408	-0,189
Высота положения рта	0,877	-0,353	-0,133	-0,129
Толщина губ	0,396	-0,230	0,858	0,041
Собственные числа	3,385	1,091	0,983	0,905
Доля общей изменчивости	0,423	0,136	0,123	0,113

Примечания. Жирным шрифтом выделены нагрузки на признаки больше 0,3.

Таблица 8. Результаты компонентного анализа признаков лица в женской выборке (N=128)

Признак	ГК 1	ГК 2	ГК 3	ГК 4
Высота лица	0,873	-0,278	0,040	0,015
Ширина лица	0,660	0,174	0,100	-0,075
Ширина глазной щели	0,290	0,553	-0,561	0,535
Ширина носа	0,473	0,412	0,536	0,068
Ширина губ	0,498	0,550	0,264	-0,261
Высота носа	0,740	-0,015	-0,469	-0,252
Высота положения рта	0,863	-0,328	-0,180	-0,166
Толщина губ	0,539	-0,386	0,334	0,574
Собственные числа	3,337	1,143	1,047	0,785
Доля общей изменчивости	0,417	0,143	0,131	0,098

Примечания. Жирным шрифтом выделены нагрузки на признаки больше 0,3.

соответственно, небольшой высотой носа; на другом полюсе помещаются индивиды с вытянутым, относительно узким лицом, высоким и узким носом и неширокими губами. По *третьей главной компоненте* в одну сторону выделяются люди с невысоким носом, но толстыми губами, в другую, наоборот, люди с высоким носом и тонкими губами (рис. 4).

Для женщин наблюдаются в целом похожие тенденции, но выделяются они менее однозначно по сравнению с мужчинами. Возможно, это связано с меньшим количеством наблюдений. По *второй главной компоненте* широкие нос и губы сочетаются с небольшой верхней высотой лица и

толщиной губ и, наоборот, с неширокими носом и губами в большей степени связаны большая верхняя высота лица и толщина губ. В отличие от мужчин, ширина лица и высота носа здесь не играют заметной роли, хотя направления изменчивости этих признаков совпадают. По *третьей главной компоненте* также оказываются связаны небольшая высота носа и большая толщина губ, но второй признак играет меньшую роль, зато, в отличие от мужчин, добавляется большая ширина носа; на другом полюсе располагаются индивиды с высоким узким носом и сравнительно тонкими губами (рис. 5).

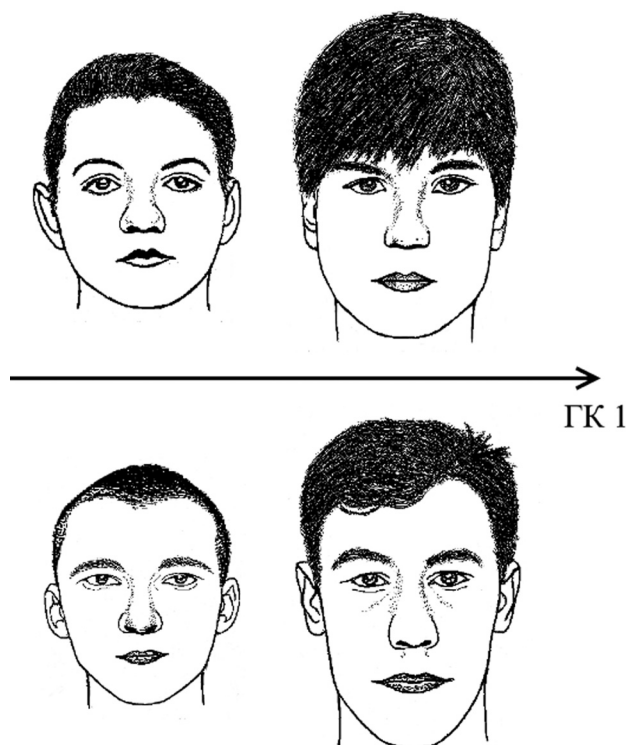


Рис. 2. Изменчивость параметров лица по первой главной компоненте. Рисунки имеют одинаковый масштаб – межзрачковое расстояние

Также мы предполагаем, что менее четкое выделение типов лиц у женщин связано с меньшей нагрузкой на признак «толщина губ», по которому для мужчин мы наблюдаем очевидное разделение. Предположительно, это связано с тем, что у женщин в целом более пухлые «толстые» губы по сравнению с мужчинами. Нельзя также исключать влияние декоративной косметики, однако на снимках с хорошим качеством контур губ можно проследить, несмотря на наличие губной помады, тогда как на маленьких фотографиях с плохим разрешением это не представляется возможным.

Четвертый фактор описывает 11,3% изменчивости в мужской выборке и 9,8% – в женской. У мужчин по этому фактору ведущим признаком оказалась лишь ширина глазной щели, у женщин – ширина глазной щели и толщина губ. Интересно, что ширина глазной щели оказалась у женщин значимым признаком по всем главным компонентам кроме первой. Возможно, это связано с декоративной косметикой, однако на тех немногих фотографиях, где присутствует косметика, углы глаз четко прослеживаются вне зависимости от этого. Проблемы с разметкой чаще возникали из-за того, что ресницы могут закрывать наружный

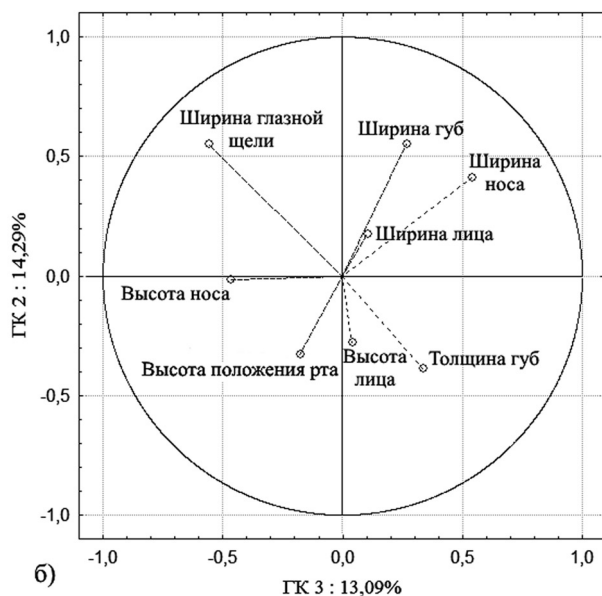
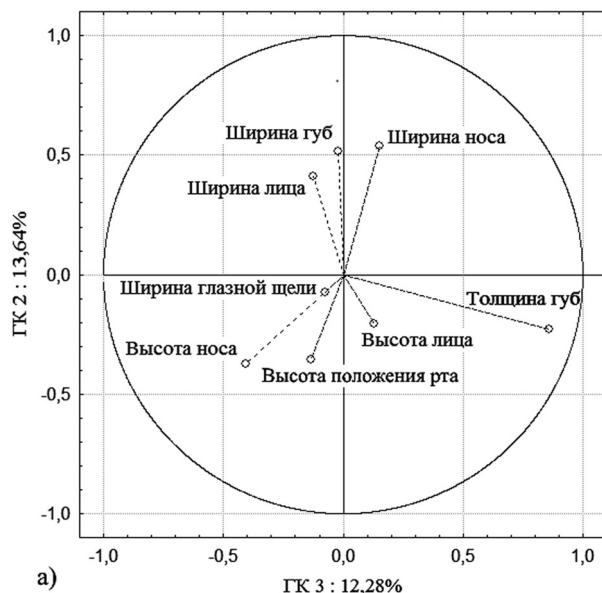


Рис. 3. Графическое представление нагрузок на исходные признаки: а) мужчины; б) женщины

край глаза, но это было характерно в равной мере и для мужских фото. В пользу этого предположения говорит тот факт, что ширина глазной щели является ведущим признаком и для мужчин, но только по четвертому фактору.

Учитывая, что по четвертой главной компоненте наибольшую нагрузку взяли на себя всего один признак у мужчин (ширина глазной щели) и два признака у женщин (ширина глазной щели и толщина губ), мы решили не использовать ее при построении типологии.

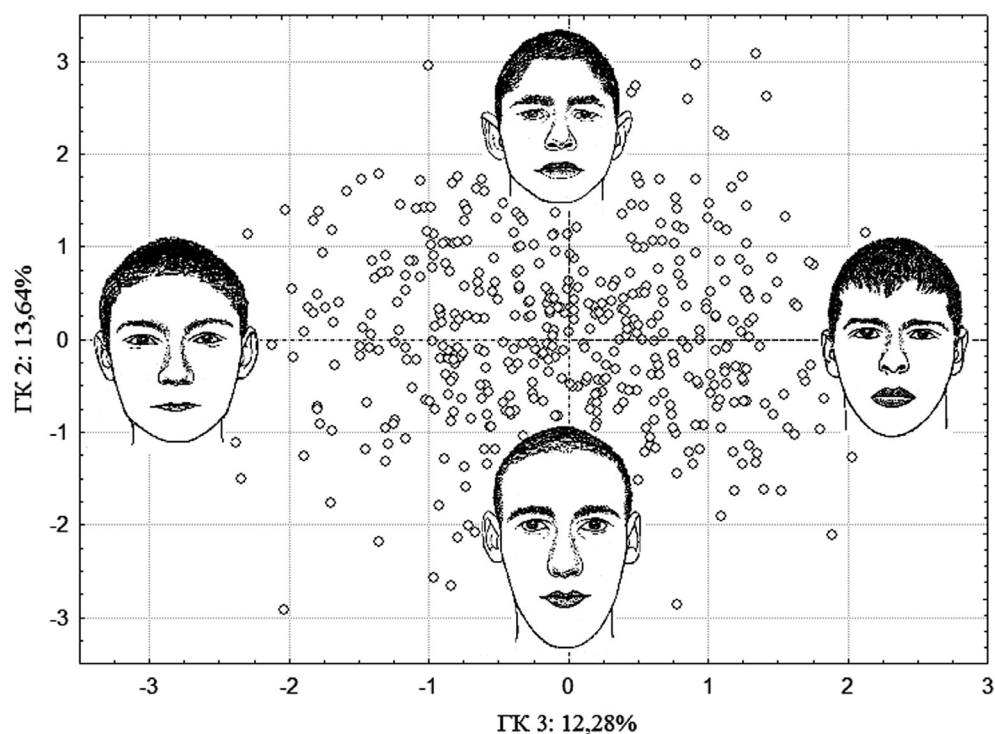


Рис. 4. Распределение индивидов в пространстве второй и третьей главных компонент (мужчины)

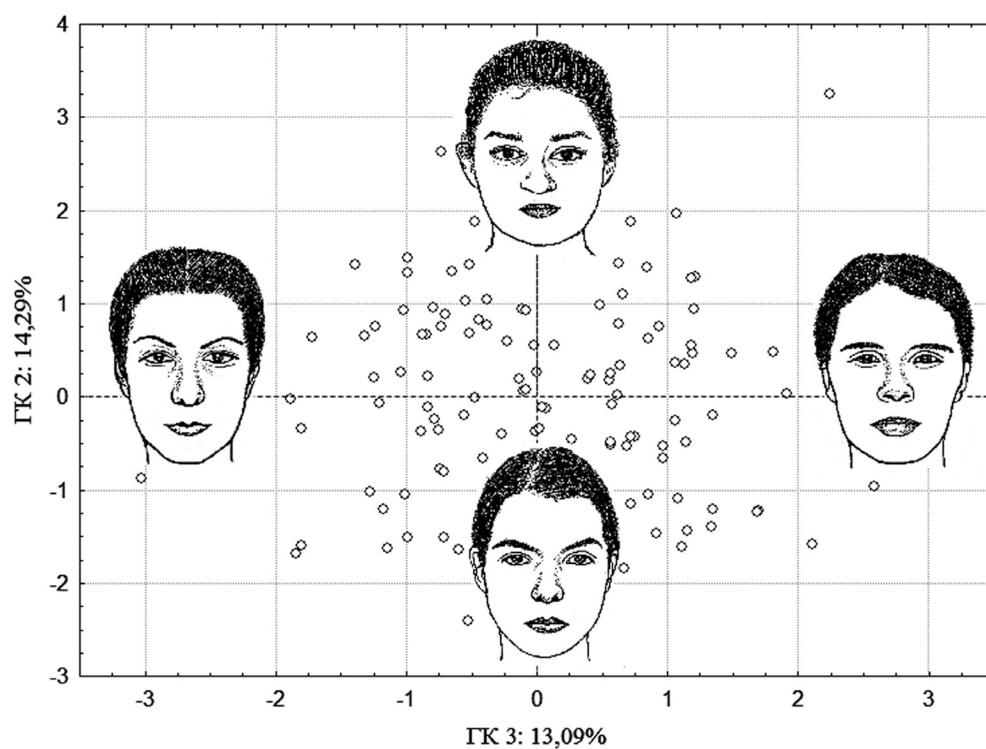


Рис. 5. Распределение индивидов в пространстве второй и третьей главных компонент (женщины)

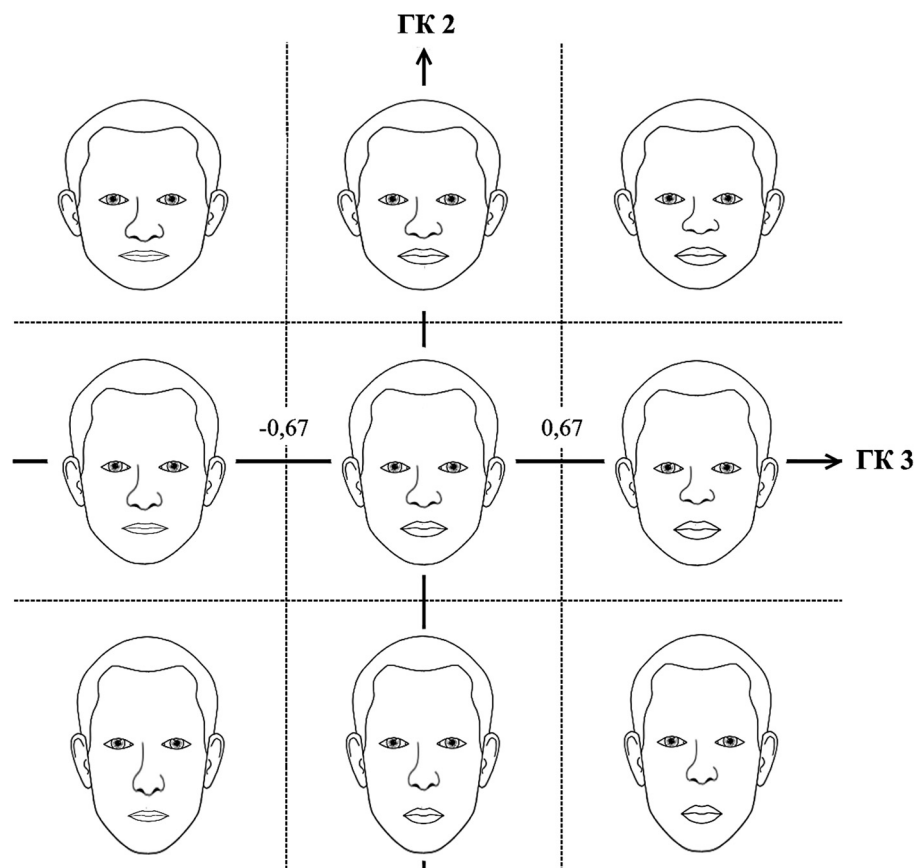


Рис. 6. Типологическая схема строения лица, образованная осями второй (по оси ординат) и третьей (по оси абсцисс) главных компонент

Стоит отметить, что полученные нами результаты компонентного анализа в немалой степени повторяют результаты М.А. Негашевой [Negascheva, 2000], согласно которым первая главная компонента также описывает микро-/макропропорцию, вторая и третья – пропорции лица. Подобное сходство результатов подтверждает универсальность выявленных нами закономерностей. В то же время существуют отличия в наборе измерений, из чего вытекает разница тенденций, описываемых второй и третьей главными компонентами: работе М.А. Негашевой это общая форма лица, в нашей – пропорции центральной части лица. Таким образом, применение одинакового подхода к разным наборам признаков позволяет описать разные аспекты изменчивости лица человека.

Схематично разработанная нами типология лиц представлена на рисунке 6. Положение глаз на всех изображениях лиц одинаково, варьируют соотношение верхней высоты (и опосредованно – высоты) и ширины лица, размеры рта и носа. В каждом ряду фиксированы положение рта и верхней точки носа, изменяются лишь их высота и ширина. Сверху вниз хорошо прослеживается

«вытягивание» лица и носа и уменьшение ширины губ, слева направо – уменьшение носа и увеличение толщины губ при одинаковой верхней высоте лица. В качестве границ типов использованы стандартные границы 0,67 [Дерябин, 1986, 2008].

Вычислить положение индивида в пространстве главных компонент и тем самым точно определить, к какому типу он относится, а также отсеять заведомо отличающихся индивидов, задав нужные границы величин главных компонент, можно, рассчитав оценки главных компонент (они же – индивидуальные значения компонент) на основе набора исходных признаков. Для этого используются следующие уравнения, составленные по методу В.Е. Дерябина [Дерябин, 2008]:

1) для мужчин

$$\begin{aligned}
 y_{1j} &= -0,2280X_{1j} + 0,1919X_{2j} - 0,4712X_{3j} - 0,4180X_{4j} \\
 &+ 0,2811X_{5j} - 0,2865X_{6j} - 0,3439X_{7j} + 0,2410X_{8j} - 41,5500; \\
 y_{2j} &= 0,0997X_{1j} + 0,2159X_{2j} - 0,1443X_{3j} + \\
 &+ 0,6791X_{4j} + 0,4499X_{5j} + 0,2612X_{6j} - 0,2439X_{7j} - \\
 &- 0,2466X_{8j} + 8,2732; \\
 y_{3j} &= 0,0670X_{1j} + 0,0702X_{2j} - 0,1583X_{3j} - 0,2001X_{4j} \\
 &+ 0,0176X_{5j} - 0,2992X_{6j} - 0,0970X_{7j} + 0,9705X_{8j} - 1,1293;
 \end{aligned}$$

2) для женщин

$$y_{1j} = -0,2390X_{1j} - 0,2034X_{2j} - 0,3774X_{3j} - 0,3745X_{4j} - 0,2622X_{5j} - 0,3180X_{6j} - 0,3406X_{7j} - 0,3919X_{8j} - 41,4849;$$

$$y_{2j} = 0,1298X_{1j} + 0,0918X_{2j} + 1,2301X_{3j} + 0,5581X_{4j} + 0,4945X_{5j} - 0,0111X_{6j} - 0,2214X_{7j} - 0,4793X_{8j} + 15,6956;$$

$$y_{3j} = 0,0194X_{1j} + 0,0552X_{2j} - 1,3023X_{3j} + 0,7573X_{4j} + 0,2483X_{5j} - 0,3600X_{6j} - 0,1270X_{7j} + 0,4332X_{8j} - 1,5114,$$

где X_1 – высота лица, X_2 – ширина лица, X_3 – ширина глазной щели, X_4 – ширина носа, X_5 – ширина губ, X_6 – высота носа, X_7 – высота губ, X_8 – толщина губ.

Заключение

Изучение корреляционных матриц признаков и сравнение их с литературными данными показало, что уровень связи между признаками, измеренными на фотографии, выше, чем между аналогичными признаками, измеренными на живом лице, и сопоставим с таковым для стандартных корреляций краниологических признаков. Этот факт позволяет надеяться, что исследования закономерностей изменчивости признаков лицевого отдела черепа, проведенные аналогичным образом, дадут сходные результаты.

Применение метода главных компонент для описания взаимной изменчивости признаков лица позволяет выделить три координаты, суммарно описывающие чуть менее 70% общей изменчивости. С помощью уравнений, полученных с применением метода главных компонент, можно объективно определить положение индивида в многомерном пространстве и найти наиболее близкие по параметрам изображения в заданной базе данных. Первая компонента разделяет выборку по признаку макро-/микросомии, причем ведущую роль играют высотные размеры. Типологическая схема в координатах второй и третьей главных компонент наглядно показывает направления соотносительной изменчивости признаков центральной части лица.

Благодарности

Авторы статьи признательны ООО «Барс Интернешнл», Елизавете Валентиновне Веселовской и Надежде Ивановне Павловой за любезно предоставленные для работы материалы.

Библиография

- Бахолдина В.Ю., Незашева М.А. Эволюция и морфология человека: учебное пособие. М.: Издательство Московского университета, 2014.
- Бунак В.В. Антропометрия. Практический курс. М.: Наркомпресс РСФСР, 1941.
- Вейденрейх Ф. Раса и строение тела. М.: Госизд., 1929.
- Галант И.Б. Новая схема конституциональных типов женщин // Казан. мед. журн., 1927. № 5. С. 547–557.
- Дерябин В.Е. Построение морфологической типологии у мужчин методом главных компонент // Вопросы антропологии, 1986. Вып. 79. С. 3–20.
- Дерябин В.Е. Этническая антропология современных народов Кавказа. Многомерное количественное изучение. М., 1999. Деп. в ВИНТИ. № 253–В99.
- Дерябин В.Е. Курс лекций по общей соматологии. Часть II. М., 2006. Деп. в ВИНТИ. № 1219–В2006.
- Дерябин В.Е. Курс лекций по многомерной биометрии для антропологов. М.: ООО «Петрораш», 2008.
- Ефимова С.Г. Палеоантропология Поволжья и Приуралья. М.: Изд-во МГУ, 1991.
- Зинин А.М. Руководство по портретной экспертизе: учебное пособие. М.: Эксмо, 2006.
- Кремер Э. Строение тела и характер. М.: Педагогика Пресс, 1995.
- Матес П. Конституциональные типы женщин, в частности интерсексуальный тип. Киев: Наука и просвещение, 1927.
- Штефко В.Г., Островский А.Д. Схемы клинической диагностики конституциональных типов. М.: Госмедиздат, 1929.
- Negascheva M.A. Erfahrungen mit dem Aufbau der morphologischen Typologie des Gesichtes // Anthropol. Anz., 2000. Jg. 58. S. 299–308.

Контактная информация:

Веселкова Дарья Владимировна:
e-mail: daria.veselkova@yandex.ru;

Гончарова Наталья Николаевна: e-mail: 1455008@gmail.com;

Абрамов Алексей Сергеевич: e-mail: idenfacs@gmail.com.

A MORPHOLOGICAL TYPOLOGY OF FACES. AN EXPERIENCE OF APPLICATION OF THE PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS IN CRANIOFACIAL IDENTIFICATION

D.V. Veselkova¹, N.N. Goncharova¹, A.S. Abramov²

¹*Department of Anthropology, Faculty of Biology, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow*

²*Department of Biomedical Research, Main Department of Criminalistics, Investigation Committee of Russia, Moscow*

A large number of methods are applied for describing human face. Using a scheme, similar to constitutional schemes, seems convenient for purposes of personal identification; however, there are almost no such schemes for the face. In some constitutional schemes, facial characteristics are included amongst other traits. However, the relationship between parameters of the body and face is low; therefore, it makes sense to consider the variability of the facial characteristics separately.

To take into account existent variability and to reflect the continuity of facial features' variation we used the approach formulated by V.E. Deryabin. It involves prior identification of variability pattern and a subsequent creation of a constitutional scheme using methods of multivariate analysis. We applied this approach to create a typological scheme based on measurements taken from photos, because working with photographic material is an important part of forensic experts' practice.

In this research, we used passport and anthropological full-face photos of 680 individuals in total. The measurements were performed in the «Bars Poisk» program using habitoscopic methodology and included 8 face parameters. Statistical data analysis and development of typology were performed in «Statistica 8» program using the principal component analysis method.

According to the results of correlation analysis, two groups of parameters were distinguished, with higher level of association within than between these groups. However, even within these groups the level of parameters' correlation was intermediate or low. Comparison of correlation matrixes obtained from measurement of photos with the literature data shows that the degree of relationship between features measured on a photo is higher than between features measured on a living human face and is comparable with the degree of relationship between the features of the facial skeleton. This suggests similar pattern of variability of skull features and an opportunity to compare face and skull images within the developed typology.

Results of the component analysis produced three principal components which cumulatively described 68,2% and 69,1% of variability for males and females respectively. The first principal component takes into account total face size, dividing the whole sample within the micro-/macrosomia coordinate; the second principal component accounts for height-width proportions of the face and the third one – for the ratio between the sizes of the mouth and nose, i.e. central part of the face. A typological scheme built in coordinates of the second and third principal components reflects the variability of both general face shape and shape of its central part.

The low correlations between the face features suggest an existence of a large number of their combinations. The approach, which was used for creating the face typology, allows to consider these combinations and objectively describe the observed pattern of variability. The resulting typology is easily formalized, which allows to objectify human face description based on a set of measurements.

Keywords: *anthropology, morphology, face typology, principal components, craniofacial identification, correlation analysis*