

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ ЦВЕТА ГЛАЗ (РЕТРОСПЕКТИВА ШКАЛ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПИГМЕНТАЦИИ И СТРУКТУРЫ РАДУЖКИ)

А.А. Дорофеева, Ю.В. Лоскутова, М.А. Негашева

Кафедра антропологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

Статья отражает результаты исследования данных научной литературы по изучению цвета и структуры радужки в фундаментальной и прикладной науке за последние два века.

В первой части статьи рассмотрена история развития методов изучения цвета глаз по многочисленным работам антропологов, генетиков и др. Представлены история создания, описание и принципы формирования шкал для определения пигментации радужки некоторых известных исследователей, таких как Д. Беддо, П. Брока, Ф. Гальтон, А. Бертильон, Р. Мартин, В.В. Бунак, М. Тиссеран, Б. Шульц, К. Заллер и др. Описываются особенности шкал в зависимости от национальной принадлежности выборки, на которой была разработана методика определения, конечных целей исследования, принципов наследственной детерминации интенсивности и локализации пигментообразования, а также учета структурных характеристик радужки. Особое внимание уделено развитию методики определения цвета глаз в 20-40-е гг. прошлого века в русской антропологической школе под руководством В.В. Бунака и разработке 12 классовой хроматической шкалы В.В. Бунака в первоначальном и современном вариантах.

Вторая часть статьи посвящена рассмотрению методов исследования различных структурных особенностей радужки отечественных и зарубежных антропологов, рефлексологов и др. по данным эмпирического наблюдения и биомикроскопического анализа. Приводятся мнения В.В. Бунака, К. Заллера, М. Тиссерана о значимости структуры тканей радужки в определении цвета глаз. Излагаются некоторые исторические аспекты формирования и само описание шкал и методик, предназначенных для определения структурных вариаций тканей радужки, предложенные некоторыми антропологами: Г. Филдом, Цигельмайером, М. Хешем, В.В. Бунаком. Детально описываются наиболее известные из них структурная шкала М. Хеша и структурно-хроматическая классификация В.В. Бунака. Наряду с ними предлагается описание классификационных схем некоторых медиков, рефлексологов: Б. Йенсена, Р. Бордиоля, Е.С. Вельхова, которые были разработаны в прошлом веке и используются до настоящего времени в соответствующих областях прикладной науки.

Каждая часть статьи иллюстрирована фотографиями некоторых шкал для определения цвета и структуры радужки, имеющихся в настоящее время в доступе.

В заключение резюмируется практическая и методическая значимость, универсальность и некоторые другие особенности применения известных шкал для определения морфологических особенностей цвета и структуры радужки.

Ключевые слова: МГУ имени М.В. Ломоносова, антропология, радужка, методы определения цвета глаз, методы изучения структуры радужки

История развития методов изучения цвета глаз (ретроспектива шкал для определения пигментации радужки)¹

Известно, что пигментация, в том числе и цвет глаз, имеет первостепенную роль в расовых классификациях наряду с другими неметрическими признаками, такими как структура волос, особенности морфологии мягких тканей лица, интенсивность оволосенности лица и тела у мужчин [Ярхо, 1934]. Таким образом, цвет глаз является расово-диагностическим признаком и используется для характеристики популяций. В научной литературе имеются данные о том, что уже в XVII–XVIII вв. различные путешественники, исследователи при описании встреченных ими популяций обращали внимание на цвет глаз [Gloor, 1980]. Авторы при этом исходили из индивидуального восприятия оттенков и, за отсутствием общепринятой классификации, зачастую старались описать особенности цвета глаз весьма подробно, чтобы в дальнейшем при сравнениях можно было достоверно представлять себе, какой цвет глаз был встречен. Пользовались при этом, соответственно, каждый своими терминами и лексическими оборотами, что придавало субъективизм получаемой оценке, а ввиду громоздкости описания, создавало неудобства при многочисленных наблюдениях в долгосрочных путешествиях, не говоря уже о затрате времени на этот неорганизованный процесс описания [Dias, 1999].

Английский антрополог Джон Беддо [Beddoe, 1861] представил один из первых набросков классификации цвета глаз в трех классах: светлые глаза (включая голубые и светло-серые), темные глаза (черные, каштановые и ореховые) и промежуточные или нейтральные (включая темно-серые, зеленые и желтые). Через два года после этого Поль Брока критиковал классификацию Беддо за то, что вся хроматическая палитра цвета глаз сводится к трем типам, и автор описывает лишь оттенки, игнорируя фундаментальный цвет радужки [Broca, 1863]. П. Брока был вдохновлен новым цветовым стандартом Мишель-Эжен Шевреля, который расположил три основных цвета (красный, желтый и синий) на одинаковом расстоянии

друг от друга по хроматическому кругу, а в каждом секторе между двумя цветами поместил по 23 цветовых оттенка, в которых количество одной краски постепенно уменьшалось, а другой – увеличивалось [Dias, 1999]. На базе такой идеи П. Брока предложил первые таблицы для определения пигментации, состоящие из 54 переходящих друг в друга цветовых оттенков, характерных для пигментации человека и обозначаемых соответствующими номерами [Broca, 1864]. Первые 20 делятся на 4 столбика, обозначающие фундаментальный цвет глаз (коричневый, зеленый, голубой и серый) с пятью оттенками для каждого, расположенными в строчку, остальные 34 оттенка соответствуют типам пигментации кожи и волос. Автор предложил обозначать цвет глаз соответствующим номером оттенка, если они точно совпадают, или через дефис двумя номерами оттенков, между которыми располагается наблюдаемый цвет глаз. Причем описываемый цвет глаз может располагаться между соседними в столбце оттенками одного фундаментального класса или между одинаковыми оттенками в строках разных классов. Таким образом, П. Брока предложил описывать массу вариантов цвета глаз, используя унифицированную короткую систему записи. Эта методика определения пигментации была принята антропологическим обществом, однако после смерти П. Брока П. Топинар оспорил целесообразность использования такой усложненной классификации и предложил свою шкалу, где за основу взял идею Д. Беддо разделения на три типа: светлый, смешанный, темный. Начиная с этого времени, исследователи ушли к трехклассовой системе, оправдывая ее тем, что с ее помощью можно быстрее работать и, к тому же антропологи должны скорее описывать общепопуляционные характеристики, а не индивидуальные [Dias, 1999]. С этого времени различные исследователи стали предлагать свои варианты шкал для определения пигментации.

Фрэнсис Гальтон в своих исследованиях изменял классификацию на три типа: светлые, ореховые или темно-серые и темные [Galton, 1886]. Альфонс Бертильон, работая в полиции, заполнял карточки описания личности преступников и, видя ненадежное и неэффективное установление тождества преступников, при ходатайстве своего отца, вице-президента Антропологического общества Парижа, с 1879 г. стал применять антропометрические методы для идентификации. А. Бертильон много лет наблюдал цвета радужки заключенных и на основе этих материалов предложил таблицы различий нюансов цвета глаз. В них автор предлагает 7 переходных оттенков радужки от

¹ Здесь и далее в тексте согласно современной анатомической терминологии [Международная анатомическая терминология, 2003] применяется термин «радужка», хотя ранее в антропологической литературе использовался термин «радужина» [Бунак, 1941; Рогинский, Левин, 1955; Хрисанфова, Перевозчиков, 2002].

светлого к темному: 1) равномерно голубая, 2) бледный или желтый ореол на лазурном или серосинем фоне, 3) оранжевый ореол на желто-зеленом фоне, 4) светло-каштановый ореол на зеленовато-каштановом фоне, 5) коричневый ореол на черно-желтом фоне, 6) коричневые пятна на желто-зеленом фоне и 7) равномерно коричневая радужка. При необходимости А. Бертильон допускает объединение этих классов в три типа: малопигментированные радужки (1 и 2 классы); среднепигментированные (3 и 4 классы); и сильно пигментированные радужки (5, 6 и 7 классы в таблице), однако, не приветствует такого упрощения [Bertillon, 1892]. В дальнейшем А. Бертильон продолжал разрабатывать свою шкалу, которая по свидетельству В. Бунака [1941] и М. Тиссерана [Tisserand, 1947], представляет собой сложную схему, объединяющую 54 типа в 7 классов: 1) без желто-бурого пигмента, 2) с желтым пигментом, 3) с оранжевым, 4) с ореховым, 5) темно-карий, 6) темно-карий, прорезанный радиальными полосками зеленого цвета, 7) черный [Бунак, 1941; Бунак, Соболева, 1925]. Таблицы А. Бертильона были нарисованы красками под его руководством и выпущены для широкого круга исследователей в бумажном виде.

В исследованиях отечественных ученых еще в начале XX столетия цвет глаз зачастую рассматривался в комплексе с цветом волос, формируя различные типы сочетаний, которые далее использовались для характеристики популяций [Воробьев, 1900; Ивановский, 1911а, 1911б]. Преимущественно, как в работе А.А. Ивановского 1904 г., разделяли только светлые и темные оттенки цветов радужки [Бунак, Соболева, 1925]. Но вскоре отечественные антропологи начинают использовать таблицы Мартина для определения цвета глаз [Никольский, 1912]. В 1928 г. Р. Мартин написал трактат «Учебник антропологии в систематическом изложении» [Martin, 1928], где наряду с некоторыми известными антропометрическими приборами предложил шкалу окраски радужки, состоящую из 16 стеклянных моделей глаз, из них к темным оттенкам относятся 6 образцов, 3 – к промежуточным и 7 – к светлым. В настоящее время шкала Мартина в оригинальном металлическом корпусе (рис. 1) представлена на кафедре антропологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и в отделе антропологии Института этнологии и антропологии имени Н.Н. Миклухо-Маклая РАН.

В 1925 г. выходит статья авторитетного отечественного антрополога В.В. Бунака в соавторстве с Г.В. Соболевой, где сравниваются наиболее известные на тот момент методики опреде-

ления цвета глаз, которые использовали в своих исследованиях Беддо, Брока, Бертильон, Топинар, Мартин, Ивановский (упомянутые выше), а также Аммон Вирхов, Иков, Ливи, Люшан, Тохер, Фюрст, Фрицци, Херст. В этой статье В.В. Бунак наглядно описывает актуальную для того времени проблематику определения цвета глаз, которая состоит в следующем: во-первых, исследователи разных стран и национальностей обозначают одинаковыми названиями далеко не идентичные цвета (то, что для итальянского антрополога Ливи светло-карий и серый, для шведского Фюрста будет, вероятно, темно-карим); во-вторых, число оттенков различаемых разными авторами не одинаково (от 3-4 до 16), и оттенки более подробных схем не являются подразделением соответствующих цветов из более общих схем, а содержат особые цвета; в-третьих, некоторые схемы отличают цвета только по качеству, а другие учитывают темный и светлый оттенки; в-четвертых, большинство авторов рассматривают радужку в целом, по общему впечатлению, не входя в рассмотрение отдельных зон (как это делают Бертильон и Херст); в-пятых, при выделении однородных типов оттенков, встречается большое разнообразие группировок. Например, при наиболее часто встречаемом варианте деления на три типа (темный, смешанный, светлый) один и тот же светло-карий цвет будет относиться то к группе темных, то средних или светлых (когда выделяют только светлые или темные оттенки основных цветов).

Таким образом, выше перечисленные проблемы делают сравнение результатов различных авторов и использование этих типологий в генетическом анализе невозможным. По мнению В.В. Бунака, для типологии и разграничения вариантов фенотипов по цвету радужки необходимо основываться на точных, по возможности, количественно определяемых свойствах. С этой целью в 1921 г. В.В. Бунак и Г.В. Соболева провели обследование приблизительно 1000 детей московских школ, в ходе которого детально рассматривались цветовые особенности радужки. Определялся цвет радужки, воспринимаемый в целом при рассмотрении на расстоянии 1 м в условиях хорошего освещения, и соотношение отдельных пигментных частиц простых и сложных (зелено-серый, серофиолетовых и т.п.) цветов действительного спектра и относительная светлость тона в трех зонах радужки (внешней, средней и внутренней). Полученные результаты соотносились с мнением ряда зарубежных исследователей о морфологическом строении разных зон радужки, основанном на биомикроскопии и гистологическом анализе ее тканей. В.В. Бунак делает вывод о том, что цвет радужки

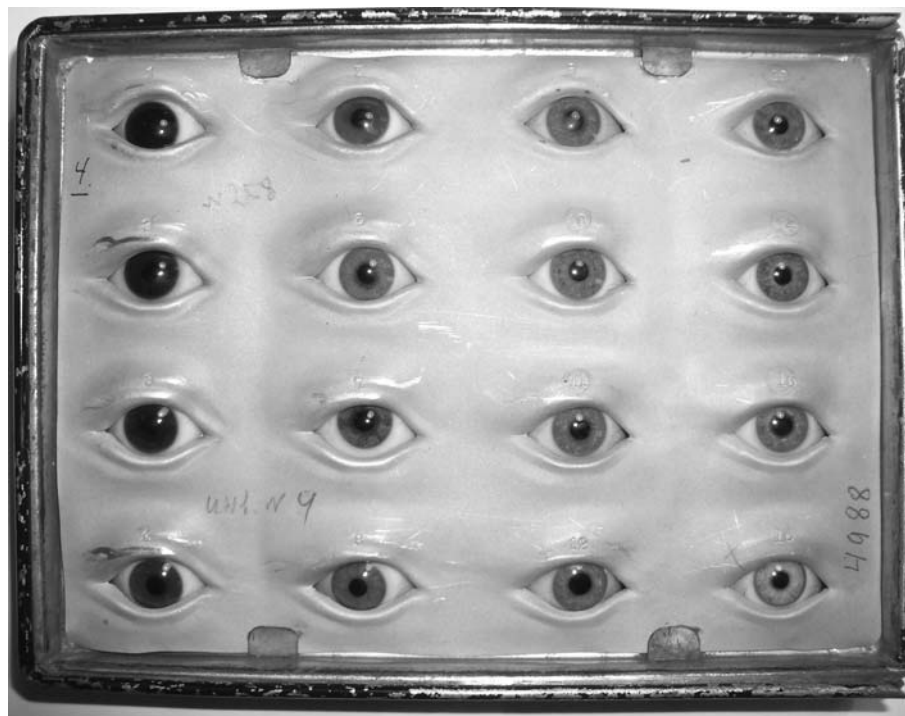


Рис. 1. Шкала Мартина для определения цвета радужки, сохранившаяся в оригинальном виде в архивах кафедры антропологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и в Институте этнологии и антропологии имени Н.Н. Миклухо-Маклая РАН

определяется в основном средней зоной радужки и большое значение так же имеет строение ее стромы, что согласуется с мнением некоторых предшественников. На базе полученных сочетаний пигментных зерен в радужке В.В. Бунак обособляет несколько классов в непрерывном переходящем друг в друга хроматическом ряду вариантов цветов глаз. Располагает эти классы в порядке убывания пигмента меланина (цвет радужки определяют 2 пигмента: меланин в переднем и сосудистом слоях и фусцин в заднем слое, количество фусцина в норме практически не изменяется, а меланина варьирует у разных людей), что не всегда сочетается с воспринимаемым освещением в хроматическом ряду. Например, синий цвет содержит меньше пигмента, чем голубой, ввиду особенностей структуры выглядит темнее. Ориентация при определении цвета глаз не на светлоту оттенка, а на количество пигмента делает возможной количественную оценку цвета глаз [Бунак, Соболева, 1925].

В НИИ и Музее антропологии МГУ сохранился один из рабочих вариантов шкалы Бунака, состоящий из 32 глазных протезов (рис. 2), которые В.В. Бунак отобрал для своих исследований и

расположил в хроматическом ряду в порядке убывания интенсивности пигмента. Из множества оттенков выбраны наиболее характерные, соответствующие определенным изменениям структуры цвета радужки и количества содержащегося в ней пигмента.

Сначала В.В. Бунак предложил 13 цветовых классов [Бунак, Соболева, 1925], окончательный вариант оригинальной шкалы Бунака состоит из 12 глазных протезов, сравнение с которыми позволяет отнести все цветовые оттенки к трем основным типам: темному (радужка не содержит никаких иных цветовых элементов кроме черного, бурого, желтого); смешанному (в радужке кроме элементов перечисленных цветов имеются также участки серого, голубого или зеленого в разном количестве) или светлому типу (вся радужка окрашена исключительно в серый, голубой или синий цвет, при этом элементы черного, бурого и желтого отсутствуют). Каждый из трех типов в свою очередь подразделяется на 4 класса: №1 – черный – радужка неотделима по цвету от зрачка; №2 – темно-карий – радужка светлее зрачка, но окрашена равномерно; №3 – светло-карий – характерна неодинаковая окраска радужки на всех



Рис. 2. Рабочий вариант шкалы Бунака, собранный им лично для исследования особенностей внутриклассовой изменчивости вариантов окраски радужки (находится в НИИ и Музее антропологии МГУ)

ее участках; №4 – желтый – окраска равномерная, без рисунка, иногда довольно светлая; №5 имеет буро-зеленый или буро-серый оттенок, обычно зелено-серый цвет занимает периферию и выступает как бы фоном, иногда наблюдается радиальная или концентрическая полосчатость; №6 – зеленый – самые различные хроматические элементы смешиваются приблизительно в равном количестве и располагаются беспорядочно; №7 – серо-зеленый – отличается от предыдущего наличием значительных участков серого цвета и вместе с тем участков самой различной окраски и неопределенного расположения; №8 – серый с желтым венчиком – элементы желтой или бурой окраски расположены вокруг зрачка, большая часть радужки сохраняет чистый серый цвет; №9 – серый – обычно с рисунком в виде радиальных полос более темной окраски; №10 – серо-голубой (обычно с рисунком из полос); №11 – голубой; №12 – синий [Бунак, 1941].

В современном исполнении (2008 г.) шкала В.В. Бунака изготовлена из 12 глазных протезов, которые тщательно подобраны в Центре глазного протезирования (г. Москва) ведущим отечественным специалистом в области этнической антропологии зав. лаб. расоведения НИИ и Музея антропологии МГУ, д.б.н. И.В. Перевозчиковым в соответствии с описаниями особенностей цвета глаз В.В. Бунаком [Бунак, 1941]. В лаборатории пластической реконструкции отдела антропологии Института этнологии и антропологии РАН глазные протезы размещены в фанерном боксе согласно цветовой принадлежности типу и клас-

су и зафиксированы силиконовым раствором, форма которого имитирует верхнее и нижнее глазное веко (рис. 3). В таком варианте изготовлено три шкалы Бунака: для кафедры антропологии биологического факультета МГУ, НИИ и Музея антропологии МГУ и НИИ морфологии человека РАН.

Генетик Х. Брин (1926 г.) исследовал закономерности наследования различных цветов глаз в норвежской популяции и применил свою шкалу пигментации глаз, где в хроматическом ряду выделил 36 вариантов окраски радужки, в 1929 г. генетик Круз для своих исследований разработал шкалу, состоящую из 15 хроматических вариантов радужки [Tisserand, 1947].

В.В. Бунак в статье 1925 г. отмечал, что шкала Мартина является наиболее удачной из имеющихся в то время [Бунак, 1925], однако и она оказалась не без недостатков. Р. Мартин составил свою шкалу, опираясь на выборку обследуемых в Швейцарии, и, как отмечали другие исследователи, уделил мало внимания голубым и серым глазам. В связи с чем была предпринята попытка модификации шкалы Мартина с расширением спектра недостающих оттенков. В 1930 г., после смерти Р. Мартина, вышла в свет шкала Мартина-Шульца, дополненная 4 оттенками, состоящая из 20 стеклянных глазных протезов, интенсивность цвета радужек которых возрастает в ряду от 1 к 20, тогда как в первоначальной шкале Мартина, наоборот, первый вариант был наиболее пигментирован [Бунак, 1941; Schultz, 1930; Tisserand, 1947].

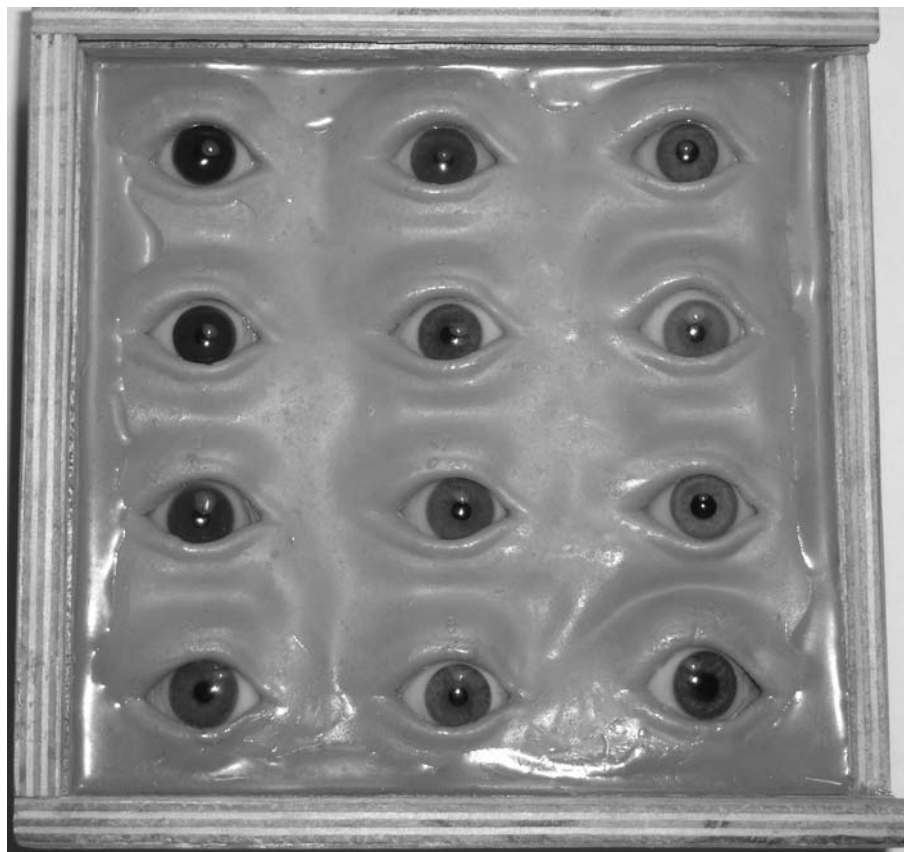


Рис. 3. Современное исполнение классической шкалы Бунака, составленной под руководством д.б.н. И.В. Перевозчикова (находится на кафедре антропологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, в НИИ и Музее антропологии МГУ и в НИИ морфологии человека РАМН)

Шкала Мартина-Шульца содержит 4 серии цветовых классов. I серия объединяет бедно пигментированные классы: светло-голубой с рыжими пятнами (1а), голубой с зеленым оттенком (1в), светло-голубой (1с), голубой (2а), темно-голубой (2в). II серия содержит мало пигментированные классы: серо-голубой (3), светло-серый (4а), темно-серый (4в), серо-голубой с коричневыми полосками (5), серо-зеленый (6). III серия включает средне пигментированные классы: светло-зеленый (7), серо-желтый (8), коричнево-желтый (9), серо-коричневый (10), светло-коричневый (11). Заключительная IV серия содержит сильно пигментированные варианты: бледно-коричневый (12), коричневый (13), темно-коричневый (14), глубоко темно-коричневый, коричнево-черный (16). Стекланные глазные протезы расположены в два ряда в удлиненном металлическом корпусе (описание шкалы приводится по данным статьи М. Тиссерана [Tisserand, 1947]). Авторы шкалы подчеркивают, что все цветовые варианты отличаются на одно и

то же количество пигмента, что может быть использовано в статистической обработке данных.

Несколько позже, в 1935 г. Б. Шульц предложил свою шкалу для определения цвета глаз в составе расоводиагностической шкалы Шульца-Хеша [Schultz, Hesch, 1935]. Описание вариантов этой шкалы полностью соответствует таковому шкалы Мартина-Шульца, отличие состоит в том, что стекланные глазные протезы заменены цветными рисунками радужек, которые также расположены в два ряда на удлиненных картонных пластинках (рис. 4).

В 1930 г. немецкий исследователь Карл Заллер предложил свою схему для определения пигментации радужки. Она состоит из 40 цветных рисунков радужки, прототипами которых являлись глазные протезы из больницы Готтингема, из них P1-P8 темные, M1-M22 переходные и S1-S10 светлые типы пигментации [Tisserand, 1947]. По мнению некоторых исследователей, шкала обладает рядом недостатков: определять тип радужки пу-

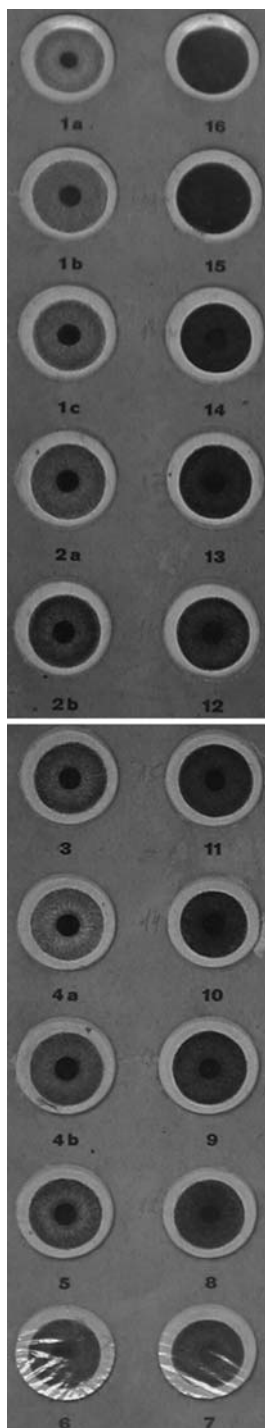


Рис. 4. Шкала пигментации радужки Шульца. Фотографии фрагментов расоводиагностической шкалы Шульца-Хеша [Schultz, Hesch, 1935]

тем сравнения с бумажным эталоном гораздо сложнее, чем со стеклянным глазным протезом; шкала неудобна для сравнения с глазом субъекта, так как рисунки расположены в ряды, между которыми только 2 см, что не дает абстрагироваться от соседнего варианта. Также отмечают, что зеленые цвета (M1, M2, M 5, M6, M 14, M21) не упорядочены, а разбросаны среди смешанных вариантов, что тоже составляет неудобство. Сам К. Заллер отметил, что такая шкала не основана на точных данных и не пригодна для генетических исследований [Бунак, 1941; Tisserand, 1947].

В дальнейшем французский антрополог М. Тиссеран исследовал достоверность некоторых выше упомянутых шкал. Больше всего его внимание привлекла шкала Мартина-Шульца, однако он делает вывод, что шкала, разработанная на швейцарской выборке, не подходит для французской – коричневые цвета в целом почти совпадают (за исключением № 16, который оказался слишком темным), а голубые сильно отличаются. М. Тиссеран предложил свои две шкалы для определения пигментации радужки. Для этого он сначала отобрал 200 самых часто встречаемых типов глазных протезов, а потом сформировал 6 серий для 36 типов цвета глаз для гетероградной шкалы. Серия А объединяет коричневые цвета, В – голубые, С – зеленые, Е – серо-коричневые, F – серо-голубые и G – серо-зеленые. Градация оттенков была сделана с помощью доктора Бруно, много лет работающего в области глазного протезирования. Шкала состоит из 6 металлических ветвей, внутри которых заключены глазные протезы, окаймленные мягкой тканью телесного цвета. Ветвь с предполагаемыми оттенками можно удобно расположить рядом с глазом испытуемого, а нейтральный цвет окружающей ткани не отвлекает внимания. В каждой ветке интенсивность оттенков убывает от первого к последнему, притом первая ветка содержит еще семь вариантов окраски склеры. М. Тиссеран предлагает гетероградную шкалу, т.к. не видит научных обоснований, чтобы иерархизировать цвета относительно друг друга. Вторая гомоградная шкала представляет собой цветные рисунки радужки на картоне, покрытые лаком, блеск которого похож на блеск живого глаза. Шкала содержит 10 основных цветов (7 чистых, 3 переходных) и 8 дополнительных для определения цвета следующих нюансов: пигмент вокруг зрачка и сфинктера, цвет бахромки, отдельные скопления пигмента, родимые пятна, гетерохромии, цилиарной каемки. М. Тиссеран отмечает, что обе его шкалы являются качественными, в то время как идеалом может быть только количественная шкала, которая позволит подсчитать

корреляции полученных результатов. Решение этой проблемы, по его мнению, возможно двумя путями: индустриальным (эталонирование цвета глаз при помощи автоматической градуировки цветов по количеству краски) или методом химического анализа пигментов и гистологического исследования. При определении антропологического биотипа, по мнению автора, такая точность не является необходимой, в отличие от генетических исследований. Для использования результатов определения цвета глаз по предшествующим шкалам (качественным) в генетическом и статистическом анализе, необходимо предварительно сравнить данные определения эпохально или с данными других авторов [Tisserand, 1947].

До настоящего времени для определения цвета глаз не разработан какой-либо более универсальный инструментальный метод (типа спектрофотометрии), и в отечественной антропологии чаще всего используют 12-ти классовую описательную шкалу Бунака [Бунак, 1940, 1941]. Зарубежные исследователи в основном используют шкалу Мартина или Мартина-Шульца [Cosseddu, Floris, Vona, 1977, 1983; Czekus, 1986; Henkey, 1986; Miskiewicz, 1968], Заллера [Palsson, 1968] или просто делят цвета глаз на три типа: светлый, смешанный и темный [Bily, 1968; Duffy, Montgomery, Chen et al., 2007; Kanetsky, Swoyer, Panossian et al., 2002; Strouhal, 1968; Taylor, 1967].

Методы изучения цвета глаз в связи со структурными особенностями радужки

На современном оборудовании при увеличении показано, что детали узора на фоновом цвете радужки определяются структурными особенностями ее тканей [Вельховер, Ананин, 1992]. При биомикроскопии на поверхности радужки можно видеть кружевной рисунок переплетения сосудов, образующих своеобразный рельеф, индивидуальный для каждого человека. Возвышающиеся детали кружевного узора радужки называют трабекулами, а углубления между ними – криптами (или лакунами), вокруг которых сосуды лежат более густо. Крипты являют собой отверстия периваскулярных лимфатических полостей сосудистого слоя радужки. В.В. Бунак констатировал, что структура стромы радужки (плотность, толщина, наличие и отсутствие крипт) влияет на воспринимаемый оттенок цвета глаз, отмечая при этом, что его мнение согласуется также с точкой зрения некоторых предшествующих исследователей XIX в. [Бунак, Соболева, 1925]. По данным М Тиссерана

К. Заллер в 1930 г. также подчеркивает высокую роль соединительной ткани и замечает, что зеленый цвет глаз отличается от голубого не только оттенком, но и структурой мезенхимальной ткани [Tisserand, 1947]. И сам М. Тиссеран отводит большое внимание структуре тканей радужки в определении цвета глаз [Tisserand, 1947].

В начале XX века Генри Филд разработал методику антропологического обследования для изучения населения Ирака и Ирана. Определяя особенности радужки, он описывал помимо ее цвета, один из трех типов структурной организации: гомогенная, радиальная или зональная. За основу антропологической методики Г. Филд принял положения, изложенные на 13-м Международном антропологическом конгрессе в Монако в 1906 г. и в книге А. Грдлички «Антропометрия» [Hrdlicka, 1920]. Чтобы выделить наиболее значимые антропологические признаки Г. Филд консультировался с гарвардским ученым Е.А. Хутоном, представителем Королевского антропологического института в Англии сэром А. Кейтом и оксфордским антропологом Л.Х. Дадлей Бакстоном [Field, 1935, 1940]. Так как в книге А. Грдлички нет упоминания о структуре радужки, можно предположить, что решение включить этот признак в методику обследования Г. Филд принял по совету своих консультантов, сам автор констатирует очевидность разбиения на три класса по структуре радужки и не описывает детали. Вероятно, Г. Филд опирался на методику Цигельмайера, которая обсуждалась еще в XIX вв. и не имела аналогов в то время. Схема Цигельмайера включает три типа структуры радужки: кольцевую, радиальноисчерченную и зональную, с шестью вариантами натяжения стромальных волокон [Malinowski, Bozilow, 1997]. В 1950-х, 1960-х годах зарубежными исследователями предпринимались попытки проанализировать взаимосвязь морфологической структуры радужки по Цигельмайеру и ее цвета [Dumitrescu, Canciulescu, 1968]. Польские антропологи и сейчас включают в методы антропометрии определение типа структуры радужки по Цигельмайеру [Malinowski, Bozilow, 1997].

В 1931 г. немецкий антрополог М. Хеш в своей статье о зависимости пигментирования радужки человека от возраста и пола большое внимание уделил вариантам структуры радужки в связи с ее цветом. В 1935 г. вышла в свет «Расово-диагностическая шкала для определения цвета глаз, волос и кожи и для рисунка радужки человека», состоящая из трех цветных (для определения варианта пигментации) и одной черно-белой таблиц (для определения варианта структуры) на бумаге с инструкцией на четырех страницах небольшого

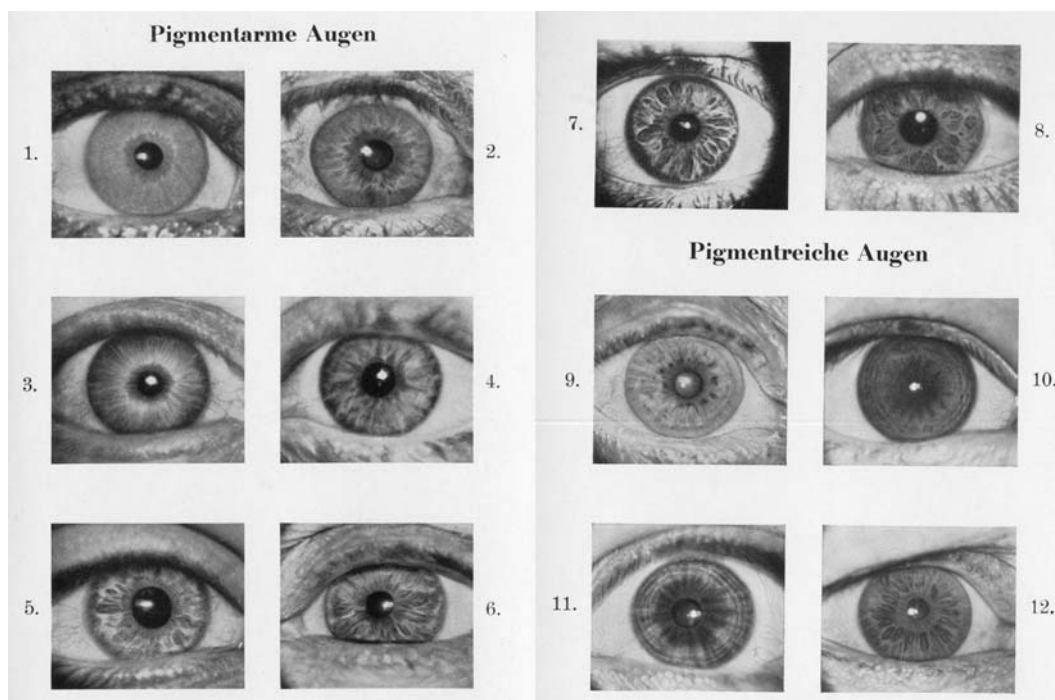


Рис. 5. Варианты рисунка радужки по классификации Хеша. Фотографии фрагментов расоводиагностической шкалы Шульца-Хеша [Schultz, Hesch, 1935]

сложенного пополам листа картона. Первые три страницы содержат расшифровку трех соответствующих шкал пигментации по методике Б. Шульца, а последняя страница содержит описание структурных вариантов радужки по методике М. Хеша [Schultz, Hesch, 1935].

Для определения варианта узора радужки М. Хеш предложил рассматривать ее под двукратным увеличением, без внимания к распределению пигмента (по-видимому, здесь имеется в виду распределение отдельных пигментных элементов внутри радужки). Шкала подразделяется на две серии структурных типов, первая из которых характерна глазам, бедным пигментом (соответствуют № 1–6 по шкале Мартина-Шульца), а вторая – глазам, богатым пигментом (соответствуют № 7–16 шкалы Мартина-Шульца) (рис. 5).

Варианты рисунков радужек, бедных пигментом охватывают первые восемь типов в шкале. 1) Плотно расположенные радиальные лучи расходятся от внутреннего (зрачкового) до внешнего (цилиарного) края радужки; 2) радиальная лучистость между внутренней и средней зонами (кольцо вокруг оборки) прервана звездообразно упорядоченными криптами (отверстия в переднем пограничном слое радужки); 3) радиальная лучистость во внутренней и средней зоне, во внешней зоне бифуркации и крипты; 4) к бифуркациям во

внешней зоне направлены радиально расположенные крипты из средней зоны; 5) внутренняя зона содержит мало некрупных крипт, средняя и внешняя – многочисленные большие, беспорядочно ориентированные крипты; 6) большие крипты из внешней и средней зоны распространяются во внутреннюю; 7) и 8) высшие степени криптообразования: крипты построены комплексно, распространены от внешней до внутренней зоны. Плотность рисунка возрастает в ряду от 1 к 8 типам. При необходимости эти варианты можно объединить в три класса 1) жилковатая (лучистая) рисунчатость, 2) комбинированная и 3) петлеобразная рисунчатость.

Для радужек, богатых пигментом характерны следующие по порядку четыре варианта рисунчатости: 9) плотность радиальной лучистости схожа с типом 1 при темной пигментации, преобладающей во внутренней зоне; 10) радиальная лучистость в условиях, когда вся радужка богата пигментом; 11) слабые радиально ориентированные крипты в радужке, богатой пигментом; 12) высочайшая степень криптоархитектоники в радужке, богатой пигментом. Плотность рисунка возрастает в ряду от 9 к 12 типу. М. Хеш отмечает, что темные радужки менее склонны к криптообразованию. Вместе с тем, его варибельность в темных глазах превышает описанные 4 типа (ав-

тор вынужден был ограничиться печатанием только 4 фотографий темных глаз (ввиду ограничения технических возможностей) и допускает при необходимости использовать для описания рисунчатости темных глаз варианты с 1 по 8 в шкале [Schultz, Hesch, 1935].

Среди отечественных антропологов В.В. Бунак первым призвал обратить внимание не только на цвет радужки, воспринимаемый в целом, но и на детальные особенности пигментного рисунка, предложив выделять в перечисленных 12 классах несколько структурных подклассов: ровный или «налитой», мелкозернистый (объединяя их в безрисунчатые), пятнистый, звездчатый, венчиковый, лучевой, кольцевой и концентрический – жилковый (объединяя последние 6 в рисунчатые). В некоторых хроматических классах наблюдаются все или почти все варианты структуры, другие более однообразны. В.В. Бунак считал, что для групповой характеристики достаточно определять хроматический класс (или даже тип) и структурный вариант, тогда как для индивидуальной опознавательной характеристики, в посемейном обследовании, исследовании близнецов и пр. необходим еще более детальный анализ цвета радужки [Бунак, 1941]. В практике последователей эти признаки, к сожалению, не учитывались, а традиционные учебники антропологии предлагают оценивать цвет глаз, исходя из 12 основных классов описательной шкалы Бунака, не вникая в особенности структуры и рисунка [Рогинский, Левин, 1955; Хрисанфова, Перевозчиков, 2002].

Во второй половине XX в. структурой радужки больше интересовались в медицине (морфологии, рефлексологии и иридологии), а не в антропологии. Из бесконечного множества структурно-пигментных комбинаций радужки некоторые исследователи предлагают выделять несколько простейших типов. В основном авторы концентрируют внимание на степени плотности тканей радужки. В соответствии с методикой определения плотности радужки, предложенной Б. Йенсеном, определены 6 типов: 1) строма радужки плотная, гомогенная, почти не видно радиального расположения трабекул; 2) строма плотная, но не столь гомогенная, видны радиальные волокна; 3) строма не очень плотная, трабекулы растянуты, ослаблены, извиты; 4) строма состоит из отдельных истонченных трабекул, между которыми видны многочисленные щели; 5) слабая строма усыпана множеством углублений и ямок, меняющих ее окраску и форму, расщепления стромы приобретают вид пустот; 6) аналогично 5-му типу строма слабая с большим количеством расщеплений и разрывов [Jensen, 1964].

По предложенной Р. Бордиолем классификации выделены четыре варианта структуры радужки. При первом варианте строма радужки характеризуется ровной тонической тканевой основой с плотно прилегающими натянутыми трабекулами. Второй вариант – расслабленная тканевая основа может иметь небольшие расщепления, трабекулы ослаблены, извиты. Третий вариант характеризуется вакуолярной стромой, имеющей различное количество межтрабекулярных трещин. И если проследить ход волокон, видно, что трабекулы, расходясь, снова соединяются, формируя, таким образом, закрытую дитерминальную лауну. Четвертый вариант – строма с разрывами. Строма имеет вид разорванной ткани, она насыщена лакунами разной величины настолько, что если проследить ход волокон, заметно, что трабекулы расходясь, уже не соединяются друг с другом, образуя так называемые открытые лакуны [Bourdiol, 1975].

По классификационной методике Е.С. Вельхова [Вельхова, Ананин, 1992] предполагается выделять 5 типов структурной организации. При радиальном типе структуры радужка имеет вид открытого веера, составленного из тонких, четко подогнанных волокон-трабекул. Радиально-волнистый тип радужки характеризуется радиально идущими извитыми, несколько утолщенными трабекулами. Радиально-лакунарный тип радужки представлен в виде истонченной стромы с рассеянными листовидными впадинами – лакунами, занимающими до 30% поверхности радужки. Гомогенный тип радужки – вариант, при котором полностью отсутствует радиальная исчерченность в плотных гомогенно окрашенных тканях. Лакунарный тип радужки характеризуется тонкой, местами разорванной стромой с хаотическим рисунком трабекул и большим количеством лакун, занимающих больше 30% поверхности радужки.

Подводя итоги можно отметить, что на современном этапе развития методики антропологических исследований не предложен какой-либо универсальный неинвазивный инструментальный метод определения цвета глаз и ученые используют для этих целей метод сравнения с эталоном на одной из шкал, предложенных в прошлые века. К сожалению, погрешность такого метода определения цвета глаз весьма зависит от внешних условий, опытности исследователя и др., а также несет на себе след субъективной оценки, что может препятствовать сравнению результатов разных ученых.

Вместе с тем антропологический и иридологический опыт изучения структурных особенностей радужки в современных внутри- и межпопу-

ляционных исследованиях, к сожалению, практически не используется.

Современные антропологические исследования могут стать информативнее, изучая цвет и структуру радужки с использованием компьютерных технологий. Исходя из этого целесообразно изучить результаты современных методических разработок для исследования морфологических особенностей радужки в других областях науки с целью возможного их использования в разработке соответствующего программного обеспечения для антропологических исследований. Анализ таких возможностей планируется провести в ближайшее время.

Библиография

- Бунак В.В. Антропометрия. М.: УЧПЕДГИЗ, 1941.
- Бунак В.В. Генетический анализ окраски радужины человека // Уч. зап. МГУ. Сер. Антропология. 1940. Вып. 34. С. 193–208.
- Бунак В.В., Соболева Е.Я. Исследование элементов окраски радужины у человека // Журнал экспериментальной биологии. Сер. А. 1925. Т. 1. Вып. 3–4. С. 1458–1725.
- Вельховер Е.С., Ананин В.Ф. Иридология (теория и методы). М.: РУДН и Биомединформ, 1992.
- Воробьев В.В. Великорусы / Под. ред. А.А. Ивановского. М.: Император. о-во любителей естествознания, антропологии и этнографии при МУ, 1900. № 1. С. 20–57.
- Ивановский А.А. Население земного шара. Опыт антропологической классификации // Изв. Император. о-ва любителей естествознания, антропологии и этнографии при Импер. МУ. Т. СХХI. Труды антрополог. отдела. М. 1911а. Т. XXVII.
- Ивановский А.А. Об антропологическом составе населения России // Изв. Император. о-ва любителей естествознания, антропологии и этнографии при Импер. МУ. Т. СV. Труды антрополог. отдела. М. 1911б. Т. XXII.
- Международная анатомическая терминология / Под ред. Л.Л. Колесникова. М.: Медицина, 2003.
- Никольский М.Н. Цвет волос и глаз у татар Лаишевского у., Казанской обл. по таблицам Fischer'a и Martin'a // Русский антропологический журнал / Под. ред. А.А. Ивановского. М.: Император. о-во любителей естествознания, антропологии и этнографии при МУ., 1912. Кн. XXXII. № 4. С. 80–95.
- Рогинский Я.Я., Левин М.Г. Основы антропологии. М.: Изд-во Мос. ун-та, 1955.
- Хрисанфова Е.Н., Перевозчиков И.В. Антропология. М.: Изд-во Мос. ун-та, Высшая школа, 2002.
- Ярхо А.И. О некоторых вопросах расового анализа // Антроп. журнал. 1934. № 3. С. 43–71.
- Beddoe J. On the physical character of the natives of some parts of Italy, and of the Austrian Dominions, etc. // Transactions of the Ethnological Society of London, 1861. Vol. 1. P. 111–122.
- Bertillon A. Tableau des nuances de l'iris humain // Bulletins de la Societe d'anthropologie de Paris. 1892. Vol. 3. N 3. P. 384–387.
- Bily G. Race alpine et type alpin // Тез. докл. VII Междунар. конгр. антроп. и этнограф. наук. М.: Наука, 1968. Т. III. Vol. II. P. 159–165.
- Bourdiol R.I. Traite d'irido-diagnostic. Maisonneuve, 1975.
- Broca P. Echelle chromatique des yeux // Bulletins de la Societe d'anthropologie de Paris, 1863. P. 592–603.
- Broca P. Tableau chromatique des yeux, de la peau et des cheveux pour les observations anthropologiques // Bulletins de la Societe d'anthropologie de Paris, 1864. P. 767–773.
- Cosseddu G.G., Floris G., Vona G. Sur la pigmentation des cheviux et des iris ches les Sardes. (Note I) // Bull. et mem. Soc. Anthropol. Paris, 1977. Vol. 81. N 3. P. 437–482.
- Cosseddu G., Floris G., Vona G. La pigmentation des cheveux et des iris chez les Sardes. (Note II) // Bull. et mem. Soc. Anthropol. Paris, 1983. Vol. 10. N 2. P. 243–250.
- Czekus G. Boja ociju, boja kose I oblik kose u jednom Subotickom uzorku // Glas. Anthropol. drus. Jugosl., 1986. Vol. 26. P. 97–109.
- Dias N. La fiabilitem de l'oeil // Terrain, 1999. Vol. 33. P. 17–30.
- Duffy D.L., Montgomery G.W., Chen W. et al. A three-single-nucleotide polymorphism haplotype in intron 1of OCA2 explains most human eye-color variation // Am. J. Hum. Genet., 2007. Vol. 80. P. 241–252.
- Dumitrescu H., Canciulescu R. La couleur ds yeux t la structure de l'iris chez la population de deux regions de roumanie: Hunedoara et Oltenie // Тез. докл. VII Междунар. конгр. антроп. и этнограф. наук. М.: Наука, 1968. Т. III. Vol. II. P. 136–143.
- Galton F. Family-likeness in eye-colour // Nature, 1886. Vol. 34. P. 137.
- Gloor P.-A. Documents anciens en anthropologie sur le vivant: quelques reflexions historiques et methodologies / Arch. suisses anthropol. gen., 1980. Vol. 44. N 1. P. 61–68.
- Henkey D. Contribution a l'Anthropologie des Hongrois vivants // C. R. Acad. sci., 1986. Vol. 3. Iss. 302. N 9. P. 331–333.
- Hrdlicka A. Anthropometry. The Wistar Institute of Anatomy and Biology, Philadelphia, 1920.
- Field H. Arabs of central Iraq // Ant. Mem. Field. Mus. Nat. Hist. Chicago, 1935. Vol. 4. 638 p.
- Field H. The anthropology of Iraq. The Upper Eupharats // Field. Mus. Nat. Hist. Chicago, 1940. Anthr. ser. Vol. 30. N 1.
- Jensen B. The science and practice of iridology. Escondido, 1964.
- Kanetsky P., Swoyer J., Panossian S. et al. A polymorphism in the agouti signaling protein gene is associated with human pigmentation // Am. J. Hum. Genet., 2002. Vol. 70. P. 770–775.
- Martin R. Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung mit besonderer Berocksichtigung der Anthropologischen Methoden. Erster Band: Somatologie. Jena: Verlag von Gustav Fischer, 1928. 579 p.
- Malinowski A., Boiiow W. Podstawy antropometrii. Metody, techniki, normy. Warszawa, 1997. P. 364–366.
- Miszkiwicz B. Pigmentationsdnderungen der augen- und haarfarbe bei beiden geschlechtern der polischen population // Тез. докл. VII Междунар. конгр. антроп. и этнограф. наук. М.: Наука, 1968. Т. III. Vol. II. P. 149–154.
- Palsson J. A report on an anthropometric survey of the Icelanders // Тез. докл. VII Междунар. конгр. антроп. и этнограф. наук. М.: Наука, 1968. Т. III. Vol. II. P. 298–301.

Schultz B.K., Hesch M. Rassenkundliche Bestimmungstafeln für Augen-, Haar- und Hautfarben und für die Iriszeichnung. München: J.F. Lehmanns Verlag, 1935.
 Schulz B.K. Eine verbesserte Augenfarbentafel // Anthrop. Anz., 1930. H. 6. P. 331–335.
 Strouhal E. Regional variability of some morphological features in recent Egyptian population // Тез. докл. VII Международн. конгр. антроп. и этнограф. наук. М.: Наука, 1968. Т. III. Vol. II. P. 129–132.

Taylor A.I. Eye colour in the Tristan Da Cunha population // Hum. Biol., 1967. Vol. 39. N 3. P. 316–318.

Tisserand M. Appréciation de la pigmentation dans la population française // Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris. IX Série, 1947. Vol. 8. P. 24–47.

Контактная информация:

Дорофеева Анна Алексеевна: e-mail: ankada@mail.ru;

Лоскутова Юлия Вячеславовна: e-mail: ulabox86@mail.ru

Негашева Марина Анатольевна: e-mail: negasheva@mail.ru.

HISTORY OF DEVELOPMENT OF METHODS FOR THE STUDY OF EYE COLOR (RETROSPECTIVE SCALES TO DETERMINE THE PIGMENTATION AND STRUCTURE OF THE IRIS)

A.A. Dorofeeva, Yu.V. Loskutova, M.A. Negasheva

Department of Anthropology, Biological faculty, MSU, Moscow

The article presents the results of research of iris color and its structure in the applied science literature of the last two centuries.

The first part of the paper describes the development of research methods in numerous works of anthropologists, geneticists etc. We review the history, the description and principles of formation of scales for the definition of iris pigmentation by some well-known researchers, such as D.Beddo, P.Broka, F.Galton, A.Bertillon, R.Martin, V.V.Bunak, M.Tisseran, B.Schultz, K.Zaller, etc. We also give characteristics of scales depending on the national identity of samples, for which the technique has been defined, final objectives of the research, principles of hereditary determination of intensity and localization of chromogenesis, and the methods of registration of structural iris properties. Special emphasis is made to the development of methods for determining eye color in the 20-40s of the last century in Russian anthropological school under V.V. Bunak and design stages of the 12 chromatic scale class V. Bunak in the original and modern version.

The second part of article is devoted to the description of research methods of various iris structural features used by domestic and foreign anthropologists, reflexologists, etc. regarding empirical observation and biomicroscopic analysis. We consider the opinions of V.V.Bunak, K.Zaller, M.Tisseran about the importance of iris tissues structure in eye color determination and give some historical aspects of formation and description of scales and techniques, proposed by some anthropologists, such as G.Fild, Tsigelmajer, M.Hesh, V.V.Bunak and used for the definition of variations in the structure of iris tissues. The most famous structural scale by M.Hesh and structural and chromatic classification of V.V.Bunak are described in details. We also provide the description of classification schemes by some medical doctors and reflexologists, such as B.Jensen, R.Bordioli and E.S.Velhover.

Each part of the article is illustrated by currently available photos of the scales for the definition of iris color and structure.

In conclusion, we summarize practical and methodical importance, universality and some other characteristics of the existing scales application for the definition of morphological features of iris color and structure.

Keywords: *Lomonosov MSU, anthropology, iris, methods of eye color determination, methods of iris structure studying*