

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА**

---

**БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

На правах рукописи  
УДК 572



**ДОРОФЕЕВА**  
**Анна Алексеевна**

**ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ И МЕЖСИСТЕМНЫЕ  
СВЯЗИ ЦВЕТА И СТРУКТУРЫ РАДУЖКИ В  
АНТРОПОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

**03.03.02 Антропология**

**Автореферат**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата биологических наук**

**Москва – 2010**

Работа выполнена на кафедре антропологии биологического факультета  
Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

- Научный руководитель:** доктор биологических наук,  
**М.А. Негашева**
- Официальные оппоненты:** доктор медицинских наук,  
профессор **В.Н. Звягин**
- доктор биологических наук,  
член-корреспондент АН РБ,  
профессор **Э.К. Хуснутдинова**
- Ведущая организация:** Институт этнологии и антропологии РАН

Защита состоится «15» октября 2010 г. в 14.30 на заседании  
Диссертационного совета Д 501.001.94 при Московском государственном  
университете имени М.В. Ломоносова по адресу: 119991, г. Москва, Ленинские  
горы, д. 1, стр. 12, Биологический факультет МГУ, ауд. 557

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке НИИ и Музея  
антропологии МГУ

Автореферат разослан «14» сентября 2010 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат биологических наук



**А.В. Сухова**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Пигментация, в том числе и цвет глаз, является одним из основных расово-диагностических признаков в антропологических исследованиях и используется для характеристики популяций.

К настоящему времени известно несколько десятков вариантов классификаций пигментации радужки, но не разработан какой-либо более универсальный инструментальный метод для оценки цвета глаз (типа спектрофотометрии). В отечественной антропологии наибольшее распространение получила шкала В.В. Бунака, при помощи которой по цветовым свойствам можно определить 3 основных типа пигментации радужки, каждый из которых подразделяется на 4 класса. Зарубежные исследователи в основном используют шкалу Р. Мартина или Р. Мартина – Б. Шульца.

При формировании уже первых шкал на базе детального анализа генезиса цвета глаз ученые обратили внимание на то, что воспринимаемый исследователем оттенок цвета глаз испытуемого зависит не только от пигментных частиц, но и от структуры ткани, в которой они залегают. Некоторые исследователи, такие как А. Бертильон [1892], В.В. Бунак в ряде работ [1940, 1941], в том числе и с соавторами [Бунак, Соболева, 1925], М. Тиссеран [1947] и др., учитывали соотношение количества пигмента и плотности стромы радужки в классификационных шкалах цвета глаз. Некоторые антропологи при популяционных исследованиях отдельно от цвета глаз определяли плотность стромы радужки. Так, в 1935 г. Г. Филд выделял 3 типа плотности, а в составе расово-диагностической шкалы Б. Шульца – М. Хеша [1935] встречаются 12 вариантов структурной организации. В практике последователей структурные признаки, к сожалению, не учитывались.

Цвет и структура радужки также являются предметом интереса иридологов и современное изучение этих признаков можно встретить именно в этой области [Вельховер, 1992; Сердюк, 2005; Chun-Sang, Woo-Jun, Seung-Heon et al., 2007, и др.]. В антропологических исследованиях после работ В.В. Бунака [1940, 1941], опубликованных в 40-е годы прошлого века, в которых автор призывал обратить внимание не только на цвет радужки, воспринимаемый в целом, но и на детальные особенности пигментного рисунка, практически отсутствуют публикации по изучению морфологических особенностей радужки. Эти признаки не учитывались во многом из-за того, что соответствующая детальная оценка пигментных и структурных особенностей радужки не представлялась возможной из-за недостатка освещения и технического оснащения, необходимого для точного описания структурных элементов и оттенков пигментного рисунка. Согласно современной тенденции к интеграции наук и в связи с появлением новых инструментальных методов изучения морфологических особенностей радужки представляет большой интерес апробировать иридологические приборы и методики для решения

актуальных вопросов антропологии. Применение в данном исследовании прибора – иридокопа и соответствующего компьютерного программного обеспечения позволило получить фотографии радужки с высоким разрешением, по которым стало возможным детальное изучение цвета и структуры радужки.

Таким образом, научная потребность в изучении совместной изменчивости цвета и структурных особенностей радужки, а также анализ связей морфологических характеристик радужки с некоторыми другими системами организма в рамках общей конституции человека обусловили актуальность научного поиска в данном направлении.

В настоящее время в антропологии также остаются нерешенными проблемы возрастной изменчивости цвета радужки, полового диморфизма, генетических маркеров пигментации и многие другие, часть из которых планируется решить в данном исследовании.

Самостоятельной проблемой является изучение морфологических особенностей радужки в связи с идентификацией личности и распространением соответствующих биометрических технологий.

Актуальность данной работы, основанной на представительном материале, объединяющем характеристики цвета глаз, иридокопические и иридометрические признаки, размеры головы и лица, дерматоглифические данные и некоторые функциональные показатели, с применением нового прибора – «иридокопа» и соответствующего программного обеспечения, а также широкого спектра математико-статистических методов анализа, определяется в первую очередь ее направленностью на выявление особенностей совместной вариации цвета и структуры радужки, изучение основных внутривнутрипопуляционных тенденций изменчивости морфологических характеристик радужки, а также анализ связей этих признаков с некоторыми другими системами организма в структуре общей конституции человека.

**Научная гипотеза.** В ходе исследования автор руководствовался представлениями о том, что структурные особенности радужки оказывают влияние на изменчивость ее пигментации в рамках частной морфологической конституции. Изучение закономерностей проявления межсистемных связей позволит установить взаимоотношения показателей цвета и структуры радужки с признаками некоторых других систем организма.

**Объектом исследования** послужили материалы комплексного антропологического обследования студентов Московского и Калмыцкого государственных университетов. В работе использованы данные для мужчин и женщин в возрасте от 15 до 24 лет. Объем русской выборки – 556 человек, калмыцкой – 297.

**Предмет исследования** - морфологические особенности радужки, их изменчивость и взаимосвязи с признаками других систем организма.

**Цель исследования.** Изучить особенности изменчивости морфологических характеристик радужки и исследовать закономерности взаимосвязей цвета и структуры радужки с признаками некоторых других систем организма.

### **Задачи исследования:**

1. Проанализировать межгрупповые (половые, расовые и возрастные) вариации морфологических особенностей радужки.
2. Исследовать особенности распределения различных структурно-хроматических характеристик радужки по вариантам цвета глаз.
3. Изучить особенности внутригрупповой изменчивости цвета и структуры радужки и определить основные тенденции совместной вариации этих признаков.
4. Изучить взаимосвязи структурно-хроматических признаков радужки с расово-диагностическими признаками пигментации и формы волос.
5. Провести комплексный анализ морфологических характеристик радужки с признаками, относящимися к другим системам организма (размерами головы и лица, характеристиками сердечно-сосудистой системы, признаками частной серологической конституции и др.).
6. Изучить взаимосвязи морфологических особенностей радужки с признаками пальцевой дерматоглифики.
7. Применить современные компьютерные технологии для визуализации 12-ти классовой шкалы Бунака и автоматического определения цвета глаз по этой шкале.

**Методологическая база** исследования представлена комплексным внутригрупповым и межгрупповым подходами для изучения изменчивости морфологических признаков (цвета и структуры) радужки с помощью современных методов одномерной и многомерной статистики, способствовавших повышению уровня достоверности полученных результатов.

**Достоверность** полученных результатов обеспечивалась сочетанием классических антропометрических методов получения первичных материалов (измерение головы и лица, определение цвета глаз по шкале Бунака, цвета волос по шкале Фишера-Заллера и т.д.) и новых методов исследования (получение фотографий радужки с помощью специального прибора – «иридоскопа» и отпечатков пальцев с помощью пальцевого сканера), а также выбором и использованием методов математической статистики, адекватным образом отражающих анализируемую изменчивость, что подтверждается как уровнем значимости статистических критериев, так и возможностью содержательной интерпретации картины изменчивости.

**Научная новизна.** Впервые в антропологических исследованиях для сбора материала применено современное оборудование «Иридоскоп-И5» – для получения цифровых изображений радужки и пальцевый сканер (Futronic Finger Print Scanner) – для отображения дерматоглифических узоров. Впервые в антропологии изучен комплекс структурно-хроматических признаков радужки и с применением широкого спектра методов одномерной и многомерной статистики проанализированы особенности внутри- и межгрупповой изменчивости ее морфологических характеристик. На численно представительном материале на достоверном уровне значимости выявлен половой диморфизм структурных особенностей радужки.

Впервые с применением методов многомерной статистики выявлены устойчивые тенденции совместной изменчивости признаков цвета и структуры тканей радужки и определены основные направления этой изменчивости. На базе совместного сотрудничества МГУ имени М.В. Ломоносова и МГТУ имени Н.Э. Баумана при непосредственном участии автора разработано оригинальное специальное программное обеспечение для автоматического определения цвета глаз по традиционной в отечественной антропологии 12-ти классовый шкале Бунака.

В данном исследовании на обширном материале с использованием различных методов одномерной и многомерной статистики проведен комплексный анализ по изучению взаимосвязей морфологических характеристик радужки с признаками, относящимися к другим системам организма (размерами головы и лица, функциональными показателями сердечно-сосудистой системы, признаками частной серологической конституции и др.). Впервые в антропологии исследованы взаимосвязи морфологических особенностей радужки и признаков пальцевой дерматоглифики. Результаты проведенного исследования могут быть положены в основу нового направления в антропологии по многоплановому изучению морфологических особенностей радужки, включая молекулярные и генетические аспекты.

**Теоретическая и практическая значимость работы** связана с выявлением статистически значимых общебиологических закономерностей изменчивости структуры и цвета радужки. Выявленные тенденции могут быть положены в основу для изучения фенотипологии цвета глаз и преобразования методики шкалирования пигментации радужки. Результаты исследования морфологических особенностей радужки могут быть использованы как в фундаментальной науке (этнической антропологии, морфологии человека, антропогенетике и др.), так и для прикладных целей судебно-медицинской экспертизы при идентификации личности, пластической хирургии и т.д.

Полученные результаты по изучению связей между морфологическими характеристиками радужки и признаками, относящимися к другим системам организма, дополняют представления о возможности системного подхода к анализу конституции человека и об относительной автономности морфофункциональных систем организма. Полученные знания о характере внутри и межсистемных связей морфологических характеристик радужки могут быть использованы при чтении ряда курсов по этнической, конституциональной, медицинской антропологии и другим дисциплинам. Выявленное отсутствие значимых межсистемных связей иридологических и дерматоглифических признаков может рассматриваться в качестве аргумента в пользу совместного применения этих признаков для улучшения биометрической экспертизы в целях идентификации личности.

Внедрение методики автоматического определения цвета глаз в антропологические исследования позволит значительно улучшить и ускорить сбор материала в экспедиционных условиях. Предложенное программное

обеспечение может быть использовано в медицине катастроф и медико-генетическом консультировании. Объективизация традиционной шкалы Бунака и создание программного обеспечения для автоматического определения цвета глаз имеют не только большое значение для развития теоретической и прикладной антропологии, но могут оказаться весьма востребованными для демонстрации музейных этнографических экспозиций на новом уровне компьютерных технологий, для учебно-методических целей, а также для решения других практических задач.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Морфологические особенности радужки составляют основу для изучения фенотипологии цвета глаз в антропологических исследованиях.
2. Цвет и структурные особенности радужки находятся в определенной степени взаимосвязи в рамках частной морфологической конституции.
3. Вариабельность структурных характеристик радужки имеет особенности, связанные с половым диморфизмом.
4. Исследование ассоциаций между различными системами признаков является необходимым инструментом для изучения общей конституции человека.

**Апробация работы.** Материалы диссертации были доложены и обсуждены на Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы физической и социокультурной антропологии», Минск, Республика Беларусь (2007); VI Международном конгрессе по интегративной антропологии, Винница, Украина (2007); Международном симпозиуме «Здоровье», Брест, Республика Беларусь (2007); II Международном молодежном медицинском конгрессе «Санкт-Петербургские научные чтения», Санкт-Петербург, Россия (2007); IX Международном конгрессе по физиологической антропологии, Делфт, Голландия (2008); XVI Конгрессе ЕАА, Оденсе, Дания (2008); Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы антропологии», Минск, Республика Беларусь (2008); Международной научно-практической конференции «Антропологическая наука: теория, практика, перспектива», Минск, Республика Беларусь (2009); Международном молодежном научном форуме «Ломоносов-2010», Москва, Россия (2010), заседании кафедры антропологии Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (2010), заседании научно-методического совета НИИ и Музея антропологии МГУ (2010).

**Опубликованность.** По теме диссертации опубликовано 18 работ, из них 3 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК для защиты диссертаций, 9 - в журналах и сборниках, 6 тезисов.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, выводов, списка литературы и приложения. Материалы диссертации изложены на 265 страницах компьютерного текста, включающего 17 рисунков, 56 таблиц, 13 из которых вынесены в приложение. Список использованной литературы содержит 460 источников, из них 272 на русском языке и 188 иностранных источников.

# ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

## Глава 1. Обзор литературы

В главе изложены современные представления об анатомии и морфологии радужки, в том числе в онтогенетическом аспекте, о причинах и механизмах изменчивости морфологических особенностей радужки, а также известные на новейшем этапе развития науки механизмы белковой и нейрогуморальной регуляции синтеза меланинов, количество и особенности залегания которых обуславливают пигментацию радужки. Описаны современные представления о наследственных основах цвета глаз, а также затронуты аспекты возрастной изменчивости и полового диморфизма в пигментации радужки. Рассмотрены основные современные проблемы исследования особенностей радужки в аспектах этнической, возрастной, эстетической и медицинской антропологии, в клинических и экспериментальных медицинских исследованиях и биометрических технологиях.

## Глава 2. Материалы и методы исследования

В работе использованы материалы комплексного антропологического обследования студентов Московского и Калмыцкого государственных университетов (общее количество обследованных 853 человека в возрасте от 15 до 24 лет). Для основного анализа в работе использованы данные для московских студентов, у которых оба родителя русские (461 человек), и для студентов–калмыков, у которых оба родителя калмыки (277 человек).

Все материалы собраны при непосредственном участии автора.

Наряду с антропометрическим обследованием (измерение длины и массы тела и 12 размеров головы и лица) определялись цвет глаз с помощью традиционной методики по шкале Бунака, форма волос по методике Мартина и цвет волос по шкале Фишера-Заллера.

Исследование радужки проводилось с помощью специального прибора – «Иридоскопа-И5» и программного обеспечения «Иридоанализ 1.73.03». Для каждого индивидуума были получены фотографии радужки с высокой разрешающей способностью. Далее изображения обрабатывались в программе «Ирида» и Adobe Photoshop CS2, в результате чего были получены 18 иридометрических признаков для правого и левого глаза, а на следующем этапе по фотографиям радужки автором были определены 18 иридоскопических характеристик радужки, отражающих ее структурно-хроматические особенности.

Для 519 человек при помощи пальцевого сканера были получены изображения дерматоглифических отпечатков дистальных фаланг пальцев рук. При исследовании отсканированных отпечатков пальцев определялся тип

узора: дуги, петли или завитки, подсчитывался дельтовый индекс и по комбинациям узоров определялись фенотипы пальцевой дерматоглифики и бимануальная асимметрия узорности.

Для функциональной характеристики сердечно-сосудистой системы измерялись систолическое и диастолическое артериальное давление, частота сердечных сокращений.

Данные о серологическом варианте систем групп крови АВО, Rh фактор, а также о клинической рефракции были выписаны из медицинских карт.

В таблице 1 приведена численная характеристика обследованного контингента с указанием методов и этапов исследования.

Таблица 1

### Характеристика контингента, методы и этапы исследования

Методы и этапы исследования	Русские		Калмыки	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
<b><i>Антропометрия</i></b>				
Измерение тотальных соматических показателей (длина и масса тела)	146	191	0	115*
Измерение головы и лица (12 размеров)	231	296	0	0
<b><i>Антропоскопия</i></b>				
Определение цвета глаз, формы и цвета волос	234	297	171	117
<b><i>Характеристики радужки</i></b>				
<i>Иридометрия</i> (18 размеров)				
Измерительные признаки по программе «Иридоанализ 1.73.03»	70	105	106	80
Абсолютный размер радужки и зрачка (мм)	146	200	0	0
<i>Иридооскопия</i> (18 размеров)	152	200	171	117
<b><i>Дерматоглифическое исследование</i></b>				
Снятие отпечатков дистальных фаланг пальцев кисти	225	294	0	0
<b><i>Функциональное исследование</i></b>				
Измерение артериального давления и частоты сердечных сокращений	229	286	0	114*
<b><i>Данные о частной серологической конституции</i></b>				
Система АВО	108	126	0	0
Система Rh	91	111	0	0
<b><i>Данные о клинической рефракции</i></b>				
	221	276	158	116

Примечание: \* данные по тотальным размерам тела и функциональным характеристикам для калмыцких студентов предоставлены лабораторией ауксологии НИИ антропологии МГУ

Для статистической обработки данных использованы различные методы одномерной и многомерной статистики пакета программ Statistica 6.0. в зависимости от поставленных задач. Дополнительно применена программа «Тест», разработанная В.Е. Дерябиным для проверки статистических гипотез.

### Глава 3. Межгрупповая изменчивость морфологических признаков радужки

На первом этапе исследования рассматривалось существование половых и расовых различий морфологических особенностей радужки, а также возможных возрастных изменений этих признаков в интервале от 16 до 23 лет. Кроме самостоятельной ценности результаты этого анализа должны позволить выделить относительно однородные группы в составе всего материала для дальнейшего исследования внутригрупповой изменчивости иридологических характеристик и их связей с признаками других систем.

При изучении *полового диморфизма* морфологических особенностей радужки были проанализированы частоты встречаемости различных цветов глаз по шкале Бунака у мужчин и женщин отдельно в русской и калмыцкой выборках. В целом можно отметить, что распределение частот встречаемости всех вариантов цвета глаз практически одинаково у мужчин и женщин, и разница между полами в распределении по классам не превышает 2% у русских и 7% у калмыков. По результатам сравнения частот встречаемости различных цветов глаз с применением углового преобразования Фишера достоверных различий между мужчинами и женщинами не выявлено как в русской, так и в калмыцкой выборках, что свидетельствует в пользу гипотезы об отсутствии полового диморфизма в окраске радужки.

Для структурных признаков (в дальнейшем называемых иридометрическими и иридоскопическими соответственно) проявляется сходная для русских и калмыков модель половых различий, в соответствии с которой женщины имеют бóльшие размеры зрачков, что достаточно отчетливо проявляется в русской выборке и в виде тенденции в калмыцкой группе. По мнению ряда исследователей [Вельховер, Ананин, 1991], описывающих аналогичную тенденцию, это можно объяснить особенностями иннервации сфинктера зрачка парасимпатическими нервами и большей эмоциональной лабильностью женщин, по сравнению с мужчинами. Для женщин также характерно наличие более плотной структуры радужки и, в соответствии с этим, более редкое присутствие структурных нарушений, таких как деформации и разрывы автономного кольца.

При изучении межгрупповых *расовых различий* морфологических особенностей радужки у русских и калмыков были найдены следующие особенности: у русских бóльшая частота встречаемости радиальных, радиально-волнистых, радиально-лакунарных и лакунарных типов, тогда как для калмыков более характерно присутствие гомогенных и гомогенно-лакунарных состояний. Выявленные межгрупповые различия в структуре радужки характерны для обоих полов, что свидетельствует об их устойчивости, и объясняются, по всей вероятности, особенностями пигментации радужки в русской и калмыцкой выборках. Сходные для двух полов межгрупповые расовые различия обнаружены также для наличия деформации автономного

кольца, его разрывов, проявлений лимфатического розария, которые чаще встречаются у русских, и количества адаптационных колец, которое больше у калмыков.

Так как по результатам сравнительного анализа частот встречаемости различных классов цвета глаз по шкале Бунака как в русской, так и в калмыцкой группе полового диморфизма не обнаружено, далее будут приведены данные по цвету глаз в объединенных (по полу) выборках (рис. 1).

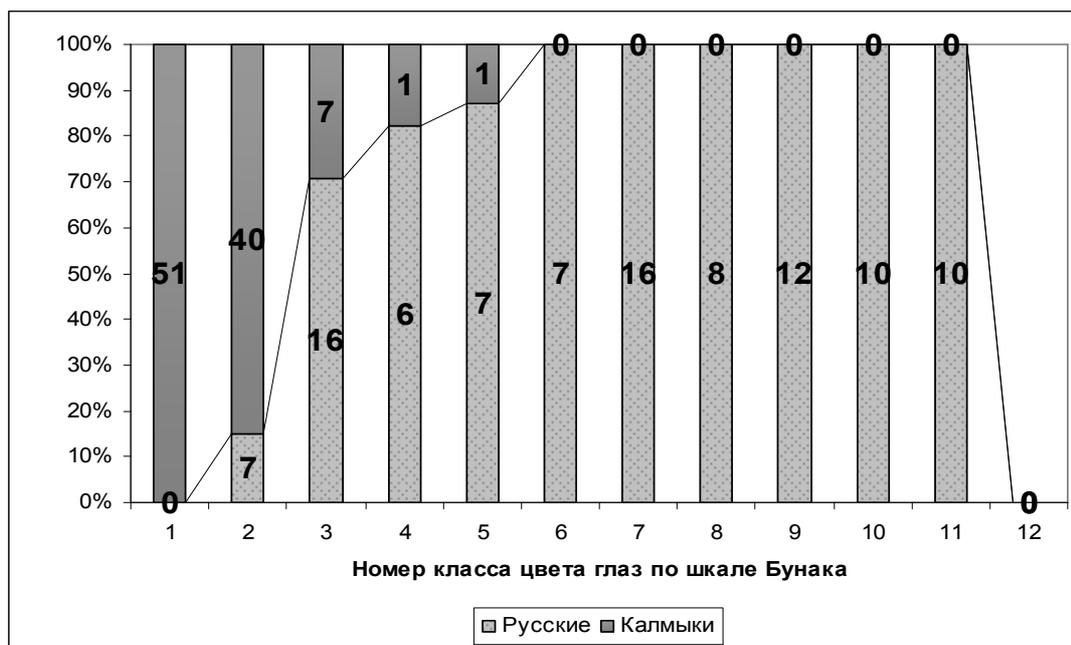


Рис. 1. Распределение частот встречаемости 12-ти классов шкалы Бунака в русской и калмыцкой группах

Так, в объединенной калмыцкой выборке 99% радужек относились к темному типу и лишь 1% к смешанному, у них не было встречено ни одного варианта светлых глаз. Классы с 6 по 11 представлены исключительно наблюдениями из русской выборки. В русской выборке наиболее многочисленными оказались классы №3, 7 и 9. Смешанный тип цвета глаз у них встретился чаще (38% наблюдений), по сравнению со светлым (32%) и темным (29%) типами.

Основная масса наблюдений, рассматриваемых в нашем исследовании, относится к студентам, имевшим возраст на момент обследования от 16 до 23 лет. Ростовые процессы, характерные для размеров органа зрения [Scammon, Harris, Jackson, Patterson, 1930] относятся к так называемому мозговому типу роста, характеризующемуся высокой интенсивностью в детстве и практически завершающемуся к началу подросткового периода. Однако более современные эмпирические данные [Человек ..., 1977; Басинский, Егоров, 2007] свидетельствуют о том, что размеры глазных яблок продолжают увеличиваться и после пубертатного этапа развития организма. Поэтому, существование

аналогичных изменений иридологических признаков не могло быть априорно исключено в данном исследовании, и, несмотря на небольшой возрастной интервал (от 16 до 23 лет), требовало проведения специальной проверки. В процессе изучения **возрастных изменений** морфологических характеристик радужки из 60 случаев вычисления коэффициентов корреляции иридометрических признаков с возрастом достоверные связи были обнаружены всего лишь для 3 проверок, что составляет не более 5% случаев. Аналогичным образом, из 72 случаев рассмотрения возрастных изменений встречаемости вариантов иридокопических показателей неслучайный их характер был установлен только для 4 проверок (6% случаев).

Следовательно, наиболее обоснованным представляется вывод о том, что сколько-нибудь значительных и закономерных возрастных изменений особенностей цвета и структуры радужки в рассматриваемом возрастном интервале не обнаружено.

#### **Глава 4. Изучение особенностей распределения структурно-хроматических характеристик радужки в трех типах цвета глаз**

Для изучения особенностей распределения структурно-хроматических характеристик радужки в трех типах цвета глаз на следующем этапе исследования было целесообразно рассмотреть согласованность вариации цвета глаз по шкале Бунака с иридокопическими и иридометрическими признаками. Поскольку в русской выборке цвет глаз №1 по шкале Бунака не встретился, а к №2 отнесено мало случаев, в то время как в калмыцкой группе определены практически только темноглазые, для изучения общебиологических закономерностей связи цвета и структуры радужки русские и калмыки были объединены в общую выборку для увеличения численности, а также для более полного спектра цветовых вариантов. Для получения более компактной и наглядной картины состояния пигментации радужки были объединены в три обычные для антропологических исследований категории цвета: темных, смешанных и светлых оттенков.

Рассмотрение сопряженности иридокопических признаков с цветом глаз, оценивавшихся по шкале Бунака, выявило неслучайную связь в 19 проверках из проведенных 36, что составляет значительную величину в 52.7%. Следовательно, можно сделать вывод о заметной связанности этих признаков с уровнем пигментации радужки. Связи с цветом глаз были также найдены для вариантов строения радужки из схем Вельхова, плотности по двум методикам Иенсена и уровня общей плотности, а также практически для всех структурно-хроматических показателей.

При исследовании распределения вариантов структурной организации радужки по методике Вельхова в трех цветовых типах было установлено следующее (рис. 2, 3):

- у мужчин и женщин в темном типе встречаются практически все 6 вариантов структуры радужки, преимущественно гомогенный (около 50% у обоих полов) и гомогенно-лакунарный (39% у мужчин и 34% у женщин). Радиальный и радиально-волнистый варианты немного чаще встречаются у женщин (5 и 8% против 3 и 4%). Радиально-лакунарный и лакунарный варианты у мужчин встречается в 7 и 0.5% случаев, у женщин первый вариант описан только в 3 % случаях, а лакунарный не встретился вовсе;
- в смешанном и светлом типах и у мужчин и у женщин отсутствует гомогенный и гомогенно-лакунарный варианты, а преобладают радиально-волнистые. У женщин частоты встречаемости оставшихся 4-х структурных вариантов практически одинаковы в светлом и смешанном типах цвета глаз. У мужчин в смешанном типе цвета глаз чаще, чем в светлом типе, встречается радиальный структурный вариант (15% против 8%), а в светлом типе чаще встречается радиально-лакунарный вариант структуры (39% против 25%).

Таким образом, гомогенный и гомогенно-лакунарный варианты из схемы Вельхова явны ассоциированы с темными оттенками глаз, тогда как радиально-волнистый, радиально-лакунарный и лакунарный варианты обнаруживают связанность со смешанными и светлыми типами. Этот результат согласуется с наблюдениями автора этой схемы [Вельховер, Шульпина, Алиева, Ромашев, 1988]. Установленные связи сопровождаются высокими по величине значениями коэффициента сопряженности Крамера, около 0.6, практически одинакового для обоих полов, что свидетельствует об устойчивости связи цвета со структурными вариантами радужки из схемы Вельхова.

Интересно отметить, что у мужчин, по сравнению с женщинами, достоверно чаще встречается радиально-лакунарный вариант радужки в темном типе ( $P < 0.01$ ). В светлом и смешанном цветовых типах у мужчин более чем на 10% чаще встречается лакунарный вариант ( $P < 0.05$ ), а в светлом типе также и радиально-лакунарный вариант у мужчин встречается на 18% чаще ( $P < 0.05$ ). Ранее (в главе 3) были найдены неслучайные половые различия по признакам структурной организации радужки по Вельхову и Иенсену. В данном анализе при изучении связи структуры радужки с ее цветом половые различия не потеряли своей значимости и приобрели уточнение в локализации этих различий в цветовых типах.

Как уже отмечалось ранее, варианты структуры по Вельхову имеют априорно некоторую взаимосвязь с цветом радужки. Тогда как плотность, определенная по одной из методик Иенсена, и оценка общей плотности совершенно не зависимы от цвета радужки по своему определению, поэтому большой интерес представляет анализ особенностей распределения вариантов плотности в трех цветовых типах радужки.

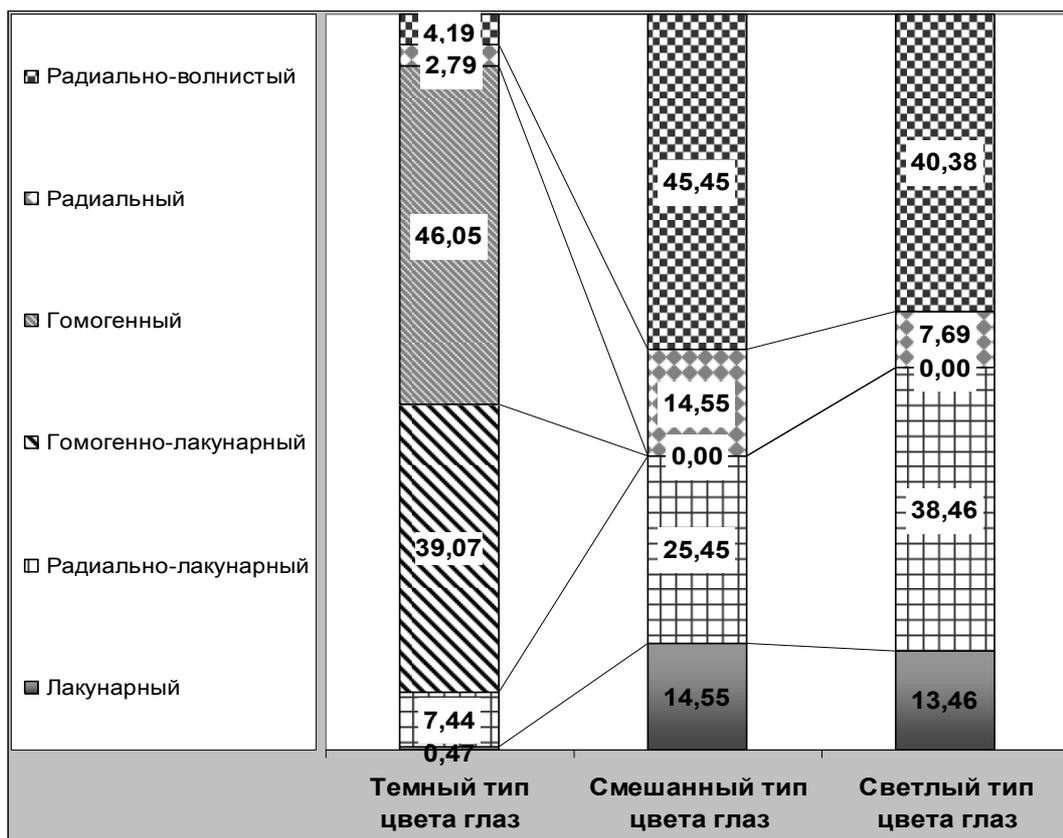


Рис. 2. Распределение частот встречаемости (%) вариантов структуры радужки (по Вельховеру) по трем цветовым типам в объединенной мужской выборке

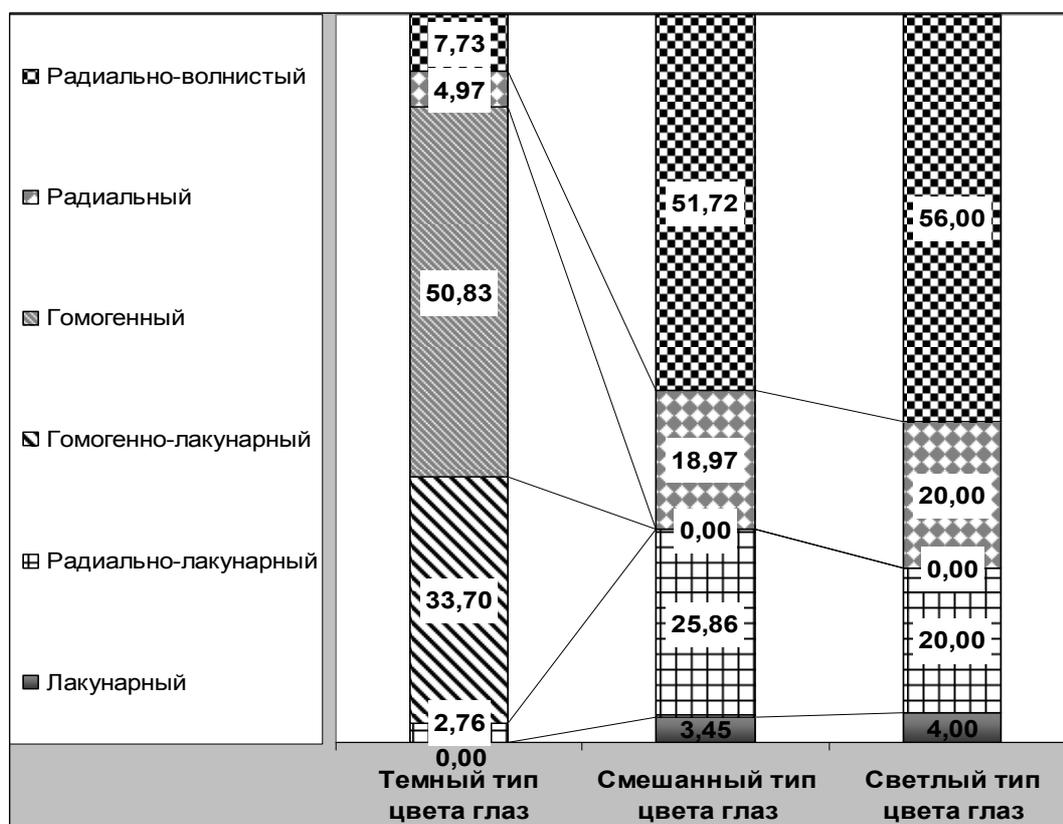


Рис. 3. Распределение частот встречаемости (%) вариантов структуры радужки (по Вельховеру) по трем цветовым типам в объединенной женской выборке

Низкая плотность, оцененная баллом 0, у мужчин чаще встречается в светлом типе (48%), у женщин - в светлом и смешанном типах (27% и 29%, соответственно). Средний вариант плотности, оцененный баллом 1, у мужчин чаще встречается в смешанном типе (44% случаев), а у женщин - в темном типе цвета глаз (37% случаев). Высокая плотность структуры радужки, оцененная баллом 2, у мужчин встречается чаще в темном типе (33%), а у женщин - с одинаковой частотой (42% случаев) и в темном и в светлом типах.

При попарном сравнении частот встречаемости различных структурных вариантов в каждом цветовом типе между мужчинами и женщинами с применением углового преобразования Фишера были найдены величины нормированного Z-критерия и вероятность ошибки I рода. Достоверно значимые результаты такого сравнения, свидетельствующие о наличии полового диморфизма, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Неслучайность проявлений полового диморфизма в частоте встречаемости вариантов плотности радужки в трех цветовых типах (приведены только достоверно значимые результаты; P – вероятность ошибки I рода)

Особенности структуры и цвета радужки	Z-критерий	P
Плотность, оцененная баллом 0 (4,5,6 степени плотности по методике Иенсена 2), в <i>темном</i> типе	1.78	0.037*
Плотность, оцененная баллом 0 (4,5,6 степени плотности по методике Иенсена 2), в <i>светлом</i> типе	1.73	0.042*
Плотность, оцененная баллом 2 (2 степень плотности по методике Иенсена 2), в <i>темном</i> типе	2.28	0.011*
Плотность, оцененная баллом 2 (2 степень плотности по методике Иенсена 2), в <i>светлом</i> типе	2.37	0.009**

Примечание: знаками \* отмечены неслучайные различия при  $P < 0.05$ , \*\* при  $P < 0.01$

У мужчин, по сравнению с женщинами, достоверно чаще ( $P < 0.05$ ) на 8% в темном и на 20% в светлом типах встречаются высокие степени стромального разволокнения. У женщин, по сравнению с мужчинами, в 1.5 раза чаще в темном типе ( $P < 0.05$ ) и в 2 раза чаще в светлом ( $P < 0.01$ ) встречаются самые плотные варианты структуры радужки.

Связи с цветом глаз были найдены для большинства иридокопических признаков: деформации зрачка, зашлакованности и разрывов автономного кольца, гетерохромии, лимфатического розария, дистрофического ободка, пигментных пятен, числа и категории адаптационных колец.

Для иридометрических признаков результаты этой главы показали существование отдельных связей цвета глаз с размером зрачков, что согласуется с мнением некоторых авторов о взаимосвязи интенсивности пигментации радужки с ее светопоглощающими качествами и выполнением ею функции диафрагмы, дозированно пропускающей световой поток на сетчатку и таким образом определяющей величину зрачка [Вельховер, Ананин, 1991]. Однако большинство иридометрических признаков довольно слабо связано с

цветом глаз, что сильно отличается от иридокопических характеристик, также отражающих структурные свойства радужки.

## Глава 5. Изучение внутригрупповой изменчивости морфологических признаков радужки

Для изучения особенностей совместной изменчивости признаков цвета и структуры радужки в объединенной выборке русских и калмыков проведен факторный анализ набора структурно-хроматических показателей и цвета глаз по шкале Бунака. Для этого анализа данные были сформированы в виде корреляционной матрицы [Дерябин, 2008].

Первый фактор, описывающий наибольший процент изменчивости, и у мужчин и у женщин выделил общую закономерность: на положительном полюсе изменчивости находятся индивиды, для которых характерны светлые оттенки цвета глаз с выраженным лимфатическим розарием в сочетании с меньшей плотностью стромы радужки, меньшим количеством адаптационных колец и отсутствием гетерохромии (рис. 4).

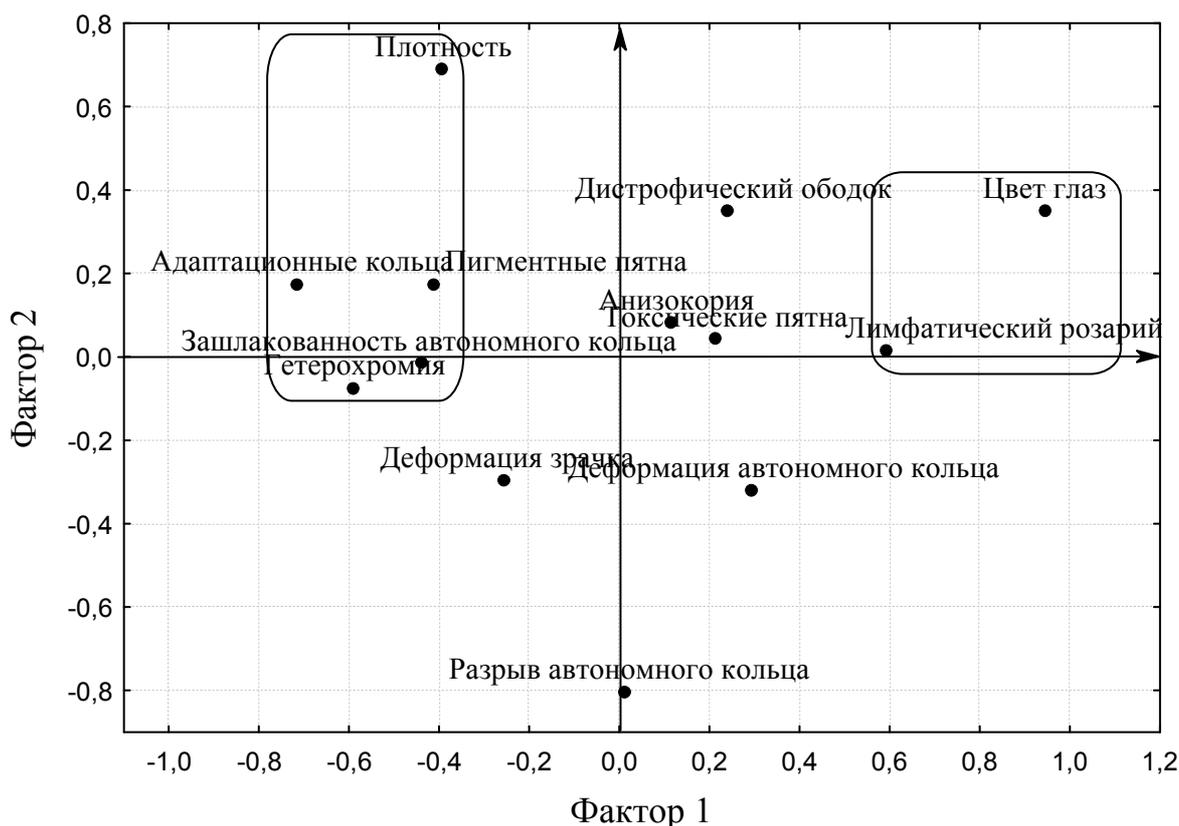


Рис. 4. Распределение факторных нагрузок на признаки структуры и цвета радужки в объединенной выборке русских и калмыцких мужчин

На отрицательном полюсе изменчивости первого фактора находятся люди с противоположным сочетанием признаков: более темный цвет глаз

ассоциирован с бóльшей плотностью, бóльшим количеством адапционных колец, наличием гетерохромии и отсутствием лимфатического розария.

Второй фактор у обоих полов описывает общую тенденцию изменчивости, при которой с увеличением значений этого фактора (ближе к положительному полюсу) увеличивается плотность радужки и реже встречаются разрывы автономного кольца, что вполне объяснимо, поскольку последний признак, так же как и система оценок плотности стромы, характеризует степень целостности одного из участков радужки. На отрицательном полюсе второй фактор выделяет обратное сочетание признаков.

Начиная с третьего фактора, все последующие описывают не более 9-10% изменчивости и показывают различные сочетания структурных особенностей вне зависимости от цвета глаз, т.к. нагрузочные коэффициенты на цвет глаз у 3-го – 7-го факторов имеют весьма незначительные величины.

Таким образом, результаты факторного анализа для обоих полов показали существование определенных тенденций в изменчивости морфологических признаков радужки, описываемых первыми двумя факторами, включающими наибольший процент суммарной внутригрупповой вариации (рис. 5).

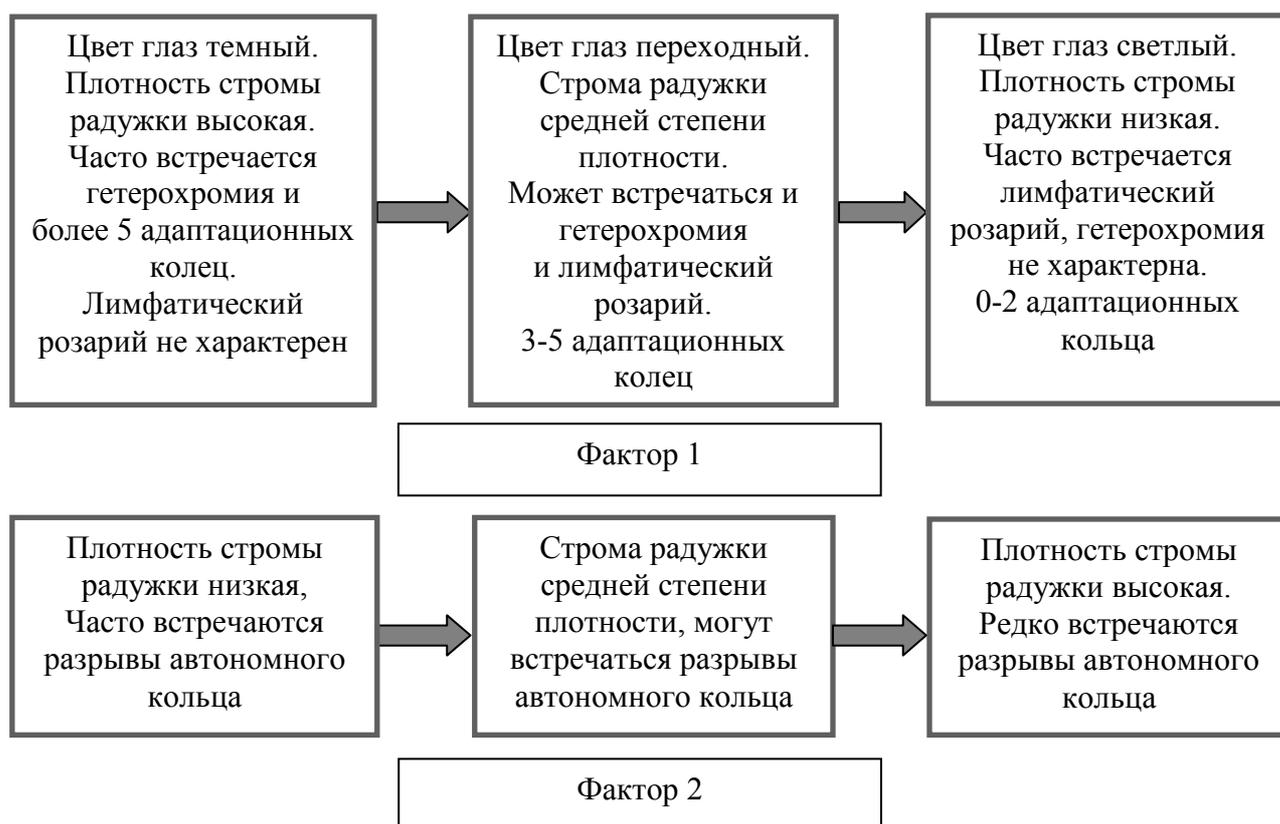


Рис. 5. Схематичное изображение основных направлений совместной изменчивости признаков цвета и структуры радужки. Приведены сочетания признаков, характерных для контрастных морфологических фенотипов радужки, находящихся на полюсах изменчивости 1-ого и 2-ого факторов, а также средние (промежуточные) варианты

## Глава 6. Изучение связей цвета и структуры радужки с признаками других систем организма

При изучении целостности человеческого организма в рамках представлений об общей конституции большую роль играет рассмотрение взаимосвязей признаков, характеризующих различные системы организма. В данном исследовании изучены связи между морфологическими особенностями радужки и характеристиками, описывающими иные телесные свойства: расово-диагностическими признаками пигментации и формы волос, размерами головы и лица, показателями качества зрения, некоторыми функциональными признаками, а также с особенностями пальцевой дерматоглифики кисти.

Связи иридологических признаков с цветом и формой волос обнаруживаются весьма редко (в 4.2% и 3.3% проведенных проверок), что свидетельствует о практически полном отсутствии связей между этими системами признаков.

Методом канонических корреляций выявлена взаимосвязь диаметров радужек с комплексом признаков, характеризующих окологлазничную область: наименьший лобный диаметр, наружноорбитная ширина, наружноглазничная, межзрачковая, межглазничная и межорбитная ширины (табл. 3).

Таблица 3

Канонические корреляции между диаметрами радужек и комплексом размеров головы и лица у русских мужчин и женщин (R – каноническая корреляция, N – число наблюдений, P – вероятность ошибки I рода)

Размеры головы и лица, характеризующие окологлазничную область	Диаметры правой и левой радужек					
	Мужчины			Женщины		
	R	N	P	R	N	P
	0.36	142	<b>0.011*</b>	0.25	195	0.156

Примечание: знаком \* отмечена неслучайная при  $P < 0.05$  связь

Возможно, что выявленная взаимосвязь (достоверно значимая в мужской выборке) определяется следующим: диаметр радужки, как части сосудистой оболочки глазного яблока, несомненно, связан с его размером, который имеет индивидуальную изменчивость. В то же время анализируемый комплекс размеров глазничной области в какой-то мере определяет ее объем и косвенно связан с размерами глазного яблока, чем, вероятно, объясняется полученная связь комплекса размеров окологлазничной области с размерами радужки.

В научной литературе часто встречается объяснение нарушения рефракции изменениями формы глазного яблока, также есть данные об особенностях зрачка при различных нарушениях зрения и некие представления о возможной связи морфологических свойств радужки (в том числе и цвета) с качеством зрения [Виденина, 1989, 1990; Клюка, Бушуева, 1990; Глазные болезни..., 2002; Басинский, Егоров, 2007]. В связи с этим, было проведено

исследование взаимосвязи морфологических особенностей радужки с показателями клинической рефракции, результаты которого показали общие тенденции в русской и калмыцкой выборках.

В исследуемой выборке русских студентов (табл. 4) среди групп, сформированных по качеству зрения, наиболее многочисленными оказались группы эметропии и миопии слабой степени, что соответствует литературным данным о том, что к завершению школы у 20-30% юношей и девушек формируется миопия слабой степени, и в возрасте от 8 до 20 лет проявляется наибольший риск развития миопии [Басинский, Егоров, 2007]. С применением углового преобразования Фишера для попарных сравнений было выявлено, что миопия слабой степени достоверно чаще встречается у женщин ( $P < 0.05$ ), а эметропия - у мужчин ( $P < 0.01$ ).

Таблица 4

Распределение частот встречаемости различных групп зрения среди обследованных русских мужчин и женщин (%)

Группа по виду рефракции	Мужчины	Женщины
Миопия высокой степени: более -6 дптр	3%	4%
Миопия средней степени: от 3.25 до -6 дптр	15%	17%
Миопия слабой степени: до -3 дптр	<b>28%*</b>	<b>37%*</b>
Эметропия (норма)	<b>53%**</b>	<b>41%**</b>
Гиперметропия слабой степени: до +2 дптр	1%	1%
Количество наблюдений	219	272

Примечание: \* вероятность ошибки первого рода  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$

Таким образом, существует неслучайный половой диморфизм в частотах встречаемости нарушений рефракции, и в дальнейшем рассмотрении связи этих показателей с цветом глаз исследование необходимо проводить у мужчин и женщин отдельно. Результаты анализа таблиц сопряженности цвета глаз (по трем типам) с показателями нарушения и нормы рефракции выявили их взаимосвязь, достигающую у мужчин величины 0.21 коэффициента сопряженности Крамера на достоверном уровне значимости ( $P < 0.05$ ).

У женщин во всех типах цвета глаз нарушение рефракции встречается чаще, чем норма, достигая наибольшей величины различий в смешанном типе, когда количественное соотношение женщин с нарушениями зрения и эметропией (нормой) почти 2 к 1 ( $P < 0.01$ ). У мужчин нарушение рефракции чаще встречается только в темном типе ( $P < 0.01$ ). Возможно, это связано с тем, что для женщин в целом характерно более частое нарушение рефракции по сравнению с мужчинами (см. табл. 4), а также с относительно небольшой численностью темноглазых мужчин и женщин в русской выборке.

Неслучайные связи иридологических признаков с характеристиками качества зрения встречаются весьма редко, имеют небольшую величину коэффициента корреляции и включают, в основном, показатели ориентации зрачка.

Результаты проведенного исследования показали практически полное отсутствие связей иридологических признаков с показателями артериального давления и частотой сердечных сокращений. В подавляющем большинстве проведенных проверок (98.6%) коэффициенты корреляции статистически не достоверны. Никаких неслучайных связей иридологических признаков со статусом здоровья, оцениваемым по методике Р.М. Баевского, в нашем исследовании не было обнаружено. Достоверные связи иридологических признаков с фенотипами систем АВО и Rh проявляются весьма редко в сочетании с небольшой величиной показателей тесноты таких связей, что свидетельствует об отсутствии согласованности в вариации признаков этих систем.

Изучение множества парных связей дерматоглифических и иридологических признаков также показало практическое отсутствие согласованности в изменчивости этих двух групп признаков, т.к. в 94 - 98% проведенных проверок неслучайные связи не выявлены, а в тех немногих ситуациях, когда такие связи все же были найдены, их величина весьма незначительна.

В табл. 5 приведены квадраты коэффициентов множественной корреляции (коэффициенты детерминации) количественных дерматоглифических признаков по двум наборам иридологических характеристик, значения которых показывают, какая доля изменчивости дерматоглифического свойства может быть учтена за счет его связи с иридоскопическими и иридометрическими признаками.

Таблица 5

Множественная корреляция дерматоглифических признаков с комплексами иридологических показателей ( $R^2$  – квадрат коэффициента множественной корреляции – коэффициент детерминации,  $N$  – количество наблюдений,  $P$  – вероятность ошибки I рода)

Мужчины					
Признаки	Бинарные иридоскопические признаки		Иридометрические признаки		
	$R^2$	N	$R^2$	N	P
Суммарное количество дуг	0.100	142	0.166	48	<b>0.017*</b>
Суммарное количество петель	0.130	142	0.065	48	0.085
Суммарное количество завитков	0.111	142	0.021	48	0.274
Дельтовый индекс	0.116	142	0.017	48	0.182
Бимануальная асимметрия	0.048	142	0.176	48	<b>0.008*</b>
Женщины					
Признаки	1		2		
	$R^2$	N	$R^2$	N	P
Суммарное количество дуг	0.009	198	0.057	74	0.088
Суммарное количество петель	0.112	198	0.008	74	0.271
Суммарное количество завитков	0.135	198	0.043	74	0.075
Дельтовый индекс	0.083	198	0.060	74	<b>0.040*</b>
Бимануальная асимметрия	0.024	198	0.014	74	0.223

Примечание: знаками \* отмечены неслучайные при  $P < 0.05$  связи

В связи с тем, что в одной серии вычислений иридокопические признаки имели бинарную форму вариации, полученные здесь результаты являются приближенными, и проверка статистической гипотезы о неслучайности множественных связей в этом случае не проводилась.

Из табл. 5 видно, что квадраты коэффициентов множественной корреляции, полученные в 20 проверках, варьируют от 0.01 до 0.18 со средним уровнем 0.075. При этом два наибольших значения 0.17 и 0.18 получены по очень небольшому количеству 48 наблюдений и в силу этого – мало надежны.

Таким образом, изучение множественных связей дерматоглифических признаков с наборами иридологических показателей позволяет заключить, что в среднем всего лишь 7.5% изменчивости любого из дерматоглифических признаков может быть учтено за счет связи с иридологическими показателями. Иными словами, по значениям иридологических признаков практически ничего нельзя сказать о свойствах пальцевых дерматоглифов. Этот вывод хорошо соответствует итогам изучения отдельных парных связей иридологических и дерматоглифических свойств. Отсутствие значимых связей между иридологическими и дерматоглифическими признаками может рассматриваться в качестве аргумента в пользу совместного применения этих признаков для улучшения биометрической экспертизы в целях идентификации личности.

## **Глава 7. Применение компьютерных технологий для визуализации традиционной 12-ти классовой шкалы Бунака**

На заключительном этапе исследования совместно с Научно-исследовательским и испытательным центром биометрической техники при МГТУ имени Н.Э. Баумана была предпринята попытка разработать оригинальное программное обеспечение для автоматического определения цвета глаз по 12 классам шкалы Бунака и компьютерной визуализации данной шкалы. Так как классификация цвета глаз по шкале Бунака основана на визуальном восприятии цветового контраста, описание цвета радужки проводилось в координатах пространства признаков равноконтрастной цветовой модели  $L^*a^*b^*$  [Джадд, Вышецки, 1978; Домасёв, Гнатюк, 2009; Хрусталева, Ермакова, Спиридонов, 2009].

Обучающая выборка для программы состояла из 420 цифровых изображений. Для каждого класса построены распределения цветовых координат пикселей цифрового изображения в зонах автономного кольца, цилиарного и зрачкового поясов радужки и установлены их статистические характеристики. Цветовые координаты разных цветов радужки имеют различные статистические распределения, поэтому для автоматического определения радужки по цвету выбран непараметрический метод классификации  $k$ -ближайших соседей. Экспериментально установлено, что оптимальным с точки зрения устойчивости и точности метода классификации радужки по цвету является значение параметра  $k=7$ .

В результате анализа особенностей пигментации радужки и статистических ее свойств цифрового изображения разработано специальное программное обеспечение для измерения цвета и классификации радужки, нахождения «характерных» и «редких» представителей каждого класса и их компьютерной визуализации.

Разработанное специальное программное обеспечение было апробировано на независимой выборке, состоящей из 158 изображений радужек. Результаты апробации показали, что ошибки классификации I-го и II-го рода не превышают 15% (табл. 6).

Программное обеспечение может работать в трех режимах. В режиме обучения оператор формирует обучающую выборку из цифровых изображений радужки, выделяет на них области автономного кольца, цилиарного и зрачкового поясов. Для распределений цветовых координат пикселей автоматически рассчитываются значение моды и граничные значения, которые сохраняются в текстовом файле. Этот режим делает возможным анализировать цифровые изображения радужки, полученные с помощью любого иридологического фотоприбора. В режиме классификации на основании результатов измерения цветовых координат пикселей исследуемого цифрового изображения автоматически определяется классовая принадлежность радужки. В режиме визуализации программа выводит на экран изображения «характерных» и «редких» представителей каждого класса, установленных на основании обработки выборки изображений, сформированной в режиме обучения.

Таблица 6

Вероятности классификации радужек по цвету

		Класс цвета глаз по шкале Бунака											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Результат классификации цвета глаз по шкале Бунака	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	95	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	90	5	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	80	5	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	15	80	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	90	0	5	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	15	0	90	5	5	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	5	0	75	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	5	10	10	85	10	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	90	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
			- верная классификация (%)										
			- ошибочная классификация (%)										

На основе анализа цифровых изображений радужки 578 человек в диссертационной работе представлены «характерные» варианты для 12-ти

классов шкалы Бунака, т.е. представлен компьютерный вариант (компьютерная визуализация) традиционной шкалы Бунака.

Внедрение методики автоматического определения цвета глаз в антропологические исследования позволит значительно улучшить и ускорить сбор материала в экспедиционных условиях. Разработанная программа является обучаемой, что позволяет анализировать цифровые изображения радужки, полученные с помощью любого иридологического фотоприбора. Следует отметить универсальность разработанного специального программного обеспечения, поскольку при автоматическом определении особенностей цвета все изображения радужек оцениваются по единому алгоритму, при этом нивелируется расхождение результатов и субъективизм разных исследователей.

## **Заключение**

Проведенная многоплановая работа является в некотором роде инновационной в современных антропологических исследованиях. Наряду с решением ряда проблем, связанных с особенностями изменчивости и изучением межсистемных связей цвета и структуры радужки, она ставит новые перспективные задачи по выявлению генетических основ пигментации, по лонгитудинальному исследованию возрастной динамики морфологических признаков радужки и многие другие. При этом определение морфологических особенностей радужки целесообразно проводить с помощью современных приборов, например, иридоскопа, позволяющего детально анализировать особенности цвета и структуры. Использование специального программного обеспечения для автоматической классификации цвета глаз по наиболее распространенной в отечественных антропологических исследованиях шкале Бунака позволит в определенной мере унифицировать фенотипический ряд цвета радужки, что имеет не только большое значение для развития теоретической и прикладной антропологии, но может оказаться весьма востребованным для демонстрации музейных этнографических экспозиций на новом уровне компьютерных технологий. Полученные в работе результаты могут быть использованы в судебной медицине, медико-генетическом консультировании, а также в учебно-методических целях.

## **ВЫВОДЫ**

1. По результатам исследования в русской и калмыцкой выборках не выявлено различий в распределении вариантов цвета глаз у мужчин и женщин. По структурным особенностям радужки в обеих выборках получены достоверные различия, свидетельствующие о наличии полового диморфизма по ряду признаков: для женщин характерны бóльшие размеры зрачков и более плотная структура радужки без деформаций и разрывов автономного кольца.

2. При изучении расовых особенностей иридологических признаков найдены межгрупповые различия, обусловленные особенностями пигментации радужки в русской и калмыцкой выборках: для калмыков характерна бóльшая частота встречаемости гомогенных и гомогенно-лакунарных типов структуры ( $P < 0.05$ ). В возрастном интервале от 16 до 23 лет изменений иридологических признаков не обнаружено.

3. Для обоих полов выявлены особенности распределения структурных вариантов радужки по трем типам цвета глаз: гомогенный и гомогенно-лакунарный варианты из схемы Вельховера ассоциированы с темными оттенками глаз, а в смешанном и светлом типах чаще встречаются радиально-волнистый, радиальный, радиально-лакунарный и лакунарный варианты структуры.

4. Установлены средние по величине неслучайные связи почти всех рассмотренных структурно-пигментных иридоскопических признаков с цветом глаз (по шкале Бунака), проявляющие устойчивый характер в мужской и женской выборках. Иридометрические признаки показали отсутствие связей с цветом глаз, за исключением корреляции с размерами зрачков ( $P < 0.05$ ).

5. По результатам факторного анализа выявлены две устойчивые тенденции внутригрупповой изменчивости цвета радужки и ее структурно-хроматических признаков, характерные для обоих полов. По первому фактору темный тип цвета глаз ассоциируется с плотными радужками, гетерохромией, большим количеством адаптационных колец и отсутствием лимфатического розария; для светлого типа пигментации характерно противоположное сочетание структурных признаков. Второй фактор описывает преимущественно взаимосвязь плотности радужки с разрывами автономного кольца.

6. С помощью различных статистических методов изучены корреляции цвета и структуры радужки с признаками, принадлежащими к различным системам организма. Показано практически полное отсутствие связей иридологических признаков с функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы, серологическими показателями систем групп крови АВО и Rh, а также с цветом и формой волос. Методом канонических корреляций выявлена взаимосвязь некоторых морфологических признаков радужки с размерами головы и лица, характеризующими окологлазничную область ( $R = 0.36$ ;  $P < 0.05$ ).

7. В результате изучения связей дерматоглифических и иридологических характеристик установлено отсутствие согласованности вариации этих двух систем признаков, что является аргументом в пользу совместного применения этих показателей для улучшения биометрической экспертизы в целях идентификации личности.

8. По материалам исследования разработано и апробировано оригинальное специальное программное обеспечение, предназначенное для визуализации традиционной 12-ти классово́й шкалы Бунака и автоматического определения цвета глаз по этой шкале.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК для защиты диссертаций:**

1. Негашева М.А., Дубинина А.А. (Дорофеева А.А.) Психомоторные особенности и пальцевые дерматоглифы как частные аспекты конституции // Вопросы психологии. - 2007. - № 3. - С. 127-137.

2. Дубинина А.А. (Дорофеева А.А.), Лоскутова Ю.В., Негашева М.А. Изучение морфологических особенностей радужки у людей с различным цветом глаз // Морфологические ведомости. - 2009. - № 3-4. - С. 78-83.

3. Дорофеева А.А., Хрусталева А.В., Крылов Ю.В., Бочаров Д.А., Негашева М.А. Применение компьютерных технологий для изучения морфологических особенностей цвета радужки в антропологии // Морфология. - 2010. - № 2. - С. 71-76.

**Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах, продолжающихся изданиях и сборниках:**

4. Дубинина А.А. (Дорофеева А.А.), Негашева М.А. Оценка психомоторного статуса и особенности пальцевой дерматоглифики // Научный альманах кафедры антропологии. - 2006. - Вып. 5. - С. 4-24.

5. Дубинина А.А. (Дорофеева А.А.), Негашева М.А. Некоторые аспекты изучения связей морфофункциональных, дерматоглифических и психомоторных признаков // М.: ВИНТИ. 2007. - 76 с.

6. Дубинина А.А. (Дорофеева А.А.) Опыт изучения дерматоглифических признаков в связи с особенностями телосложения юношей и девушек // Biomedical and biosocial anthropology. - 2007. - № 9. - С. 142-148.

7. Абрамова Т.Ф., Дубинина А.А. (Дорофеева А.А.) Генетическая обусловленность мануальной нейромиодинамики // Актуальные проблемы физической и социокультурной антропологии: Сб. науч. тр. - Минск: Право и экономика, 2008. - Вып. 2. - С. 132-137.

8. Дубинина А.А. (Дорофеева А.А.) К вопросу о частной конституции радужной оболочки глаза человека // Актуальные вопросы антропологии: Сб. науч. тр. - Минск: Право и экономика, 2008. - Вып. 3. - С. 131-134.

9. Дубинина А.А. (Дорофеева А.А.) Прогностические возможности отпечатков пальцев в физической культуре и спорте // «Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя філалагічных навук». Брест. - 2008. - С. 148-154.

10. Дубинина А.А. (Дорофеева А.А.), Негашева М.А., Бурлыков В.Д. Опыт изучения пигментно-структурных особенностей радужной оболочки глаза у калмыков // Актуальные вопросы антропологии: Сб. науч. тр. - Минск: Право и экономика, 2009. - Вып. 4. - С. 186-194.

11. Лоскутова Ю.В., Дубинина А.А. (Дорофеева А.А.), Негашева М.А. О частоте встречаемости нарушений остроты зрения в связи с цветом и

структурными особенностями радужины // Актуальные вопросы антропологии: Сб. науч. тр. - Минск: Беларуская навука, 2010. - Вып. 5. - С. 95-102.

12. **Дорофеева А.А.**, Негашева М.А. Современное состояние исследований радужной оболочки глаза в антропологии // Вестник МГУ. Серия XXIII Антропология. - 2010. - № 1. - С. 5-24.

**Материалы симпозиумов, конгрессов, конференций:**

13. **Дубинина А.А. (Дорофеева А.А.)** Научно-методические аспекты использования психомоторных тестов и дерматоглифических параметров в физической культуре и спорте // Междунар. симпозиум «Восток-Беларусь-Запад. Сотрудничество по проблемам формирования здоровья»: Тез. докл. - Брест, 2007. - С. 103.

14. **Дубинина А.А. (Дорофеева А.А.)** Поиск возможных связей между соматическими и нейромиотическими характеристиками в юношеском периоде онтогенеза // II Междунар. молодежн. мед. конгресс «Санкт-Петербургские научные чтения»: Тез. докл. - СПб., 2007. - С. 139.

15. **Абрамова Т.Ф., Дубинина А.А. (Дорофеева А.А.)** К вопросу о реализации генетической предрасположенности в условиях спорта высших достижений // XII Междунар. науч. конгресс «Современный олимпийский спорт и паралимпийский спорт и спорт для всех»: Материалы конгресса. - М.: Физическая культура, 2008. - Т. 2. - С. 55-56.

16. **Dubinina A.A. (Dorofeeva A.A.)** Iridometric methods in studying human morphology // 16th Congress of the EAA: Materials of the congress. - Odense, Denmark, 2008. - P. 175.

17. **Dubinina A.A. (Dorofeeva A.A.)** On variability of iris pigmentation // 9th International Congress of Physiological Anthropology: Materials of the congress. - Delft, The Netherlands, 2008. - P. 27.

18. **Дорофеева А.А.** Особенности структуры радужки в связи с ее цветом // Материалы междунар. молодежн. науч. форума «Ломоносов-2010» / Отв. ред. И.А. Алешковский, П.Н. Костылев, А.И. Андреев, А.В. Андриянов. - М.: МАКС Пресс, 2010. - С. 5.