

Гончарова Н.Н., Кастро Степанова А.А.

*МГУ имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра антропологии,  
Ленинские горы, д. 1, стр. 12. Москва, 119234, Россия*

## О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНТРОПОЛОГИЧЕСКОЙ ФОТОГРАФИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЛИЦЕВЫХ РАЗМЕРОВ. МЕТОДИЧЕСКАЯ СТАТЬЯ

**Введение.** В работе рассматривается возможность использования регрессионных уравнений для сравнения данных, полученные прямым измерением человека в полевых условиях и измерений, выполненных по антропологическим фотографиям.

**Материалы и методы.** Проанализированы три выборки – население центрального Чили (175 мужчин и 55 женщин), коренное население Алтая (38 мужчин и 67 женщин) и русские Алтая (52 мужчин и 42 женщины). Сбор материала проходил в два этапа: работа непосредственно с испытуемым и работа с фотографиями. Измерения параметров головы и лица испытуемых в полевых условиях в обоих случаях проводились по классической методике В.В. Бунака, принятой в российской антропометрической школе. Фотографирование в фас и в профиль производилось с учетом рекомендаций по производству антропологической фотографии. Далее по фотографиям рассчитывались размеры в пикселях, и переводились в мм с помощью одного показателя, который был измерен как в полевых условиях, так и по фотографии (расстояние между клыками для чилийской выборки, и ширина носа для алтайских).

**Результаты.** Было проведено сравнение размеров, полученных в полевых условиях, с их аналогами, полученные по фотографиям. По этим размерам получены уравнения регрессии, позволяющие максимально точно перевести размеры, полученные по фотографиям, в реальные размеры. Установлено, что в том случае, если толщина мягких тканей над костной основой незначительна или размер не зависит от костной основы, разница в измерениях на испытуемом и по фотографии входит в границы допустимых расхождений между исследователями. При этом работоспособность уравнений будет зависеть от масштаба элемента, используемого для перерасчета – чем он больше, тем меньше погрешность. На трех выборках получены регрессионные уравнения, позволяющие сопоставлять линейные размеры, полученные при анализе фотоизображений с размерами, полученными в полевых условиях. Однако нужно подчеркнуть, что следует использовать только средние значения, полученные с помощью уравнений регрессии, поскольку таким образом нивелируется индивидуальная изменчивость.

**Ключевые слова:** антропологическая фотография; линейные размеры; кефалометрия; коренные народы Алтая; население Чили

## Введение

Вместе с развитием технологий в быстро меняющемся мире, появляются и новые способы получения информации, в том числе и антропологической. Развиваются методики измерений линейных размеров лица по 2D фотографиям и анализу 3D изображений, полученных лазерными сканнерами, томографиями, стереофотограмметрией; ультразвуковыми, электромагнетическими и электромеханическими дигитайзерами. Особенно активно такие направления исследований используются среди медиков, генетиков [DiLiberti, Olson, 1991; Allanson et al., 1993], пластических хирургов [Yamada et al., 2002; Zacharopoulos et al., 2016] и челюстно-лицевых хирургов [Guyot et al., 2003; Naini et al., 2017; Villanueva-Bonilla et al., 2018]. Большая часть работ по оценке возможности использования компьютерного анализа 3D изображений показывают их неоспоримую работоспособность и статистически незначительное отличие от измерений, полученных классическим путем [Ghoddousi et al., 2007; Sforza et al., 2012; Villanueva-Bonilla et al., 2018].

Использование компьютеризованных неинвазивных инструментов для трехмерной антропометрии лица несомненно оправданы в клинических исследованиях. Детализированная размерная характеристика мягких тканей пациента получается довольно точной при минимальном времени осмотра человека. Так, например, для того чтобы взять 21 лицевой признак на человеке с синдромом Дауна по классической методике может потребоваться до 30 минут [Allanson et al., 1993], в то время как получение фотоизображений для фотограмметрии занимает всего лишь несколько минут [Shaner et al., 1998]. Классическим антропологам редко приходится иметь в качестве объекта исследования людей с какими-либо медицинскими особенностями, которые замедляли бы среднее время сбора материала. Но классические антропологи зачастую нацелены на качественном измерении наибольшего количества людей за наименьший промежуток времени. В этом плане может показаться перспективным сбор материала с помощью приборов получения 3D изображений и их последующий анализ, кото-

рые, несомненно, укорачивают непосредственное время работы с испытуемым. Однако в этом способе сбора информации есть и свои минусы. Во-первых, это повышенная стоимость инструментов. Во-вторых, это невозможность в ряде случаев брать с собой дорогостоящие и довольно хрупкие инструменты на длительные полевые экспедиции, например, при этнических исследованиях, где временами в местах сбора материала нет даже электричества. В-третьих, это обратная сторона – невозможность посещения испытуемыми центра, где находится прибор для сбора материала. И самое главное, – пока отсутствует возможность сравнения новых полученных данных с большими базами архивных данных, полученных при классических антропометрических исследованиях.

Антропологи, медицинские генетики, врачи и другие специалисты, использующие измерительные характеристики в диагностических или классификационных целях, должны учитывать, что данные, полученные разными учеными с использованием разных методик – даже при использовании одинаковых приборов – могут быть несопоставимы. Это тем более верно, если не только методика, но и весь способ сбора материала различается. Можно ли тогда позволить себе сравнивать данные, полученные разными методами? Для этого существуют способы корректировки данных, полученных разными авторами и по разным методикам. Один из таких способов состоит в использовании регрессионных уравнений, которые позволяют учесть систематические расхождения между двумя методиками. В работе мы рассматриваем такие регрессионные уравнения, которые дают возможность сравнить данные, полученные прямым измерением человека в полевых условиях и измерения, выполненные по антропологическим фотографиям.

Нужно отметить, что на сегодняшний день уже имеются большие коллекции антропологических фотографий, потенциал которых раскрыт не полностью. Работ по проверке возможности использования антропологической фотографии в качестве источника информации о линейных размерах головы и лица фактически нет.

## Материалы и методы

В данном сообщении представлен анализ измерений головы и лица, полученных в полевых условиях, и их связь с измерением тех же линейных размеров по фотографиям тех же испытуемых из двух выборок. Первая выборка получена в 2017 году в Республике Чили (измерения А.А. Кастро Степановой). Большую часть выборки составляют студенты, постоянно проживающие в городе Сантьяго. В исследовании приняли участие мужчины и женщины от 16 до 37 лет. Возрастной интервал был ограничен, чтобы исключить изменения, связанные со старением. Сбор материала проходил в два этапа: работа непосредственно с испытуемым и работа с фотографиями. В анализ вошли измерения 175 мужчин и 55 женщин, средний возраст испытуемых – 23 года. Каждый испытуемый давал персональное согласие на обработку персональных данных, разрешение на проведения измерений и фотографирование. Все полученные данные деперсонифицированы.

Еще один блок материалов включает в себя 2 выборки. Это полевые измерения, сделанные в Горно-Алтайске в 2014 году (измерения Н.И. Павловой). Одна выборка включает в себя русское население Алтая, вторая – представители коренных народов Алтая. Выборка русских составила 94 человек (52 мужчин и 42 женщины). Среди представителей коренных народов Алтая было изучено 105 человек (38 мужчин и 67 женщин). Средний возраст в обеих выборках – 20 лет.

Измерения параметров головы и лица испытуемых в полевых условиях в обоих случаях проводились по классической методике В.В. Бунака [1941], принятой в российской антропометрической школе.

Фотографирование в фас и в профиль производилось с учетом рекомендаций по производству антропологической фотографии [Бунак, 1941]. Объектив фотоаппарата был на одной линии с лицом испытуемого на расстоянии не менее 1,8 метров. При этом лицо испытуемого расположено не во франкфуртской горизонтали, при которой подбородок слегка опущен, а так, чтобы плоскость лица была параллельна плоскости объектива фотоаппарата.

Получение измерительных характеристик по фотоизображениям из Чили

В программе Adobe Photoshop CS6 корректировался цвет изображения, кроме того, оно выравнивалось так, чтобы центры зрачков находились на одной линии по горизонтальной оси. Также в этой программе наносилась первичная разметка точек (рис. 1).

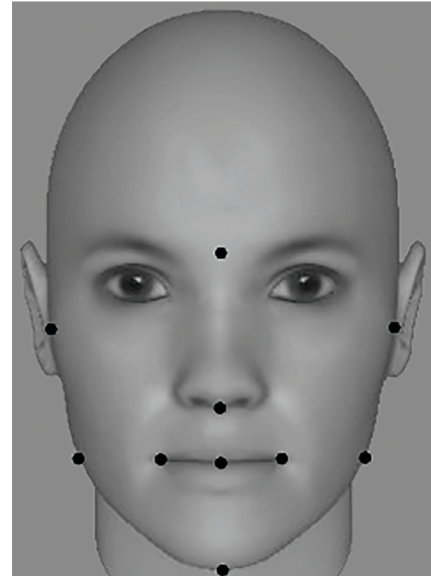


Рисунок 1. Пример разметки точек, по координатам которым рассчитывались линейные размеры

Figure 1. An example of marking points, according to the coordinates of which linear dimensions were calculated

Затем в программе ImageJ (open source image processing software) наносились точки на фотографии лица в фас. Программа дает «координаты» этих точек как расстояние в пикселях от левого верхнего угла изображения по вертикальной и горизонтальной осям. По координатам были рассчитаны параметры лица в пикселях. После этого результаты измерений приводили к реальным цифрам (в мм). Масштабом для перевода в выборке из Чили послужило расстояние между альвеолярными возвышениями клыков (этот размер также называют просто «расстояние между клыками» [ca-ca]), которые были измерены как на реальных лицах, так и по фотографии (при этом на лицах в процессе полевых измерений были сделаны маркерные отметки). Перевод производился с помощью простой пропорции:

$$x\{\text{мм}\} = \frac{x\{\text{пикс}\} \times [ca - ca]\{\text{мм}\}}{[ca - ca]\{\text{пикс}\}}$$

где X – рассчитываемый признак, [ca-ca] – расстояние между клыками. В фигурных скобках – размерности: {мм} – в миллиметрах, {пикс} – в пикселях.

Получение данных по двум выборкам из Горно-Алтайска в целом совпадает с описанной процедурой, однако пересчет размеров лица, полученных на фото, проводили используя в качестве масштаба расстояние между точками *alare-alare*, маркирующими ширину носа – наибольшую ширину носа в крыльях.

Список признаков, измеренных как по фотографии, так и в поле приведен ниже.

- Физиономическая высота лица – расстояние от точки «трихион» до подбородочной точки (*trichion – gnathion*). В случае, когда граница волос была выражена плохо, точку фиксировали, ориентируясь по свойствам кожи.

- Морфологическая высота лица – расстояние от верхненосовой до подбородочной точки (*nasion – gnathion*). На фотографии точка *nasion* была взята в точке пересечения горизонтальной линии, соединяющей нижние края бровей (на середине их протяжения), со срединной сагиттальной плоскостью. Точка *gnathion* была взята в точке пересечения нижнего края подбородка со срединной сагиттальной линией.

- Скуловой диаметр (скуловая ширина) – расстояние между правой и левой скуловыми точками (*zygion – zygion*) по горизонтальной линии. На фотографии в ракурсе фас были отмечены наиболее выступающие в стороны точки скуловой дуги, было измерено расстояние между ними.

- Нижнечелюстной диаметр (нижнечелюстная ширина) – проекционное расстояние между нижнечелюстными точками (*gonion – gonion*). На фотографиях реальные точки *gonion* не видны, и принято вместо нижнечелюстного диаметра измерять размер «ширина нижней челюсти на уровне *stomion*».

- Высота носа – расстояние от точки *nasion* до *subnasale* (точка пересечения сагиттальной плоскости, носовой перегородки и фильтра верхней губы). На фотографии точка *subnasale* бралась на пересечении сагиттальной линии и самой нижней точки носа. В случае, если кон-

чик носа сильно опущен, то точка *subnasale* не видна на фотографии, и размер берется от точки *nasion* до точки, лежащей на пересечении кончика носа с сагиттальной линией.

- Ширина носа – расстояние между левой и правой носо-крыльевыми точками (*alare-alare*). Измерение расстояния проводилось на горизонтальной линии между наиболее выступающими в стороны точками крыльев носа.

- Высота верхней губы – расстояние от подносоевой точки до точки смыкания губ (*subnasale – stomion*). Точка *subnasale* была взята аналогично, как при измерении высоты носа; точка *stomion* была взята на пересечении линии смыкания губ и срединной сагиттальной линии.

- Толщина обеих губ – измеряется между верхней и нижней губными точками (*labrale superius – labrale inferius*).

- Ширина рта – расстояние между левой и правой губно-угловыми точками (*labrale distale – labrale distale*).

- Верхняя высота лица – расстояние от верхненосовой точки до точки смыкания губ (ротовая точка) (*nasion – stomion*).

## Результаты

Поскольку нами были получены два ряда признаков, измеренных как в полевых условиях, так и по фотографии, мы решили оценить возможность сопоставления этих измерений (табл. 1). В целом мы получили довольно ожидаемую картину, имеющую простое объяснение. Рассмотрим в первую очередь те измерения, разница между которыми существенна: скуловой и нижнечелюстной диаметры. При измерениях лица скуловой диаметр получают при небольшом сдавливании мягких тканей, а по фотографиям этот размер берется как расстояние между поверхностными точками, которые, строго говоря, не соответствуют точкам *zygion*. На фотографии в фас не видны реальные точки *gonion*, и нижнечелюстной диаметр, который мы берем на фото в фас, называется «ширина нижней челюсти на уровне *stomion*», и, по сути, является другим размером. Это прекрасно объясняет различие в целых 2 см для нижнечелюстного диаметра, где толщина мягких тканей достаточно велика. При использовании расчетных

уравнений для прогнозирования на индивидуальном уровне эта разница может быть еще больше.

**Таблица 1. Разница в измерениях, проведенных двумя методами: [на испытуемом] – [по фотографии] (в мм). Выборка Чили**  
**Table 1. The difference in measurements carried out by two methods: [on the subject] – [on the photograph] (in mm). Sample of Chile**

Признак	Мужчины, N=168	Женщины, N=54
Ширина носа	1,667*	1,612*
Высота носа	-0,819	-0,594
Физиономическая высота лица	1,512*	-1,188
Морфологическая высота лица	0,779	-0,182
Скуловой диаметр	2,868**	2,663**
Нижнечелюстной диаметр	20,283**	18,012**
Высота верхней губы	1,742	0,577

Примечания. \*\* – различия, не входящие в допустимое расхождение между исследователями; \* – отличия, которые являются допустимыми, но повышены.

Notes. \*\* – differences that are not within the acceptable discrepancy between researchers; \* – differences that are acceptable but increased.

Разница в размерах признаков, измеренных между точками, в которых толщина мягких тканей над скелетной основой незначительна, или вовсе не зависящих от костной основы, входит в границы допустимых расхождений между исследователями (в 2 мм) [Негашева, 2017]. Немного повышена разница между размерами ширины носа, полученными двумя способами (чилийская выборка), хоть размер и берется по точкам, лежащим на поверхности.

Проверка сопоставления измерений была проведена и на группах русских Алтая и коренных народов Алтая. Здесь мы видим более высокое расхождение между измерениями в полевых условиях и по фотографиям, практически по всем признакам. Мы предполагаем, это связано с тем, что для перерасчета пикселей в сантиметры (см. формулу выше) были использованы разные элементы: для чилийской группы – расстояние между клыками, имеющий линейный размер 40–50 мм, а для алтайской – ширину носа (в среднем около 30 мм).

На следующем этапе работы по всем выборкам были построены регрессионные уравнения (табл. 3-8), позволяющие на основе измерений, полученных по фотографии, рассчитать размеры, получаемые при измерении лица непосредственно. Поскольку изначально эти 2 выборки были изучены с различными целями, то, к сожалению, программы измерений различаются, и имеется только четыре общих признака.

**Таблица 2. Разница в измерениях, проведенных двумя методами: [на испытуемом] – [по фотографии] (в мм). Выборка Горно-Алтайска**  
**Table 2. The difference in measurements carried out by two methods: [on the subject] – [on the photograph] (in mm). Sample of Gorno-Altaysk**

Признак	Русские Алтай		Коренные народы Алтай	
	Мужчины, N=52	Женщины, N=42	Мужчины, N=38	Женщины, N=67
Морфологическая высота лица	5,613**	3,856**	5,358**	5,095**
Высота лица до точки смыкания губ	5,703**	4,730**	5,704**	5,509**
Высота носа	2,776**	2,438**	2,644**	2,119**
Ширина рта	4,006**	3,202**	3,279**	3,616**
Скуловая ширина	1,551*	0,123	-5,471**	-2,258**
Ширина между углами нижней челюсти	-5,716**	-4,190**	3,994**	2,889**
Высота подбородка расчетная	0,328	-0,927	-0,128	-

Примечания. \*\* – различия, не входящие в допустимое расхождение между исследователями; \* – отличия, которые являются допустимыми, но повышены.

Notes. \*\* – differences that are not within the acceptable discrepancy between researchers; \* – differences that are acceptable but increased.

**Таблица 3. Регрессионные уравнения для перевода измерений по фотографии к измерениям на человеке. Мужская часть выборки Чили (N=168)**

**Table 3. Regression equations for converting measurements from a photograph to measurements on a person. Male sample of Chile (N = 168)**

Признак	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции между размером на фото и на лице (R)	Стандартная ошибка определения (мм)
Ширина носа	$X_l = 8,536 + 0,739 * X_f$	0,82	1,49
Высота носа	$X_l = 21,32 + 0,64 * X_f$	0,67	±3,16
Физиономическая высота лица	$X_l = 103,07 + 0,46 * X_f$	0,62	±6,87
Морфологическая высота лица	$X_l = 51,62 + 0,59 * X_f$	0,64	±5,81
Скуловой диаметр	$X_l = 81,30 + 0,42 * X_f$	0,58	±4,89
Нижнечелюстной диаметр	$X_l = 65,83 + 0,32 * X_f$	0,53	±4,92
Высота верхней губы	$X_l = 5,84 + 0,48 * X_f$	0,56	±1,70
Толщина обеих губ	$X_l = 8,67 + 0,70 * X_f$	0,73	±1,97

Примечания к таблицам 3-5. Подстрочный индекс ф означает, что размер взят по фотографии (в мм); л – перевод этого размера к аналогу размера на лице человека.

Notes to Tables 3-5. The subscript f means that the size is taken from a photograph (in mm); l - translation of this size to the analogue of the size on the face of a person.

**Таблица 4. Регрессионные уравнения для перевода измерений по фотографии к измерениям на человеке. Женская часть выборки Чили (N=54)**

**Table 4. Regression equations for converting measurements from a photograph to measurements on a person. Female sample of Chile (N = 54)**

Признак	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции между размером на фото и на лице (R)	Стандартная ошибка определения (мм)
Ширина носа	$X_l = 14,761 + 0,544 * X_f$	0,761	1,408
Высота носа	$X_l = 31,208 + 0,453 * X_f$	0,51	3,301
Физиономическая высота лица	$X_l = 141,501 + 0,222 * X_f$	0,381	6,101
Морфологическая высота лица	$X_l = 71,461 + 0,408 * X_f$	0,489	5,719
Скуловой диаметр	$X_l = 76,759 + 0,413 * X_f$	0,708	4,134
Нижнечелюстной диаметр	$X_l = 58,442 + 0,349 * X_f$	0,651	4,844
Высота верхней губы	$X_l = 6,026 + 0,493 * X_f$	0,574	1,61
Толщина обеих губ	$X_l = 7,378 + 0,795 * X_f$	0,755	1,918

**Таблица 5. Уравнения регрессии, русские мужчины (55), выборка из Горно-Алтайска**

**Table 5. Regression equations, Russian males (55), sample from Gorno-Altaysk**

Признак	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции между размером на фото и на лице (R)	Стандартная ошибка определения (мм)
Морфологическая высота лица	$X_l = 53,65 + 0,59 * X_f$	0,59	±5,05
Высота лица до точки смыкания губ	$X_l = 26,92 + 0,72 * X_f$	0,73	±3,11
Высота носа	$X_l = 28,86 + 0,54 * X_f$	0,59	±2,99
Ширина рта	$X_l = 17,63 + 0,69 * X_f$	0,86	±1,64
Скуловая ширина	$X_l = 59,04 + 0,56 * X_f$	0,67	±4,79
Ширина между углами нижней челюсти	$X_l = 42,18 + 0,57 * X_f$	0,60	±5,25

**Таблица 6. Уравнения регрессии, русские женщины (44) выборка из Горно-Алтайска**  
**Table 6. Regression equations, Russian females (44) sample from Gorno-Altaysk**

Признак	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции между размером на фото и на лице (R)	Стандартная ошибка определения (мм)
Морфологическая высота лица	$X_{л} = 45,29 + 0,63 * X_{ф}$	0,75	±3,88
Высота лица до точки смыкания губ	$X_{л} = 27,42 + 0,69 * X_{ф}$	0,71	±2,76
Высота носа	$X_{л} = 41,41 + 0,29 * X_{ф}$	0,43	±3,35
Ширина рта	$X_{л} = 19,35 + 0,61 * X_{ф}$	0,61	±2,44
Скуловая ширина	$X_{л} = 84,66 + 0,34 * X_{ф}$	0,53	±3,58
Ширина между углами нижней челюсти	$X_{л} = 54,31 + 0,45 * X_{ф}$	0,61	±4,37

Примечания к таблицам 6-8. Подстрочный индекс ф означает, что размер взят по фотографии (в мм); л – перевод этого размера к аналогу размера на лице человека.

Notes to Tables 6-8. The subscript f means that the size is taken from a photograph (in mm); l - translation of this size to the analogue of the size on the face of a person.

**Таблица 7. Уравнения регрессии, алтайцы, мужчины (38)**  
**Table 7. Regression equations, Altaians, males (38)**

Признак	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции между размером на фото и на лице (R)	Стандартная ошибка определения (мм)
Морфологическая высота лица	$X_{л} = 50,69 + 0,63 * X_{ф}$	0,69	±5,53
Высота лица до точки смыкания губ	$X_{л} = 33,83 + 0,66 * X_{ф}$	0,69	±3,66
Высота носа	$X_{л} = 21,16 + 0,69 * X_{ф}$	0,69	±3,18
Ширина рта	$X_{л} = 17,02 + 0,70 * X_{ф}$	0,74	±2,14
Скуловая ширина	$X_{л} = 77,40 + 0,45 * X_{ф}$	0,63	±3,66
Ширина между углами нижней челюсти	$X_{л} = 66,52 + 0,38 * X_{ф}$	0,49	±4,58

**Таблица 8. Уравнения регрессии, алтайцы, женщины (68)**  
**Table 8. Regression equations, Altaians, women (68)**

Признак	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции между размером на фото и на лице (R)	Станд. ошибка определения (мм)
Морфологическая высота лица	$X_{л} = 71,06 + 0,43 * X_{ф}$	0,46	±5,08
Высота лица до точки смыкания губ	$X_{л} = 36,97 + 0,59 * X_{ф}$	0,63	±3,51
Высота носа	$X_{л} = 13,20 + 0,81 * X_{ф}$	0,66	±3,46
Ширина рта	$X_{л} = 14,93 + 0,69 * X_{ф}$	0,41	±4,91
Скуловая ширина	$X_{л} = 57,22 + 0,59 * X_{ф}$	0,69	±4,24
Ширина между углами нижней челюсти	$X_{л} = 66,31 + 0,37 * X_{ф}$	0,49	±4,69

### Анализ выборок Горно-Алтайска

В таблицах 5-8 представлены регрессионные уравнения, полученные при сравнении размерных характеристик, полученных в поле и вычисленных по фотографиям, для двух выборок из Горно-Алтайска. Отдельно получены регрессионные уравнения для русских и для алтайцев. Уравнения составлены так, чтобы можно было вычислить размер на лице по размеру на фотографии.

## Обсуждение

### Проверка работоспособности уравнений

Была проведена проверка работоспособности уравнений по чилийским материалам на трех индивидах, не входивших в выборку для построения уравнений регрессии. Выяснилось, что ошибка измерения в некоторых случаях довольно значительна, и для различных индивидов может нести противоположную направленность. Последнее обстоятельство приводит к некоторой компенсации ошибки при расчете средних величин. В частности, оказалось, что при усреднении расчетных данных по «выборке» из трех человек ошибка измерений по средним по большинству параметров имеет значения меньше 2 мм, что входит в допустимые различия между исследователями. Только большие габаритные размеры лица (Морфологическая высота лица, Физиономическая высота лица) отличаются более, чем допустимые различия между исследователями. Скорее всего, это может быть объяснено тем, что точка, отмеченная на фотографии как *gnathion*, отличается от реальной точки на лице и отмечается на передней части подбородка, а не нижней, что приводит к большому расхождению.

## Заключение

Установлено, что разница в измерениях на испытуемом и по фотографии входит в границы допустимых расхождений между исследователями в том случае, если толщина мягких тканей над костной основой незначительна или размер не зависит от костной основы. При этом работоспособность уравнений будет зависеть от мас-

штаба элемента, используемого для перерасчета – чем он больше, тем меньше погрешность. Таким образом, при возможности нужно использовать для перерасчета элементы, имеющие большие линейные размеры – расстояние между клыковыми ямками (40–50 мм), ширину рта (50–60 мм) или межзрачковое расстояние).

На трех выборках получены регрессионные уравнения, позволяющие сопоставлять линейные размеры, полученные при анализе фотоизображений с размерами, полученными в полевых условиях. Однако нужно подчеркнуть, что лучше использовать эти уравнения для пересчета только средних значений, полученных по фотографиям, поскольку индивидуальная изменчивость по большинству параметров очень высока. Уравнения регрессии, полученные по выборке чилийской группы, которая является южно-европеоидной по антропологическим характеристикам лица, оказались более точными, чем уравнения, полученные по алтайским выборкам. Этот вывод может быть связан как с большей однородностью чилийской выборки, так и с методологическими решениями при пересчете значений. Прогностические способности уравнений регрессии для индивидуального уровня не оправдали ожиданий, однако для пересчета средних их применимость оправдана.

Конечно, необходима проверка работоспособности полученных уравнений регрессии на обширной выборке людей разных этнических групп, телосложений и возрастов, но разработка таких уравнений позволяет существенно расширить возможности использования сравнительных данных. Это направление кажется весьма перспективным, учитывая нарастающую мировую тенденцию ухода из «классической» антропометрии к цифровой.

Все процедуры, выполненные в исследовании с участием людей, соответствуют этическим стандартам институционального и/или национального комитета по исследовательской этике и Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующим изменениям или сопоставимым нормам этики. От каждого из включенных в исследование участников было получено информированное добровольное согласие. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.



## Благодарности

Авторы благодарят Надежду Ивановну Павлову за возможность использования полевых материалов экспедиции в Горно-Алтайск.

## Сведения об авторах

Гончарова Наталья Николаевна, к.б.н., ORCID ID: 0000-0001-8504-1175, e-mail: 1455008@gmail.com;

Кастро Степанова Александра Андреа, ORCID ID: 0000-0003-0457-4776; e-mail: aacas06@gmail.com.

## Библиография

Бунак В.В. Антропометрия. Практический курс. М.: Учпедгиз, 1941. 368 с.

Негашева М.А. Основы антропометрии: учебное пособие М.: Изд-во «Экон-Информ», 2017. 216 с.

Поступила в редакцию 15.10.2021,  
принята к публикации 12.11.2021.

N.N. Goncharova, A.A. Castro Stepanova

*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Department of Anthropology,  
Leninskie Gory, 1(12), Moscow, 119234, Russia*

## ON THE POSSIBILITY OF USING ANTHROPOLOGICAL PHOTOGRAPHY TO DETERMINE LINEAR FACIAL DIMENSIONS. ME-THODICAL ARTICLE

**Introduction.** *The paper considers the possibility of using regression equations to compare data obtained by direct measurement of a person in the field and measurements made from anthropological photographs.*

**Materials and methods.** *Three samples were analyzed – the population of central Chile (175 men and 55 women), the indigenous population of Altai (38 men and 67 women) and the Russians of Altai (52 men and 42 women). The collection of material took place in two stages: working directly with the subject and working with photographs. Measurements of the parameters of the head and face of the subjects in the field in both cases were carried out according to the classical method of V.V. Bunak, adopted in the Russian anthropometric school. Photographing in portrait and in profile was carried out taking into account the recommendations for the production of anthropological photographs. Further, the dimensions in pixels were calculated from the photographs, and converted into mm using one indicator, which was measured both in the field and from a photograph (the distance between the canines for the Chilean sample, and the width of the nose for the Altai ones).*

**Results and discussion.** *The sizes obtained in the field were compared with their counterparts obtained from photographs. For these dimensions, regression equations were obtained, allowing to most accurately translate the dimensions obtained from photographs into real dimensions. It was found that in the event that the thickness of soft tissues above the bone base is insignificant or the size does not depend on the bone base, the difference in measurements on the subject and in the photograph is within the boundaries of acceptable discrepancies between researchers. In this case, the performance of the equations will depend on the scale of the element used for recalculation – the larger it is, the smaller the error. Regression equations were obtained on three samples, allowing one to compare the linear dimensions obtained in the analysis of photographic images with the dimensions obtained in the field. However, it should be emphasized that only the mean values obtained using the regression equations should be used, since in this way individual variability is leveled.*

**Keywords:** anthropological photography; facial sizes; cephalometry; indigenous peoples of Altai; Chilean population

## References

- Bunak V.V. *Antropometriya* [Anthropometry]. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1941. 368 p. (In Russ.).
- Negasheva M.A. *Osnovy antropometrii: uchebnoye posobiye* [Fundamentals of anthropometry: textbook] Moscow «Ekon-Inform» Publ., 2017. 216 p. (In Russ.).
- Allanson J.E., O'Hara P., Farkas L.G., and Nair R.C. Anthropometric craniofacial pattern profiles in Down syndrome. *Am. J. Med. Genet.* 1993, 47, pp. 748–752.
- DiLiberti J.H., and Olson D.P. Photogrammetric evaluation in clinical genetics: Theoretical considerations and experimental results. *Am. J. Med. Genet.* 1991. 39, pp. 161–166.
- Ghoddousi, H., Edler, R., Haers, P., Wertheim, D., Greenhill D. Comparison of three methods of facial measurement. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2007, 36, 250-8. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2006.10.001>.
- Guyot L., M. Dubuc, O. Richard, N. Philip, O. Dutour. Comparison between direct clinical and digital photogrammetric measurements in patients with 22q11 microdeletion. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2003; 32: pp. 246–252 <https://doi.org/10.1054/ijom.2002.0379>.
- Naini, F.B., Akram, S., Kepinska, J. Garagiola U. et al. Validation of a new three-dimensional imaging system using comparative craniofacial anthropometry. *Maxillofac. Plast. Reconstr. Surg.* 2017, 39, 23. DOI: 10.1186/s40902-017-0123-3.
- Sforza Ch., Dellavia C., De Menezes M., Rosati R., Ferrario V. Three-Dimensional Facial Morphometry: From Anthropometry to Digital Morphology. In: *Handbook of Anthropometry*. Springer, Preedy V. (eds), New York, NY. 2012 pp. 611-624 [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1788-1\\_32](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1788-1_32).
- Shaner D.J., Bamforth J.S., Peterson A.E., Beattie O.B. Technical note: Different techniques, different results—a comparison of photogrammetric and caliper-derived measurements. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1998, 106, pp. 547-552. DOI: 10.1002/(SICI)1096-8644(199808)106:4<547::AID-AJPA9>3.0.CO;2-F.
- Villanueva-Bonilla S., Saavedra-Layera L., Vergara-Núñez C. Comparación de mediciones antropométricas directa y con sistema de imagen 3D, en adultos jóvenes. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral.* 2018, 11, pp. 16-19. DOI: 10.4067/S0719-01072018000100016.
- Yamada T., Mori Y., Minami K., Mishima K., Tsukamoto Y. Three-dimensional analysis of facial morphology in normal Japanese children as control data for cleft surgery. *Cleft Palate-Craniofac. J.* 2002, 39, pp. 517–526.
- Zacharopoulos G., Manios A., Kau Ch., Velagrakis G., et al. Anthropometric Analysis of the Face. *J. Craniofacial Surg.* 2015, 27, 1, pp. e71-e75 DOI: 10.1097/SCS.0000000000002231.

## Information about the Authors

Goncharova Natalia N., PhD,  
ORCID ID: 0000-0001-8504-1175; 1455008@gmail.com;  
Castro Stepanova Alexandra A.,  
ORCID ID: 0000-0003-0457-4776; aacas06@gmail.com.