

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева»

На правах рукописи

Зорин Дмитрий Николаевич

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ  
В СЕЛЕКЦИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПОРОД СОБАК  
С ЦЕЛЮ СОХРАНЕНИЯ ИХ БИОРАЗНООБРАЗИЯ**

4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных

Диссертация  
на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
Гладких Марианна Юрьевна,  
кандидат сельскохозяйственных наук

Москва – 2026

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                          | 5  |
| ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....                                                         | 14 |
| 1.1 История развития и современное состояние собаководства в Российской Федерации ..... | 14 |
| 1.2 Создание и развитие отечественных пород собак в Российской Федерации .....          | 21 |
| 1.2.1 Аборигенные породы России .....                                                   | 23 |
| 1.2.1.1 Кавказская овчарка .....                                                        | 25 |
| 1.2.1.2 Южнорусская овчарка .....                                                       | 28 |
| 1.2.1.3 Среднеазиатская овчарка .....                                                   | 30 |
| 1.2.1.4 Оленегонная лайка .....                                                         | 32 |
| 1.2.2 Современные заводские породы России .....                                         | 34 |
| 1.2.2.1 Восточноевропейская овчарка .....                                               | 35 |
| 1.2.2.2 Русский черный терьер .....                                                     | 38 |
| 1.2.2.3 Московская сторожевая порода .....                                              | 40 |
| 1.3 Основные молекулярно-генетические методы, применяемые в селекционной работе .....   | 42 |
| 1.3.1. Понятие о молекулярно-генетических методах .....                                 | 42 |
| 1.3.2 Анализ микросателлитных маркеров .....                                            | 42 |
| 1.3.3 Анализ однонуклеотидных полиморфизмов .....                                       | 43 |
| 1.3.4 Полногеномное секвенирование .....                                                | 44 |
| 1.4 Эффективность использования молекулярно-генетических методов в селекции собак ..... | 45 |
| 1.4.1 Определение достоверности происхождения собак различных пород .....               | 46 |

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.4.2 Совершенствование существующих пород по рабочим качествам и экстерьеру.....                           | 48 |
| 1.4.3 Выявление генетических аномалий у собак.....                                                          | 50 |
| 1.4.4 Сохранение и оценка разнообразия собак различных пород                                                | 52 |
| ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ .....                                                           | 55 |
| 2.1 Общая схема исследования.....                                                                           | 55 |
| 2.2 Характеристика объектов исследования .....                                                              | 57 |
| 2.3 Категориально-понятийный анализ областей применений.....                                                | 57 |
| 2.4 Оценка конституционно-экстерьерных показателей служебных пород собак .....                              | 59 |
| 2.5 Анализ генетического разнообразия с использованием микросателлитных локусов.....                        | 59 |
| 2.6 Статистический анализ.....                                                                              | 60 |
| ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....                                                                    | 63 |
| 3.1 Классификация отечественных пород собак в системе отечественного служебного собаководства .....         | 63 |
| 3.1.1 Анализ терминологии отечественного служебного собаководства .....                                     | 63 |
| 3.1.2 Классификация отечественных служебных пород собак согласно стандартам и фактическому применению ..... | 66 |
| 3.2 Оценка внутripородного разнообразия собак отечественных пород собак по признакам экстерьера .....       | 69 |
| 3.2.1 Сравнительная характеристика промеров собак служебных пород отечественной селекции .....              | 69 |
| 3.2.2 Сравнительная характеристика индексов телосложения служебных пород отечественной селекции.....        | 85 |

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.3 Характеристика генетической структуры служебных пород собак<br>отечественной селекции .....  | 97  |
| 3.3.1 Характеристика популяционно-генетических параметров<br>исследуемых пород .....             | 97  |
| 3.3.2 Оценка генетического разнообразия в служебных породах<br>собак отечественной селекции..... | 108 |
| ОБСУЖДЕНИЕ .....                                                                                 | 129 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                                                 | 132 |
| ПРЕДЛОЖЕНИЕ К ПРОИЗВОДСТВУ .....                                                                 | 134 |
| ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ .....                                                     | 135 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....                                                                           | 136 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследований.** Одной из задач агропромышленного комплекса и народного хозяйства Российской Федерации является развитие собственной селекционной базы, рациональное использование отечественных генетических ресурсов и снижение зависимости от импорта племенного материала [28]. В служебном собаководстве развитие собственной племенной базы связано с совершенствованием отечественных пород, увеличением поголовья животных, пригодных для практического применения, и сохранением их генофонда [29]. Решение этих взаимосвязанных задач требует комплексного изучения породных особенностей, рабочих качеств и генетического разнообразия собак [85].

Практическая значимость данного направления определяется возрастающим спросом на служебных собак федеральными органами власти, коммерческими организациями и частными лицами для охраны объектов, несения караульной службы, поиска взрывчатых веществ и выполнения других специализированных задач. В Российской Федерации в служебных целях применяется около 46 пород, выведенных на территории различных стран, включая семь пород отечественной селекции. При этом доля пород отечественной селекции в ведомственном собаководстве существенно различается. Так, в уголовно-исполнительной системе (далее — УИС) в 2021 г. доля немецкой овчарки составляла 87% племенного поголовья, тогда как восточноевропейской овчарки — лишь 3%. Вместе с тем при разведении немецких овчарок отмечается проблема распространения нежелательных наследственных признаков, связанных с отдельными экстерьерными и конституциональными недостатками, что необходимо учитывать при подборе производителей [47, 95].

Наряду с необходимостью контроля наследственных недостатков значение имеет и доступность племенного материала. Использование импортных производителей для обновления поголовья может повышать зависимость ведомственных питомников от поставок животных из других

государств. В условиях санкционных и иных внешнеэкономических ограничений такие поставки могут быть затруднены, что сужает возможности приобретения производителей с необходимыми характеристиками. Поэтому особую значимость приобретает развитие собственной племенной базы, в том числе за счёт более широкого использования отечественных пород. При этом увеличение численности собак должно сопровождаться совершенствованием их качеств в соответствии с требованиями конкретного вида службы [50, 51].

Возможности решения этой задачи связаны с породными особенностями, сформировавшимися в процессе народной и заводской селекции. Хозяйственная ценность отечественных пород определяется сочетанием конституциональных признаков, поведения, выносливости и приспособленности к условиям использования. Однако их пригодность к различным видам службы неодинакова, поэтому расширение применения этих животных в ведомственном собаководстве должно опираться на оценку соответствия требованиям конкретной работы. Можно предположить, что длительный отбор для выполнения сходных задач в близких условиях способен приводить к сближению отдельных конституционально-экстерьерных признаков разных пород. Изучение таких закономерностей представляет интерес для обоснования их использования в сходных направлениях службы [55].

При расширении практического использования отечественных пород совершенствование рабочих качеств необходимо сочетать с сохранением их генофонда. Увеличение поголовья само по себе не обеспечивает сохранения генетического разнообразия, особенно при преимущественном использовании ограниченного числа производителей. Поэтому племенная работа должна предусматривать как получение животных с желательными признаками, так и контроль генетической структуры популяций. Это особенно значимо для пород, численность которых ограничена, а возможности подбора неродственных животных невелики.

Для решения этих задач требуется сочетание различных методов оценки племенного поголовья. Традиционно изучение породных особенностей собак основывается на оценке экстерьера, конституции и результатов рабочих испытаний. Эти подходы сохраняют практическое значение, однако не позволяют в полной мере охарактеризовать генетическое разнообразие популяции. Кроме того, на выраженность морфологических признаков влияют возраст, условия содержания и кормления, а результаты визуальной оценки могут зависеть от опыта эксперта. В связи с этим для обоснованного отбора и подбора производителей конституционно-экстерьерную оценку необходимо дополнять генетическим мониторингом с использованием молекулярно-генетических методов.

Молекулярно-генетические методы применяются при изучении генетических ресурсов крупного рогатого скота, коз, свиней, лошадей и других видов домашних животных [10]. Одним из инструментов оценки аллелофонда являются микросателлитные локусы — короткие tandemные повторы (STR). Их высокий полиморфизм и преимущественно нейтральный характер позволяют исследовать генетическое разнообразие, устанавливать различия между популяциями, проверять достоверность происхождения потомства и отслеживать изменения, происходящие в процессе разведения [8, 45]. Подобные исследования пород собак проводятся как за рубежом, так и в России. Вместе с тем дальнейшее изучение отечественных служебных пород необходимо для накопления данных, на основе которых могут приниматься решения об их сохранении и совершенствовании.

Важным условием использования таких данных является сопоставимость результатов исследований. Для этого в собаководстве применяются унифицированные панели микросателлитных маркеров, позволяющие сравнивать полученные результаты при соблюдении единых требований к генотипированию. Международное общество генетики животных (ISAG) разрабатывает рекомендации по использованию маркеров и проводит сравнительные испытания лабораторий. Рекомендованные панели

используются для установления происхождения и формирования ДНК-профилей собак, создавая основу для последующего анализа племенного поголовья [88].

Наряду с решением практических задач разведения изучение генетических особенностей имеет значение для оценки обособленности отечественных пород. Часть из них признана Международной кинологической федерацией (FCI), другие имеют только признание на национальном уровне. При рассмотрении вопроса о признании новой породы учитываются сведения о её происхождении, фенотипической обособленности и генетических характеристиках [70]. Международное признание может способствовать расширению разведения и популяризации породы, однако сохранение её генетического разнообразия требует последовательной племенной работы независимо от статуса признания [72]. Таким образом, совместное изучение конституционально-экстерьерных особенностей и генетической структуры отечественных служебных пород собак позволит сформировать более полное представление об их состоянии и обосновать направления дальнейшего разведения.

В связи с этим **актуальность работы** обусловлена необходимостью внедрения молекулярно-генетических инструментов оценки генетической структуры поголовья в отечественном служебном собаководстве для оптимизации селекционных программ с целью сохранения их генофонда.

**Степень разработанности темы исследований.** Исследования по генотипированию национальных пород собак с целью сохранения биоразнообразия активно проводятся в ряде зарубежных стран. Наибольшей активностью отличаются итальянские и польские исследователи, которые анализируют свои национальные породы, дают их генетическую характеристику, создают генетические профили и базы данных этих пород собак с использованием STR-панели по 21 локусу [109, 69].

В России до настоящего времени не проводилось систематических исследований в этой области несмотря на то, что на территории Российской

Федерации, выведены уникальные служебные породы собак, как методами народной селекции, так и по специальным государственным программам. В основном нашей стране имеются отдельные разрозненные исследования, направленные на генотипирование по локусам окраса или поиску связей экстерьера с мтДНК, оценку информативности микросателлитных локусов и анализ полиморфизма [12, 11]. Однако они не имеют практического значения для оценки биологического разнообразия отечественных пород собак с дальнейшим использованием результатов в селекционной работе [3, 5].

**Цель и задачи исследований.** Целью нашего исследования является определение эффективности использования молекулярно-генетических методов для анализа разнообразия отечественных пород собак по сравнению с оценкой их экстерьерных признаков.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- 1) Провести сравнительный анализ предназначения служебных пород собак отечественной селекции согласно стандарту породы и фактическому применению их в государственных структурах.
- 2) Сравнить кобелей и сук служебных пород собак отечественной селекции по основным промерам и индексам телосложения.
- 3) Провести генетический мониторинг популяционных параметров 6 служебных пород собак отечественной селекции.
- 3) Сравнить внутрипородного разнообразия и степень межпородной дифференциации 6 служебных пород собак отечественной селекции на основе их генетических характеристик по 21 STR-локусу.
- 4) Оценить эффективность применения молекулярно-генетических маркеров по сравнению с показателями экстерьера у собак отечественных пород собак для оценки внутрипородного разнообразия и межпородной дифференциации.

5) Разработать предложения по использованию генетических профилей отечественных пород собак для совершенствования программ селекции отдельных пород собак.

**Научная новизна исследования.** Впервые проведена комплексная характеристика показателей экстерьера и популяционно-генетических параметров служебных пород собак отечественной селекции (московская сторожевая, кавказская овчарка, среднеазиатская овчарка, черный русский терьер, восточноевропейская овчарка, южнорусская овчарка и оленегонная лайка) с использованием 21 микросателлитного локуса. Проведена генетическая паспортизация аллелофонда пород и проанализированы филогенетические связи между ними. будет дана характеристика аллелофонда. Впервые проведено сравнение эффективности дифференциации пород по признакам экстерьера и микросателлитным маркерам.

**Теоретическая и практическая значимость работы** заключается в том, что полученные результаты дадут возможность оценить степень генетической обособленности изученных пород, выявить возможные очаги снижения генетического разнообразия и предложить научно обоснованные рекомендации для повышения эффективности селекционной работы с отечественными породами собак и сохранения их генофонда.

По результатам работы создана база данных генотипов собак отечественных пород. Выявлены значимые различия в генетической структуре аборигенных и заводских пород собак, позволяющие скорректировать племенную работу с каждой из этих пород.

**Методология и методы исследования.** Методологическую основу исследования составил сравнительный подход к изучению служебного назначения, конституционно-экстерьерных особенностей и генетического разнообразия отечественных пород собак. Научную литературу, породные стандарты и официальные ведомственные сведения изучали посредством категориально-понятийного анализа. Экспериментальная работа включала взятие промеров, расчет индексов телосложения, глазомерную оценку

экстерьера, выделение ДНК из Buccal epithelial cells и генотипирование по 21 микросателлитному локусу. Межпородные различия оценивали непараметрическими статистическими методами с поправкой на множественные сравнения, а согласованность генетической и фенотипической изменчивости — с использованием многомерного анализа и теста Мантела. Обработку данных выполняли в IBM SPSS Statistics 26.0, Microsoft Excel 2016, GenAlEx, PAST и Structure 2.3.4.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Сравнительная характеристика промеров и индексов телосложения собак пород кавказская овчарка, среднеазиатская овчарка, московская сторожевая, восточноевропейская овчарка, русский черный терьер, южнорусская овчарка.
2. Характеристика генетического разнообразия и оценка полиморфизма по 21 микросателлитному локусу 7 пород собак отечественной селекции.
3. Оценка генетической дифференциации и филогенетического сходства 7 пород собак отечественной селекции.
4. Оценка информативности STR-маркеров по сравнению с промерами и индексами телосложения для выявления межпородных различий служебных пород собак.
5. Результаты кластерного анализа 7 пород собак отечественной селекции с целью создания генетического профиля эталонных животных для каждой из пород.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Данные, представленные в диссертационной работе, получены, обработаны и проанализированы автором. В диссертационной работе использованы современные методы учета, обработки и анализа обработки первичных данных. Расчет необходимых в анализе производили с применением программного обеспечения IBM SPSS Statistics 26.0, Microsoft Excel 2016, GenAlEx, PAST и Structure 2.3.4.

**Публикация результатов исследований.** Публикации в журналах, рекомендованных ВАК РФ и к ним приравненным:

1. Динамика генетической структуры российского поголовья собак породы московская сторожевая / М. Ю. Гладких, М. И. Селионова, Д. Н. Зорин, М. А. Максименко // *Journal of Agriculture and Environment*. – 2023. – № 12(40). – DOI 10.23649/JAE.2023.40.27. – EDN RMETQT.

2. Зорин, Д. Н. Анализ частот генотипов собак пород немецкая и восточноевропейская овчарка по генам а и к / М. Ю. Гладких, М. И. Селионова, Д. Н. Зорин // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. – 2023.

3. Зорин, Д. Н. Сравнительная характеристика внутривидовых и межвидовых различий индексов телосложения собак служебных пород отечественной селекции / М. Ю. Гладких, Д. Н. Зорин // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. – 2026. – № 1(84). – С. 145-152. – DOI 10.24412/1992-2582-2026-1-145-152.

Публикации в сборниках трудов конференции, рецензированными РИНЦ:

1. Зорин, Д. Н. Сравнительная характеристика собак пород кавказская овчарка и московская сторожевая на основе анализа молекулярно-генетических и экстерьерных показателей / Д. Н. Зорин, М. Ю. Гладких // *Зоотехническая и ветеринарная наука – основа инновационного развития животноводства России : Сборник статей, по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня образования Института зоотехнии и биологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, 06–07 декабря 2024 года*. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 34-38.

2. Зорин, Д. Н. Использование молекулярно-генетических методов для генетической идентификации отечественных пород собак / М. Ю. Гладких, М. И. Селионова, Д. Н. Зорин // *Материалы Международного научного*

симпозиума, посвященного 150-летию со дня рождения выдающегося ученого в области зоотехнии академика Е.Ф. Лискуна «Достижения зоотехнической науки в решении актуальных задач животноводства и аквакультуры» : сборник статей, Москва, 14–17 ноября 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 275-279.

Авторские свидетельства, патенты, лицензии:

1. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023623579 Российская Федерация. «Генотипы пород собак отечественной селекции» : № 2023623432 : заявл. 18.10.2023 : опубл. 23.10.2023 / М. Ю. Гладких, М. И. Селионова, Д. Н. Зорин, М. А. Максименко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева».

Коллективные монографии:

1. Сохранение породного разнообразия, репродуктивного и продуктивного долголетия собак в условиях современного общества / С. В. Акчурин, Г. П. Дюльгер, С. Ю. Концевая [и др.]. – Москва : Калужский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», 2023. – 241 с. – ISBN 978-5-9675-2001-3.

**Личный вклад автора.** Выбор материалов и методов исследований, организация и проведение научных экспериментов, обработка и анализ полученных данных осуществлялись лично автором диссертационной работы.

**Структура, объём и содержания.** Диссертация изложена на 150 страницах компьютерного текста и включает: введение, обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты исследований, заключение, предложения производству, библиографический список и приложения. Диссертационная работа содержит 27 таблиц и 17 рисунка. Список литературы включает 111 источников, в том числе 49 - на иностранных языках.

## ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 История развития и современное состояние собаководства в Российской Федерации

С самого появления собак, как domesticiрованного вида, они активно использовались в организации быта человека: охрана жилища, помощь при охоте на различного зверя, а затем и защита скота от других людей и диких зверей. С развитием аграрной культуры, а затем и государств, собаки не потеряли своей актуальности и продолжили выполнять свои задачи, при этом люди всё чаще стали расширять их специализацию, проводя отбор и подбор, для получения необходимых качеств [71].

В истории нашего государства, которая охватывает более одного тысячелетия, собаки применялись в разных целях. Одни породы собак активно использовались для пастьбы скота и его охраны, и охотничьего промысла, другие породы собак применялись в военном деле, а третьи заменяли ездовых животных, там, где невозможно было применять лошадей. Причем все эти породы были выведены методами народной селекции и поэтому обладали высокими адаптивными качествами, которые позволяли им работать в разных климатических условиях нашего государства.

Археологические и художественные источники свидетельствуют о дифференциации пород собак по назначению на ранних этапах Древней Руси. Характерным примером являются изображения охотничьих собак на фресках Софийского собора в Киеве, датируемых XI веком. В дальнейшем совершенствование охотничьего собаководства происходило в среде великокняжеского, а позднее царского двора. Наиболее заметное развитие данное направление получило при Иване III и его внуке Иване Грозном. В этот период охота стала важной частью придворной культуры, а содержание специализированных свор требовало целенаправленного отбора, подбора и обучения животных. Особенно значительным этот процесс стал в период

правления Алексея Михайловича, когда наблюдалось совершенствование организации охотничьего дела и накопление практических знаний о содержании и подготовке собак. Впоследствии традиции разведения и использования собак получили развитие при Петре I, в период которого отмечалось усиление европейского влияния на организацию военного дела и подготовки животных.

В XVIII–XIX веках отечественное собаководство постепенно перешло от преимущественно практического использования животных к более организованной системе породного разведения. Особенно интенсивно этот процесс происходил в охотничьем собаководстве. Развитие дворянских охотничьих хозяйств способствовало формированию устойчивых внутрипородных типов, совершенствованию приемов выращивания и подготовки собак, а также накоплению сведений об особенностях их экстерьера и рабочих качеств. На данном этапе значительное развитие получили русская псовая борзая, русские гончие и другие отечественные охотничьи группы. Представление о собаке постепенно изменялось: она рассматривалась уже не только как помощник человека, но и как объект систематической селекционной работы.

Существенное значение для институционального оформления российского собаководства имело возникновение специализированных общественных организаций. В 1862 г. было создано Московское общество охоты, деятельность которого была связана с упорядочением охотничьего дела, проведением испытаний и развитием работы с охотничьими собаками. В последующие годы возникли и другие организации, объединявшие владельцев и специалистов. Одним из наиболее значимых событий стала первая специализированная выставка собак, проведенная 26 декабря 1874 г. в Москве. На ней демонстрировались охотничьи, служебные и декоративные собаки, что отражало уже сформировавшееся функциональное и породное разнообразие отечественного собаководства. Факт проведения первой специализированной

выставки собак именно в 1874 г. подтверждается историческими материалами портала «Культура.РФ» и Российской кинологической федерации.

Во второй половине XIX столетия параллельно с охотничьим формировалось служебное направление собаководства. Увеличение потребности государства в животных, способных выполнять специализированные задачи, стимулировало использование собак в армии, полиции, пограничной и таможенной службах. Таким образом, постепенно возникла необходимость не только в дрессировке уже имеющихся животных, но и в их целенаправленном разведении с учетом рабочих качеств. В этот период начинают создаваться питомники и специальные подразделения, разрабатываются методики подготовки собак и специалистов-кинологов. Исторические исследования показывают, что к началу XX века российская система применения собак в государственных структурах уже обладала организационной основой и включала специализированные питомники. В частности, отдельное направление было связано с использованием собак органами государственной охраны Российской империи [2, 15].

Особое место в истории отечественной кинологии занимает развитие полицейского собаководства. В начале XX века в России предпринимались попытки систематизировать зарубежный и отечественный опыт применения собак для розыска и охраны. Создание специализированных подразделений, организация испытаний и подготовка инструкторов способствовали повышению эффективности использования собак в правоохранительной деятельности. В результате служебная собака стала рассматриваться как элемент профессиональной системы, в которой результат зависел от совокупности ее наследственных особенностей, физического развития, поведения и качества подготовки [2, 15, 9].

Период Первой мировой войны продемонстрировал широкие возможности применения собак в военных условиях. Животные использовались для передачи сообщений, охраны объектов и позиций, поиска и эвакуации раненых. Однако революционные события 1917 г. и последующие

социально-экономические преобразования существенно изменили организационную структуру отечественной кинологии. Наряду с сокращением и разрушением части дореволюционных питомников произошел переход к государственной системе подготовки и использования служебных собак. Тем самым был заложен фундамент советской модели собаководства, в которой племенная работа все в большей степени подчинялась конкретным государственным и хозяйственным задачам. Общая последовательность исторических этапов, отраженная в представленных материалах, показывает постепенный переход от народной селекции к институциональной системе племенного разведения.

В советский период отечественная кинология получила дальнейшее развитие в связи с расширением сфер применения собак. Животных использовали в вооруженных силах, органах внутренних дел, пограничных войсках, системе исполнения наказаний, на транспорте и в различных поисковых службах. Одновременно проводилась работа по созданию и совершенствованию отечественных пород, ориентированных на определенные типы службы. Важнейшим принципом становилось сочетание породности с функциональной пригодностью. Поэтому в служебном собаководстве племенная ценность животного не могла определяться только соответствием стандарту экстерьера: большое значение приобретали устойчивость нервной системы, физическая выносливость, способность к обучению, выраженность поисковой или защитной мотивации и другие признаки, непосредственно связанные с рабочим назначением.

Современное отечественное собаководство представляет собой многоуровневую систему, включающую любительское и профессиональное породное разведение, деятельность кинологических организаций, ведомственные питомники, научные учреждения и систему подготовки специалистов. Одним из центральных институтов гражданского породного собаководства является Российская кинологическая федерация, учрежденная в 1991 г. и являющаяся полноправным членом Международной

кинологической федерации с 2003 г. Согласно актуальным данным РКФ в ее племенной книге зарегистрировано около 5,5 млн собак, более 22 тыс. питомников и свыше 1,4 тыс. кинологических клубов. Ежегодно в системе РКФ регистрируется более 70 тыс. пометов и около 320 тыс. щенков, что характеризует значительный масштаб организованного породного собаководства в стране.

Важной особенностью современного периода является цифровизация учета племенного поголовья. В родословных документах РКФ отражаются сведения о предках, племенных номерах, идентификационных данных, окрасах, титульных достижениях, результатах испытаний и отдельных генетических и ветеринарных исследований. Это создает информационную основу для анализа происхождения животных и принятия решений в племенной работе. При этом современные требования к разведению постепенно смещаются от оценки исключительно морфологических характеристик к комплексному учету здоровья, поведения, работоспособности и наследственных факторов [17]. Наличие электронных баз данных существенно расширяет возможности накопления и анализа генеалогической информации, хотя эффективность подобных систем определяется полнотой и достоверностью внесенных сведений.

Современный этап также характеризуется повышением значения научных методов оценки племенной ценности. Наряду с традиционным бонитированием, анализом происхождения и оценкой экстерьера все чаще используются биометрические подходы, поведенческие тесты, ветеринарные обследования и молекулярно-генетические методы. Последние позволяют устанавливать генетические особенности отдельных пород и популяций, контролировать происхождение, выявлять носительство наследственных заболеваний и оценивать генетическое разнообразие. В связи с этим генетическое профилирование собак становится одним из перспективных инструментов совершенствования племенной работы, особенно для

отечественных пород и локальных популяций, численность которых ограничена.

Отдельным направлением современной системы остается служебное собаководство. Его специфика определяется тем, что основным критерием эффективности животного является способность выполнять конкретную оперативно-служебную функцию. Соответственно, племенная работа должна быть направлена на сохранение и совершенствование комплекса взаимосвязанных признаков, включающих экстерьер, конституциональные особенности, физическую выносливость, воспроизводительные качества и прежде всего рабочее поведение. Исследование Попцовой О.С. и Шереметы Т. В. показало, что племенная деятельность в системе ФСИН России направлена одновременно на улучшение породных качеств и восполнение естественной убыли служебных собак. По данным авторов, за предшествовавшие исследованию пять лет число племенных питомников ФСИН увеличилось с 14 до 20, а организация разведения осуществлялась в ряде территориальных органов и в Пермском институте ФСИН России [2]. Эти сведения совпадают с представленными в исходных материалах данными о структуре питомников.

Правовое регулирование ведомственного направления в настоящее время осуществляется, в частности, приказом ФСИН России от 31 декабря 2019 г. № 1210 «Об утверждении Порядка обращения со служебными животными в учреждениях и органах уголовно-исполнительной системы Российской Федерации». Документ устанавливает, что племенная работа проводится для разведения и выращивания служебных собак с рабочими характеристиками, соответствующими задачам УИС, а для ее реализации предусматривается организация специализированных племенных питомников [29]. В действующей редакции документа также сохраняется требование ведения племенной работы с чистопородными собаками служебных пород.

При этом современное служебное собаководство развивается не только в направлении традиционного использования немецкой овчарки и других

широко распространенных пород. Поиск пород, способных эффективно выполнять специализированные задачи, продолжается. В отечественной научной литературе обсуждается перспективность использования бельгийской овчарки малинуа при поиске и обнаружении взрывчатых веществ и наркотических средств. Это отражает общую тенденцию к дифференциации служебного применения собак и подбору животных с учетом специфики конкретной работы [19]. Одновременно исследования в области подготовки специалистов-кинологов и совершенствования методик дрессировки свидетельствуют о возрастающей роли научного обоснования тренировочного процесса [35, 9].

Особое значение для отечественного собаководства приобретает сохранение и рациональное использование генетических ресурсов национальных пород. В отличие от крупных широко распространенных пород, отдельные отечественные породы и породные группы могут характеризоваться сравнительно ограниченной численностью и высокой однородностью генетических компонентов. При отсутствии контроля за родственными спариваниями это способно увеличивать риск снижения генетического разнообразия и накопления нежелательных наследственных заболеваний. В этой связи современные селекционные программы должны основываться не только на фенотипической оценке животных и оценке их родословных, но и на объективной характеристике генетической структуры популяций.

Таким образом, современное отечественное собаководство находится на этапе перехода от преимущественно традиционной системы породного разведения к комплексной модели, в которой объединяются классические зоотехнические методы, информационные и биоинформационные технологии, учет наследственных заболеваний, оценка рабочих качеств и молекулярно-генетические исследования. Для служебных собак данная тенденция имеет особое значение, поскольку высокая функциональная специализация требует одновременного сохранения породного типа, крепости конституции,

воспроизводительной способности и комплекса рабочих качеств. В этой связи перспективным направлением является интеграция данных об экстерьере, происхождении, рабочих характеристиках и генетических характеристиках животных в единую систему племенного учета. Такой подход позволит повысить объективность отбора, снизить риск необоснованного сужения генетической базы и обеспечить долгосрочное совершенствование отечественного служебного собаководства.

Следовательно, историческое развитие российского собаководства можно рассматривать как последовательный переход от преимущественно хозяйственного использования собак и народной селекции к организованному породному разведению, а затем к современной научно ориентированной системе. При этом центральное значение сохраняет принцип соответствия наследственно обусловленных качеств животных требованиям их назначения. Для отечественных служебных пород данное положение особенно актуально, поскольку эффективность селекции должна оцениваться не отдельным признаком, а совокупностью морфологических, физиологических, поведенческих и генетических характеристик.

## **1.2 Создание и развитие отечественных пород собак в Российской Федерации**

Формирование отечественного собаководства происходило под влиянием природно-климатических условий, особенностей хозяйственной деятельности населения и конкретных требований к использованию собак. Значительная территория России, включающая северные, лесные, степные, горные и пустынные районы, обусловила существование большого количества местных форм собак, приспособленных к различным направлениям работы. На ранних этапах их воспроизводство преимущественно основывалось на естественном отборе и функциональном отборе со стороны человека. При этом преимущество получали животные, способные длительное время

работать в конкретных условиях, самостоятельно принимать решения и сохранять работоспособность при ограниченном уходе [64, 94, 71].

По мере развития организованного собаководства местные популяции стали использоваться как исходный материал для формирования пород. Существенное значение при этом имели не только экстерьерные особенности, но и рабочие качества, устойчивость к заболеваниям, способность переносить климатические нагрузки, характер поведения и пригодность к определённому виду службы. В дальнейшем развитие отечественного собаководства было связано с переходом от преимущественно методов народной селекции (аборигенного собаководства) к целенаправленной племенной работе [74, 5].

В отечественной кинологической литературе принято выделять аборигенные и заводские породы. К первым относятся группы собак, формирование которых происходило преимущественно в условиях определённого региона под действием естественного и традиционного хозяйственного отбора. Заводские породы, напротив, являются результатом направленной племенной работы, при которой желательные признаки закреплялись посредством подбора, отбора и контролируемого скрещивания. Данное разделение имеет значение и с генетической точки зрения, поскольку структура генетического разнообразия таких популяций формировалась под воздействием различных факторов.

Первые отечественные исследования генетики собак проводились ещё в первой половине XX века. Существенный вклад в развитие данного направления внёс Н.А. Ильин, который рассматривал закономерности наследования признаков у собак и возможности использования генетических закономерностей в племенной работе [1]. В дальнейшем изучение отечественных пород стало проводиться с использованием молекулярно-генетических методов. В частности, О.М. Рябининой были исследованы филогенетические связи и генетическое разнообразие ряда российских пород на основе анализа митохондриальной ДНК [66].

Современный подход к характеристике национальных пород предполагает комплексное рассмотрение их происхождения, истории селекции, экстерьера, рабочих качеств и генетической структуры. Особенно актуально это для служебных пород, поскольку их племенная ценность определяется не только соответствием стандарту, но и способностью выполнять функциональную нагрузку.

Формирование отечественных пород собак является одним из наиболее показательных примеров взаимодействия естественного и искусственного отбора в процессе domestikации животных на территории с выраженным климатическим и ландшафтным разнообразием. В современной кинологии и зоотехнии под породой отечественной селекции понимается устойчивая группа (порода) домашних собак, исторически сформировавшаяся на определенной территории под влиянием природных, хозяйственных и культурных факторов, характеризующаяся специфическими морфо-физиологическими, поведенческими и генетическими признаками.

В настоящем разделе рассматриваются две группы отечественных пород, различающиеся по истории и механизмам формирования: аборигенные, сложившиеся преимущественно под влиянием естественного и традиционного хозяйственного отбора, и заводские, сформированные или преобразованные в ходе целенаправленной племенной работы. Такое разграничение позволяет последовательно сопоставить происхождение пород, особенности их селекции и современное использование.

### **1.2.1 Аборигенные породы России**

Аборигенные породы и породные группы являются результатом длительного отбора человеком и окружающей среды. В отличие от современных заводских пород, их формирование обычно не связано с единым планом селекционной работы. Основными факторами являлись условия

содержания, характер выполняемой работы, доступность кормовых ресурсов, климат и требования владельцев.

Для пастушьих и охранных собак особенно важным являлся отбор по рабочему поведению. Собака должна была не только обладать достаточной физической силой, но и самостоятельно охранять стадо или территорию, своевременно реагировать на хищников, отличать угрозу от обычных ситуаций и при этом сохранять управляемость. Подобная функциональная селекция могла продолжаться на протяжении большого числа поколений и способствовала закреплению комплекса морфологических и поведенческих признаков.

Генетические исследования показывают, что современные аборигенные собаки могут сохранять значительное внутривидовое разнообразие. Это связано с исторически более слабой изоляцией отдельных локальных групп, возможностью обмена производителями и отсутствием длительной селекции по ограниченному числу экстерьерных признаков. В исследовании азиатских сторожевых собак О.М. Рябининой было показано, что среднеазиатские овчарки характеризовались высоким уровнем разнообразия митохондриальных гаплотипов, тогда как у кавказской овчарки разнообразие по изученному маркеру было ниже [66]. Современные исследования с использованием микросателлитных маркеров также подтверждают возможность чёткого генетического разграничения различных охранных пород при сохранении внутри них заметной генетической вариабельности [108].

Таким образом, аборигенные породы представляют значительный интерес как с точки зрения истории отечественного собаководства, так и в качестве генетического ресурса. Исследование генетических структур этих пород позволяет определить особенности формирования пород и оценить степень сохранности исходного разнообразия.

### 1.2.1.1 Кавказская овчарка

Историю происхождения и развития кавказской овчарки следует рассматривать с учётом двух связанных процессов: формирования местных пастушьих собак и последующей работы с породой методами заводского разведения. Согласно исторической справке стандарта FCI № 328, становление породы происходило под влиянием естественного отбора и деятельности народов Кавказа. Традиционное назначение этих собак заключалось в охране стад и жилищ [98].

Сведения о древних крупных собаках региона имеют историческое значение, однако требуют осторожной интерпретации. В стандарте FCI упоминаются молоссоидные собаки, использовавшиеся войском Тиграна II в I веке до н. э. [98]. Само по себе такое упоминание не устанавливает прямую генетическую преемственность между древними животными и современной породой. В отечественной кинологической литературе также отмечалась недостаточность материалов для точного восстановления ранних этапов формирования кавказской овчарки [25].

Поголовье кавказских овчарок исторически не было полностью однородным. В книге «Отечественные породы служебных собак» описаны различия между собаками районов Закавказья и степных территорий: первые характеризовались более массивным сложением, вторые — относительной лёгкостью, высоконогостью и нередко коротким шерстным покровом. Эти сведения характеризуют региональную изменчивость поголовья, но не позволяют считать все местные группы самостоятельными породами [25].

Начало селекционной работы с кавказской овчарки в СССР в исторической справке FCI отнесено к 1920-м годам [98]. В отечественном издании 1992 года указано, что первый стандарт породы был опубликован в 1931 году; там же приведён его текст. Авторы отмечают участие ведомственных питомников и собаководов-любителей в дальнейшем развитии породы. Описан и завоз собак из районов исконного распространения для

использования в заводском разведении. Следовательно, развитие кавказской овчарки включало как закрепление желательного типа в племенных центрах, так и привлечение аборигенного поголовья [25].

Публикацию отечественных стандартов необходимо отличать от международного признания породы. Согласно номенклатуре FCI, кавказская овчарка была окончательно признана 23 августа 1984 года. Дата публикации официального действующего стандарта – 13 октября 2010 года, а его англоязычная версия обозначена датой 2 марта 2011 года. В отечественном пособии 1992 года воспроизведён стандарт 1976 года с дополнениями 1982 года, касающимися зубной системы [25]. Поэтому связывать формирование современного породного типа исключительно с утверждением стандарта в 1972 году без отдельного документального подтверждения некорректно.

Современный стандарт характеризует кавказскую овчарку как крупную, крепкую, гармонично сложенную собаку с развитым костяком и мускулатурой (рис. 1).



Рисунок 1 - Современный тип кавказской овчарки

Требования к поведению включают уравновешенность, уверенность и самостоятельность. При этом чрезмерная грубость сложения относится к серьёзным недостаткам, а агрессивность и чрезмерная робость – к дисквалифицирующим порокам [98]. Следовательно, сохранение охранных качеств не следует отождествлять с отбором на неконтролируемую агрессию, а соответствие стандарту – с максимальным увеличением массы и размеров.

При оценке современного состояния породы необходимо разграничивать зарегистрированное племенное поголовье и местные популяции собак, используемых для охраны скота. Исследование N. Koraliani и соавторов включало 57 охраняющих скот собак, 9 беспородных собак и 102 волка из Грузии. Анализ микросателлитных локусов и митохондриальной ДНК выявил признаки обмена генами между собаками и волками [92]. Эти результаты показывают сложность генетической истории местных популяций, однако не характеризуют автоматически всё зарегистрированное поголовье кавказской овчарки и не доказывают увеличение частоты межпородного скрещивания в последние годы.

Генетическое разнообразие зарегистрированных кавказских овчарок изучалось D. Bigi и соавторами в сравнении с другими породами охранных и пастушьих собак. Общая выборка включала 179 животных, исследованных по 18 аутосомным микросателлитным маркерам. Для 12 кавказских овчарок наблюдаемая гетерозиготность составила 0,68, ожидаемая — 0,70. Все попарные значения генетической дифференциации  $F_{ST}$  между изученными породами статистически отличались от нуля [108]. Однако небольшая численность породной выборки и её происхождение ограничивают возможность переноса этих показателей на кавказских овчарок других стран и направлений разведения.

Дополнительные сведения получены E. Ceh и P. Dovic при изучении пастушьих собак Западных Балкан с включением кавказской овчарки в сравнительный анализ. При использовании ряда методов кластеризации шарпланинские и кавказские овчарки не разделялись, хотя другие показатели

позволяли выявлять межпородную дифференциацию [105]. Это показывает, что выводы о родстве и обособленности пород зависят от состава выборки и метода анализа. Генетическое сходство само по себе не доказывает недавнее скрещивание и не заменяет проверки происхождения конкретных животных.

### **1.2.1.2 Южнорусская овчарка**

Южнорусская овчарка представляет собой одну из старейших и наиболее самобытных национальных пород собак, исторически выведенных и сформировавшихся на обширных территориях Российской Федерации. История становления и формирования этой уникальной породы неразрывно связана с масштабным развитием тонкорунного овцеводства в южных степях Российской империи [26].

Первые упоминания о предках южнорусской овчарки относятся к концу XVIII – началу XIX века. Согласно историческим данным, основатель знаменитого заповедника «Аскания-Нова» Фридрих Эдуардович Фальц-Фейн сыграл решающую, поистине фундаментальную роль в становлении этой уникальной породы. Для охраны огромных отар овец-мериносов, массово завезенных из Испании, вместе со скотом были привезены и пастушьи собаки. Однако суровые и засушливые климатические условия причерноморских степей потребовали серьезной биологической адаптации животных. В научной литературе отмечается, что для усиления конституции, выносливости и улучшения рабочих качеств испанских пастушьих собак целенаправленно скрещивали с местными аборигенными породами. К ним относились крымские татарские овчарки, а также, по некоторым историческим свидетельствам, польская низинная овчарка и русские псовые борзые. Это делалось для придания собакам большей легкости движений и формирования специфического типа обильного шерстного покрова, надежно защищающего от экстремальных перепадов температур и кровососущих насекомых [26, 62].

К середине XIX века в имении Фальц-Фейна сформировался устойчивый тип крупной, по-настоящему выносливой собаки с густой, длинной, сваливающейся в плотные колтуны шерстью белого, палевого или светло-серого окраса. Такая уникальная и густая «шуба» надежно защищала животное от палящего летнего солнца, лютых зимних морозов и атак диких хищников, делая собаку практически незаметной в гуще большой отары овец. Основным функциональным назначением южнорусской овчарки была не только эффективная пастьба, но и надежная, самоотверженная охрана скота от волков и посторонних людей. Именно это сформировало у породы выраженные защитно-караульные инстинкты, природную независимость, смелость и высокую степень преданности к «своему» объекту охраны и хозяину (рис. 2) [93, 103].



Рисунок 2 - Южнорусская овчарка

Процесс кинологического оформления породы начался в начале XX века. Первый официальный стандарт южнорусской овчарки был разработан и утвержден в 1920-х годах советскими кинологами, которые высоко оценили выдающиеся рабочие качества этих собак. В послевоенный период порода пережила серьезный демографический кризис из-за резкого сокращения

поголовья овец и общей разрухи, однако усилиями энтузиастов и специализированных питомников (в частности, в Крыму и на юге России) ценный генофонд удалось сохранить. Международное признание пришло к породе в 1983 году, когда она была официально зарегистрирована Международной кинологической федерацией (FCI) под номером 326, что окончательно и бесповоротно закрепило её статус как бесценного национального достояния России на мировом кинологическом уровне [26].

В современных научных исследованиях подчеркивается определенная двойственность векторов дальнейшего развития породы. С одной стороны, в аграрном секторе и силовых структурах сохраняется устойчивый запрос на аутентичные рабочие линии, способные нести надежную караульную службу в сложнейших климатических условиях, что активно поддерживается профильными ведомственными питомниками силовых структур и пограничных войск. С другой стороны, растущая популярность южнорусской овчарки в качестве преданной собаки-компаньона и успешного выставочного животного требует максимально тщательного контроля со стороны селекционеров за сохранением её изначальных морфофункциональных характеристик и устойчивой психики. Генетические исследования последних лет целенаправленно направлены на мониторинг рисков инбредной депрессии и планомерное расширение генетического разнообразия внутри существующей популяции. Таким образом, южнорусская овчарка по праву остается не только живым историческим памятником отечественного овцеводства, но и крайне актуальным объектом научного интереса в области селекции, зоогенетики и сохранения уникальных генетических ресурсов национальных пород собак Российской Федерации [75, 83].

### **1.2.1.3 Среднеазиатская овчарка**

Среднеазиатская овчарка сформировалась на обширной территории Центральной Азии, где собаки сопровождали скотоводческие сообщества,

охраняли стада, караваны и жилища. В стандарте FCI исторический ареал описывается как пространство от Каспийского моря до Китая и от Южного Урала до Афганистана [97]. Поэтому происхождение породы нельзя ограничивать территорией современной России. Её включение в отечественное собаководство связано прежде всего с советским этапом изучения и последующего организованного разведения.

Традиционные условия использования определяли требования к животным (рис 3). Собака должна была сопровождать стадо, сохранять силы при продолжительных переходах и самостоятельно реагировать на опасность. Отбор проходил в хозяйствах, различавшихся природными условиями и организацией выпаса. История среднеазиатской овчарки вследствие этого включает несколько региональных вариантов, постепенно объединённых общими требованиями к породе [38, 97].



Рисунок 3 - Среднеазиатская овчарка

Ранние советские описания представляют особый интерес, поскольку позволяют проследить становление современной терминологии. В издании

1931 года был опубликован стандарт под названием «туркменская овчарка». В. А. Калинин и соавторы связывали его содержание с предшествующими описаниями С. Н. Боголюбского. Название «среднеазиатская (туркменская) овчарка» встречалось уже в материалах экспертизы А. П. Мазовера на XI Всесоюзном смотре служебного собаководства 1935 года [38]. Изменение названия отражало расширение представлений о распространении и составе рассматриваемого поголовья.

Начало организованной работы с породой в СССР стандарт FCI относит к 1930-м годам. Последующее развитие сочетало использование собак из районов первоначального распространения и их разведение в новых условиях. Для этого этапа характерно постепенное накопление описаний, результатов экспертизы и сведений о потомстве. Пастушьи собаки становились объектом зоотехнического учёта, а их пригодность оценивалась применительно к различным видам охраны [97].

Историческая преемственность здесь не означала полного сохранения прежней системы разведения. Перемещение животных в питомники меняло условия содержания и круг задач, поставленных перед селекционерами. При этом исходное хозяйственное назначение оставалось ориентиром для понимания породных особенностей.

Рассматривая современную среднеазиатскую овчарку, необходимо различать длительную историю местных пастушьих собак и значительно более позднюю историю стандартизированной породы. Такое разграничение позволяет избежать произвольного переноса современных породных границ в глубокую древность и точнее определить вклад советской кинологии в её оформление.

#### **1.2.1.4 Оленегонная лайка**

Оленегонная лайка занимает особое место среди рассматриваемых пород, поскольку её становление связано с потребностью людей в управлении

стадом северных оленей. Основными районами формирования ненецких оленегонных собак являлись Русский Север и Ямал. Их история неотделима от кочевого животноводства, сезонных перемещений и накопленных ненцами приёмов обращения с животными [43].

Главной задачей собак было поддержание управляемости стада. Они возвращали отбившихся оленей, препятствовали расхождению отдельных групп и помогали пастуху собирать животных (рис. 4). Такая работа требовала постоянного взаимодействия с человеком. Хозяйственное назначение «оленегонки» поэтому существенно отличалось от преимущественно охранной роли крупных приотарных собак [43, 61].



Рисунок 4 - Оленегонная лайка

Традиционное разведение опиралось на знание рабочих качеств конкретных производителей. В полевых материалах Е. Богословской описано, как оленеводы выбирали кобелей для вязки, контролировали спаривание и стремились ограничивать скрещивания с поселковыми собаками. Эти наблюдения показывают, что сохранение местного типа обеспечивалось не одной географической изоляцией. Важную роль играли практические решения владельцев, заинтересованных в получении пригодного к работе потомства [58].

В середине XX века оленегонных собак завозили в хозяйства северо-востока СССР. Расширение их распространения сопровождалось попытками организованного изучения. По сведениям О. А. Ибрагимовой, в 1956 году специалисты НИИ сельского хозяйства Крайнего Севера начали работу по оленегонному собаководству; проводились пробные испытания и разрабатывались правила оценки рабочих качеств [43]. Это был важный переход от описания полезной местной собаки к формированию системы её зоотехнической оценки.

Позднейшие экспедиционные обследования позволили уточнить состояние поголовья и собрать материал для стандартизации. Е. Богословская указывает, что стандарт разрабатывался при участии Научно-координационного совета по отечественным породам собак при Российском НИИ культурного и природного наследия. Его утверждение РКФ состоялось 23 декабря 1999 года [58].

Для этой породы особенно заметно расхождение сроков между длительностью хозяйственного существования и сравнительно поздним официальным оформлением. Работа над стандартом не создавала оленегонную лайку заново, а закрепляла признаки собак, уже занимавших определённое место в северном животноводстве. Сохранение породы тесно связано с сохранением самой практики оленеводства, в которой рабочие качества собак получают ежедневную проверку.

### **1.2.2 Современные заводские породы России**

Заводские (синтетические) породы собак были созданы в СССР преимущественно в период с 1930-х по 1980-е годы в условиях государственного контроля над служебным и охотничьим собаководством и жесткой централизации племенной работы. Их формирование базировалось на методах сложного воспроизводительного скрещивания с последующим

направленным отбором по рабочим качествам, экстерьеру и устойчивости нервной системы.

Как отмечает Г.П. Медведев, создание заводских пород было обусловлено потребностями государства в крупных, мощных собаках с выраженными охранными, караульными и розыскными качествами, способными нести службу в различных климатических зонах СССР. При этом одной из ключевых задач селекции была адаптация европейских служебных пород (немецкая овчарка, эрдельтерьер, ротвейлер) к суровым условиям российского климата.

Племенная работа по созданию заводских пород осуществлялась преимущественно в Центральной школе служебного собаководства (ЦШСС, г. Москва, с 1924 г.) и племенном питомнике «Красная звезда» (с 1939 г.), где были сосредоточены лучшие производители и велся строгий зоотехнический учет [52].

Таким образом, можно точно утверждать, что заводское собаководство отличается более определённой постановкой селекционной задачи и документированным подбором производителей. При таком подходе желательный тип описывается заранее, а получаемое потомство последовательно оценивается по соответствию поставленным требованиям. Вместе с тем заводские породы могут формироваться различными методами, как и путём длительного изменения исходной породы либо посредством воспроизводительного скрещивания.

#### **1.2.2.1 Восточноевропейская овчарка**

Основой восточноевропейской овчарки послужили немецкие овчарки, разводившиеся в СССР для служебного использования. Организационные предпосылки систематической работы были связаны с созданием в 1924 году Центрального учебно-опытного питомника — школы военных и спортивных собак. Согласно исторической справке стандарта, инициатором его организации являлся В. В. Языков [31]. Развитие подобных учреждений

позволяло объединять разведение, подготовку и практическое применение животных.

Великая Отечественная война и послевоенное восстановление существенно повлияли на состав поголовья. Работа велась с неоднородной группой собак, включая поступавших из Германии животных. Поэтому формирование восточноевропейского типа представляло продолжительный процесс подбора и отбора, в котором происхождение сочеталось с оценкой конституции и служебной пригодности [31].

Постепенность обособления хорошо прослеживается по названиям в выставочных материалах. На сайте Национального клуба породы отмечено, что в сентябре 1950 года в Москве собаки экспонировались как восточноевропейские овчарки, тогда как на ленинградской выставке того же периода сохранялось название немецкой овчарки [18, 30]. Подобные различия показывают, что терминология менялась не одновременно во всех кинологических организациях [39].

Первый стандарт восточноевропейской овчарки был утверждён ЦК ДОСААФ СССР 15 сентября 1955 года. В январе 1964 года появилась новая редакция, а в 1970-е годы требования вновь уточнялись [31]. Следовательно, распространённое указание только на 1964 год не охватывает всей истории стандартизации.

Большое значение имела комплексная оценка производителей. В исторических материалах Национального клуба породы (далее – НКП) описана бонитировка, учитывавшая конституцию и экстерьер, служебные качества, происхождение и потомство. Такая организация племенной работы связывала выставочную оценку с результатами дрессировки и качеством следующих поколений [30]. Она позволяет понять, почему развитие породы нельзя свести исключительно к увеличению роста или изменению пропорций тела.

В постсоветский период отдельным этапом стало признание восточноевропейской овчарки РКФ в 2002 году [31]. Эта дата закрепила её

положение в национальной кинологической системе, но не являлась началом селекции [39].

Желательный тип предполагает крепкое сложение, прямоугольный силуэт, развитую мускулатуру и выраженный половой диморфизм. Длина корпуса по стандарту превышает высоту в холке на 10–18% (рис. 5). Особенности поведения включают подвижность, уверенность и обучаемость. Историческое использование охватывало разнообразные службы, включая караульную работу и подготовку поводырей [14].



Рисунок 5 - Восточноевропейская овчарка

История восточноевропейской овчарки показывает, как длительное разведение исходной породы в определённых организационных и хозяйственных условиях приводит к оформлению самостоятельного селекционного направления. В данном случае преобладание служебного назначения сочеталось с постепенным уточнением породного типа и его официального статуса.

### 1.2.2.2 Русский черный терьер

Русский чёрный терьер является одной из наиболее известных отечественных заводских служебных пород. Его создание также связано с питомником «Красная звезда». Согласно официальному стандарту FCI, порода формировалась в конце 1940-х - начале 1950-х годов путём селективного межпородного скрещивания. Основным исходным компонентом считается ризеншнауцер, при этом использовались также ротвейлер, эрдельтерьер и ньюфаундленд [96].

В данном случае особенно хорошо прослеживается принцип создания новой породы с заранее заданными характеристиками экстерьера и рабочих качеств (рис. 6). Селекционерам требовалась крупная, сильная, управляемая собака с выраженными охранными качествами и способностью работать в различных климатических условиях. В официальном стандарте подчёркивается именно комплексность этих требований [96, 42].



Рисунок 6 - Русский черный терьер

Первоначальное межпородное скрещивание само по себе ещё не создало породу. После получения гибридного потомства проводился последовательный отбор и подбор животных. Отбирались собаки, которые сочетали требуемые экстерьерные признаки и рабочие характеристики. На протяжении последующих поколений происходило закрепление желательного типа.

В 1983 году русский чёрный терьер был окончательно признан FCI, а современный стандарт относит его ко второй группе пород [44]. Таким образом, порода прошла путь от целенаправленного советского проекта до заводской породы с международным признанием.

Селекционная история русского чёрного терьера представляет интерес и с точки зрения генетики. При использовании нескольких исходных пород в начале создания породы генетическое разнообразие потомства может быть достаточно высоким. Однако последующий отбор способен существенно изменить частоты аллелей. Кроме того, использование ограниченного числа наиболее ценных производителей могло привести к увеличению вклада отдельных линий в современную популяцию.

Поэтому для русского чёрного терьера, как и для других заводских пород, важна оценка не только фенотипического соответствия стандарту, но и генетической структуры популяции. Особенно актуально это в связи с необходимостью сохранения рабочих качеств и предупреждения накопления наследственных нарушений.

Русский чёрный терьер представляет пример породы, в которой экстерьер во многом является результатом сознательной селекционной конструкции. Однако современное развитие породы показывает, что устойчивое племенное разведение невозможно свести только к закреплению внешнего типа. Селекционная программа должна учитывать происхождение, работоспособность, воспроизводительные показатели и генетическое разнообразие.

### 1.2.2.3 Московская сторожевая порода

Московская сторожевая создавалась в послевоенный период в питомнике «Красная звезда» как крупная караульная собака. Согласно исторической справке стандарта РКФ, в её выведении использовались сенбернар, кавказская овчарка и русская пегая гончая [13]. Общая направленность работы состояла в получении животных, пригодных для охраны и управляемых при взаимодействии с человеком (рис. 7).



Рисунок 7 - Московская сторожевая порода

Первые поколения животных отличались неоднородностью. Исторические материалы содержат сведения о собаках различных окрасов и сочетаний исходных пород. Поэтому дальнейшая работа включала отбор животных желательного типа и проверку их способности передавать признаки потомству. Выставочные описания приобретали значение документации, по которой можно было сопоставлять результаты селекции разных лет [41, 40].

Заметное место в истории московской сторожевой занимает Орслан, родившийся в 1960 году от кавказской овчарки Вепхии и сенбернара Тутти. В опубликованном историческом обзоре отмечено его влияние на выравнивание поголовья и дальнейшее развитие генеалогических групп. Приведённое там описание с выставки 1968 года позволяет рассматривать Орслана как конкретный пример производителя, оценивавшегося по собственному типу и качеству потомства [41].

Первое описание стандарта породной группы появилось в 1958 году. Получение статуса породы и публикация следующего стандарта относятся к 1985 году. В 1992 году стандарт был утверждён Федерацией служебного собаководства России; последующие редакции уточняли требования к поголовью [13]. Последовательность этих событий показывает, что между первоначальным оформлением породной группы и её признанием прошёл продолжительный период селекции.

Расширению разведения способствовало сотрудничество военного питомника с московскими клубами служебного собаководства. Передача щенков подготовленным любителям увеличивала число участников племенной работы. По историческим материалам, с начала 1960-х годов представители клубного разведения уже демонстрировали московских сторожевых на городских выставках [41, 40].

История московской сторожевой позволяет проследить основные стадии создания заводской породы: подбор исходных животных, получение неоднородных помесей, выделение перспективных производителей и постепенное закрепление общего типа. При этом официальное признание завершало определённый этап работы, но не отменяло необходимости дальнейшего отбора. Для понимания происхождения породы наиболее существенна именно эта последовательность, объединяющая деятельность питомника, экспертов и владельцев племенных собак.

### **1.3 Основные молекулярно-генетические методы, применяемые в селекционной работе**

#### **1.3.1. Понятие о молекулярно-генетических методах**

Развитие молекулярной генетики существенно расширило возможности селекционной работы с животными. В отличие от традиционных методов, основанных преимущественно на оценке фенотипа и родословных, молекулярно-генетические технологии позволяют непосредственно исследовать наследственную изменчивость на уровне ДНК. Для собаководства это имеет особое значение, поскольку современные породы формировались в условиях длительного направленного отбора по экстерьеру, рабочим качествам и поведению, а относительно замкнутый характер породных популяций может способствовать накоплению нежелательных генетических вариантов [82].

Одним из основных этапов молекулярно-генетического исследования является выделение ДНК из биологического материала. У собак в качестве источника генетического материала наиболее часто используют кровь и буккальный эпителий. Полученная ДНК должна характеризоваться достаточной концентрацией и чистотой, поскольку качество выделения непосредственно влияет на результаты последующих исследований. Для рутинных исследований применяют сорбционные колонки, магнитные частицы, органическую экстракцию и специализированные лизирующие реагенты.

#### **1.3.2 Анализ микросателлитных маркеров**

Базовым методом молекулярной генетики является полимеразная цепная реакция (далее ПЦР), позволяющая многократно амплифицировать определенный участок ДНК. В племенном собаководстве широко

используется мультиплексная ПЦР, при которой одновременно исследуется несколько локусов. Это позволяет сократить расход биологического материала и реагентов и повысить производительность анализа.

Особое значение ПЦР имеет при исследовании микросателлитных маркеров, или STR (Short Tandem Repeats). Данные маркеры представляют собой короткие повторяющиеся последовательности ДНК, число повторов которых может различаться у отдельных животных. Благодаря высокой полиморфности STR широко используются для индивидуальной идентификации, установления родства и проверки достоверности происхождения. Исследования показывают высокую информативность микросателлитных панелей при родительском контроле у собак [89, 69].

Для определения аллелей STR после ПЦР применяется капиллярный электрофорез. Амплифицированные фрагменты разделяются по размеру, после чего регистрируются в виде электрофореграммы. Совокупность аллелей по исследуемым локусам формирует индивидуальный генетический профиль животного. Международное общество генетики животных (ISAG) рекомендует стандартизированную панель из 21 STR-маркера и локуса амелогенина для генетической идентификации собак [88]. Использование стандартизированного набора локусов особенно важно при сравнении результатов различных лабораторий.

### **1.3.3 Анализ однонуклеотидных полиморфизмов**

Другим направлением является анализ однонуклеотидных полиморфизмов — SNP (Single Nucleotide Polymorphism). В отличие от STR, SNP представляют собой изменения одного нуклеотида в определенной позиции генома. Отдельный SNP обычно менее информативен, чем микросателлит, однако большое количество SNP, равномерно распределенных по геному, позволяет получать значительно более полную характеристику генетической структуры животного.

Для массового анализа SNP используются ДНК-микрочипы. Одним из наиболее применяемых в генетике собак является CanineHD BeadChip, содержащий около 170 тыс. SNP. Его использование позволяет изучать генетическую структуру пород, степень родства, внутripородное разнообразие и участки генома, связанные с фенотипическими признаками [63]. SNP-генотипирование также используется при проведении полногеномных ассоциативных исследований (GWAS - genome-wide association studies), направленных на выявление генетических вариантов, связанных с экстерьером, поведением и заболеваниями [74].

Значительные возможности предоставляет секвенирование ДНК. Метод Сэнгера применяется преимущественно для анализа отдельных генов или небольших участков генома, а также для подтверждения ранее выявленных мутаций. Более современные технологии полногеномного секвенирования (NGS - Next-Generation Sequencing) позволяют одновременно анализировать большое количество фрагментов ДНК. В зависимости от поставленной задачи может выполняться таргетное секвенирование, секвенирование экзома (WES - Whole Exome Sequencing) или всего генома (WGS - Whole Genome Sequencing) [79].

#### **1.3.4 Полногеномное секвенирование**

Полногеномное секвенирование особенно перспективно для поиска ранее неизвестных генетических вариантов, определения структуры генома и изучения генетического разнообразия пород. Однако высокая стоимость оборудования и необходимость биоинформатической обработки ограничивают его применение в качестве коммерческих исследований животных и приобретает более научный интерес.

Дополнительным направлением является анализ вариаций числа копий генов (CNV - Copy Number Variation). Такие изменения включают делеции, дупликации и другие структурные варианты ДНК. С использованием

CanineHD-массива у собак были выявлены многочисленные CNV, часть которых характеризуется различиями между породами [77].

#### **1.4 Эффективность использования молекулярно-генетических методов в селекции собак**

Для эффективного управления селекцией сельскохозяйственных продуктивных и не продуктивных животных, таких как свиньи, овцы, куры, крупный рогатый скот, лошади и другие, применяются современные молекулярно-генетические методы. Результаты таких исследований позволяют проводить анализ с целью выявления маркеров, которые могут быть связаны с количественными признаками, а также дают возможность идентифицировать животных по породной принадлежности и устанавливать их отношение к той или иной группе (популяции) [1, 53, 46, 54].

Собаководство занимает особое положение среди отраслей животноводства. В отличие от сельскохозяйственных видов, где селекция направлена преимущественно на повышение продуктивности, разведение собак ориентировано на закрепление экстерьерных признаков, поведенческих реакций и узкоспециализированных рабочих качеств. При этом значительная часть пород собак имеет сравнительно небольшую численность поголовья, что создает риски накопления инбридинга и распространения наследственных заболеваний. В этих условиях традиционная селекция, основанная на оценке фенотипа и анализе родословных, сталкивается с объективными ограничениями: записи о происхождении могут содержать ошибки, а фенотипическое проявление признака не всегда отражает носительство нежелательных аллелей [107]. Молекулярно-генетические методы позволяют преодолеть эти ограничения, предоставляя селекционеру объективные данные о геноме конкретной особи. Рассмотрение эффективности применения ДНК-технологий в собаководстве целесообразно проводить по нескольким

направлениям, каждое из которых решает специфические задачи селекционного процесса.

#### **1.4.1 Определение достоверности происхождения собак различных пород**

Установление достоверности происхождения является одной из наиболее очевидных областей практического применения молекулярно-генетических методов в племенном собаководстве. Традиционное ведение племенной документации позволяет проследить происхождение животного по поколениям, однако достоверность записей сама по себе не подтверждает биологическое родство. Генетическая идентификация позволяет сопоставить фактический генотип щенка с генотипами предполагаемых родителей и тем самым подтвердить или исключить заявленное происхождение.

Наиболее широко для этой цели применяются микросателлитные маркеры, или STR (Short Tandem Repeats). Они представляют собой короткие повторяющиеся последовательности ДНК, отличающиеся высокой полиморфностью. Благодаря большому количеству вариантов аллелей в популяции STR обладают высокой информативностью при идентификации животных и установлении родства [69]. В настоящее время международная стандартизация анализа собак включает панель из 21 STR-маркера и локус амелогенина для определения пола. Использование стандартизированного набора маркеров позволяет сопоставлять результаты, полученные в различных лабораториях, что особенно важно при племенном обмене животными и генетической сертификации [88].

Эффективность STR-анализа подтверждена исследованиями собак различных пород. Так, при исследовании восьми пород собак в Польше с использованием 21 микросателлитного маркера были выявлены выраженные различия генетической структуры между породами, а сами маркеры показали пригодность как для оценки разнообразия, так и для проверки происхождения

[69]. В исследовании Leroy G. и соавт. были проанализированы 1514 собак, относящихся к 61 породе. С использованием панели из 21 микросателлита удалось правильно отнести к соответствующей породе от 85,7 до 98,3 % животных в зависимости от применяемого метода анализа и конкретной породы [84]. Полученные результаты демонстрируют, что STR могут использоваться не только для проверки родословных, но и для характеристики породной принадлежности.

Вместе с тем применение STR имеет определенные ограничения. Информативность конкретного маркера зависит от частот аллелей в исследуемой породе. При высокой степени родства родителей или выраженном внутривидовом инбридинге количество информативных вариантов снижается, что может осложнять исключение отдельных вариантов происхождения. Кроме того, STR характеризуют относительно небольшое число участков генома и поэтому не дают полного представления о генетическом сходстве животных [88, 6].

Развитие технологий SNP-генотипирования позволило существенно расширить возможности молекулярно-генетического анализа. В отличие от STR, SNP представляют собой однонуклеотидные варианты и при использовании микрочипов позволяют одновременно исследовать десятки и сотни тысяч участков генома. Для собак разработан высокоплотный CanineHD BeadChip, содержащий около 170 тыс. SNP-маркеров. Первоначальная оценка данного массива включала 509 собак 46 пород, что позволило использовать его для анализа межпородной структуры и выявления геномных участков, связанных с фенотипическими различиями [63].

Преимущество ДНК-чипов состоит в значительно большем объеме получаемой информации. На основе таких данных возможно проведение анализа главных компонент, построение филогенетических и кластерных схем, оценка генетических дистанций, степени родства и гомозиготности. В масштабном исследовании 161 породы собак генотипирование примерно 150 тыс. SNP позволило охарактеризовать закономерности породной

дифференциации, происхождения и обмена генетическим материалом между породами [74].

SNP-подход постепенно используется и непосредственно для идентификации животных и установления родства. По сравнению с STR, большое количество SNP позволяет увеличить число независимых генетических признаков, используемых при сравнении животных. Кроме того, SNP-панели удобны для автоматизированного анализа большого количества образцов. Развитие этого направления отражено и в деятельности Международного общества генетики животных, где разработаны рекомендации по использованию SNP-панелей для идентификации и определения происхождения собак [88].

Таким образом, STR и SNP-технологии целесообразно рассматривать не как конкурирующие, а как взаимодополняющие методы. STR сохраняют практическое значение благодаря стандартизованности и относительно невысокой стоимости анализа, тогда как SNP-чипы позволяют перейти от анализа ограниченного числа маркеров к комплексной характеристике генома. Для племенной работы особенно перспективным является накопление обоих типов данных в единой базе, что позволит одновременно контролировать происхождение, генетическую структуру и степень родства животных.

#### **1.4.2 Совершенствование существующих пород по рабочим качествам и экстерьеру**

Селекция собак по рабочим качествам традиционно основывается на результатах испытаний, соревнований и экспертной оценки поведения животного. При этом отбор осуществляется по комплексу признаков, включающему способность к обучению, устойчивость к воздействию внешних факторов, выраженность определенных поведенческих реакций, физическую выносливость, скорость выполнения заданий и другие характеристики, специфичные для конкретного направления использования.

Сложность генетического совершенствования рабочих качеств заключается в их количественной и многофакторной природе. На проявление поведения одновременно воздействуют наследственность, условия выращивания, социализация, обучение и работа кинолога. Метаанализ 48 исследований, включавший 1763 оценки различных поведенческих признаков собак, показал, что наследуемость многих поведенческих характеристик является относительно невысокой, что ограничивает эффективность отбора только по фенотипу [90]. Поэтому результаты рабочих испытаний целесообразно рассматривать в совокупности с информацией о происхождении и генетических характеристиках животных.

Современная геномика позволяет искать участки ДНК, ассоциированные с поведением и другими хозяйственно полезными признаками. При сравнении пород были обнаружены геномные области, связанные с различиями в размерах тела, особенностях строения и некоторых поведенческих характеристиках. В частности, при проведении GWAS-анализа выявлялись SNP, ассоциированные с такими особенностями поведения, как смелость, страх и агрессивные реакции [63]. Однако наличие статистической ассоциации между маркером и признаком еще не означает возможности непосредственного использования данного маркера в селекции. Для практического применения необходимо подтверждение связи в независимых выборках и определение влияния среды.

В этой связи перспективным направлением является использование методов количественной генетики совместно с геномными технологиями. Для рабочих собак может рассчитываться племенная ценность на основе фенотипических данных, родственных связей и наследуемости признака. При наличии большого массива генотипов становится возможным переход к геномной оценке племенной ценности [1, 104]. Такой подход позволяет оценивать перспективность животного еще до полного проявления целевого признака.

Отдельное значение имеет совершенствование экстерьера. Многие породные признаки имеют выраженную генетическую обусловленность, что делает их потенциально доступными для генетического анализа. Исследования с применением высокоплотных SNP-массивов показали наличие участков генома, подвергавшихся действию отбора и связанных с морфологическими различиями собак разных пород [63]. При этом экстерьер следует оценивать комплексно, поскольку чрезмерная селекция отдельных признаков может сопровождаться нежелательными последствиями для здоровья и работоспособности.

Для служебного собаководства особенно важно поддерживать баланс между соответствием породному типу и функциональной полноценностью. Селекция, ориентированная исключительно на экстремальное выражение отдельных экстерьерных признаков, может привести к сокращению генетического разнообразия и увеличению распространенности наследственных нарушений. Поэтому молекулярно-генетические методы целесообразно применять прежде всего как дополнительный инструмент, позволяющий выявлять генетическую основу признаков и прогнозировать последствия определенных вариантов подбора.

#### **1.4.3 Выявление генетических аномалий у собак**

Одним из наиболее востребованных направлений молекулярной генетики в собаководстве является выявление наследственных заболеваний и генетических аномалий. Значительное количество современных пород сформировалось в результате длительного отбора в относительно закрытых популяциях. Дополнительным фактором риска является использование ограниченного числа высокоценных производителей, вследствие чего определенные рецессивные варианты могут быстро распространяться в породе [106].

После расшифровки генома собаки существенно увеличились возможности поиска мутаций, связанных с наследственными заболеваниями. К настоящему времени для собак описано большое количество молекулярно-генетически охарактеризованных наследственных заболеваний и генетических вариантов, а число доступных ДНК-тестов продолжает увеличиваться [79, 67]. На практике такие тесты позволяют разделить животных на свободных от мутаций, носителей и генетически пораженных особей в зависимости от типа наследования.

Особое значение ДНК-генотипирование имеет при аутосомно-рецессивных заболеваниях. Фенотипически здоровая собака может быть носителем рецессивный аллеля и передавать его потомству. Если носителя спарить с другим носителем, появляется риск рождения больных животных. Поэтому информация о генотипе родителей позволяет изменить схему подбора еще до получения потомства [67].

Вместе с тем полное исключение из разведения всех носителей известных мутаций не всегда является рациональной стратегией. Если частота определенного варианта в породе высока, массовое исключение носителей способно дополнительно уменьшить эффективную численность популяции и усилить инбридинг. В литературе подчеркивается целесообразность такого подбора, при котором носитель может быть использован с генетически свободным от мутации партнером с последующим контролем потомства [67]. Это особенно важно для малочисленных пород и внутривидовых популяций ограниченного размера.

Возможности молекулярной диагностики не ограничиваются анализом отдельных мутаций. SNP-чипы позволяют выявлять участки повышенной гомозиготности, а также некоторые варианты структурной изменчивости генома. В исследовании 351 собаки 30 пород с использованием CanineHD-массива были выявлены многочисленные участки вариаций числа копий ДНК (CNV), в том числе породоспецифические варианты и участки, содержащие

гены-кандидаты, потенциально связанные с фенотипическими особенностями и предрасположенностью к заболеваниям [77].

Следовательно, молекулярно-генетическая диагностика может использоваться не только для профилактики уже известных заболеваний, но и как инструмент научного поиска новых генетических факторов. При этом для внедрения ДНК-теста в практику необходима его аналитическая и клиническая валидация, поскольку обнаружение варианта само по себе еще не доказывает его причинную роль в развитии заболевания [65].

#### **1.4.4 Сохранение и оценка разнообразия собак различных пород**

Сохранение генетического разнообразия обеспечивает возможность дальнейшей селекции и поддержания жизнеспособности породы. Его снижение может оставаться незаметным при внешней однородности и достаточной численности поголовья. Число зарегистрированных собак не отражает равномерности участия отдельных линий в воспроизводстве. Если основная часть потомства происходит от немногих производителей, генетический вклад остальных животных сокращается. Анализ родословных традиционных шведских пород показал существенную утрату разнообразия основателей, несмотря на продолжение разведения этих популяций [86].

При использовании STR оценивают число аллелей, аллельное богатство, наблюдаемую и ожидаемую гетерозиготность, а также показатели дифференциации. D. N. Irion и соавторы исследовали 28 пород по 100 микросателлитам и подтвердили пригодность этих маркеров для описания внутрипородной изменчивости. Вместе с тем восстановление межпородных связей оказалось менее однозначным [87]. Сопоставление пород требует одинаковых панелей и учёта объёма выборок: большее число обследованных собак повышает вероятность обнаружения редких аллелей. Низкая гетерозиготность отдельного локуса сама по себе не характеризует весь геном.

Для исследования отечественных пород выборку целесообразно формировать из животных разных питомников, регионов и линий, отмечая близкое родство обследованных собак. Преобладание потомков одного производителя может создать впечатление низкого разнообразия всей породы, хотя фактически будет описана отдельная семья. При повторном обследовании через несколько поколений желательно сохранять сопоставимый принцип отбора животных. С практической точки зрения такой мониторинг позволит оценивать направление изменений, а не только фиксировать разовое значение гетерозиготности. Это предложение по организации исследования вытекает из зависимости популяционных оценок от представительности материала [100, 87, 86].

Полногеномное SNP-генотипирование позволяет исследовать протяжённые участки гомозиготности — ROH. Доля аутосомного генома, занятая такими участками, используется для оценки инбридинга. В отличие от родословной, генотип отражает фактически унаследованные участки, хотя результат зависит от плотности маркеров и параметров анализа. D. L. Dreger и соавторы показали, что родословные, SNP-чипы и полногеномное секвенирование предоставляют взаимодополняющие сведения о демографии пород [100]. J. A. Mooney и соавторы продемонстрировали значение анализа ROH и идентичных по происхождению сегментов для исследования заболеваний и последствий инбридинга [76].

При оценке межпородного разнообразия необходимо учитывать историю создания популяций. H. G. Parker и соавторы установили, что геномная структура современных пород отражает географическое происхождение, миграции и гибридизацию. Сходные экстерьерные признаки могли возникать в разных группах независимо [74]. Поэтому сходство промеров не доказывает генетической идентичности пород, а различия по нейтральным маркерам не объясняют автоматически различия рабочих качеств. Для сравнения кавказской овчарки и московской сторожевой

обоснованным представляется параллельное изучение молекулярных показателей, родословных и количественных характеристик экстерьера.

Практическое сохранение разнообразия предполагает контроль родства подбираемых пар, ограничение чрезмерного вклада отдельных производителей и поддержание нескольких воспроизводящихся линий. Исследование D. Bannasch и соавторов показало связь инбридинга, размеров тела и морфологических особенностей с показателями заболеваемости пород. Следовательно, разнообразие следует включать в систему племенных целей наряду с экстерьером, здоровьем и рабочими качествами. При этом высокое разнообразие нейтральных маркеров не гарантирует отсутствия конкретного заболевания, а устранение одной мутации не решает проблему общего накопления родства [101, 111].

В целом анализ литературных данных показывает, что молекулярно-генетические методы постепенно переходят из категории специализированных лабораторных исследований в практический инструмент племенной работы. STR-маркеры обеспечивают надежную идентификацию и проверку происхождения, SNP-массивы позволяют исследовать генетическую структуру и разнообразие на уровне всего генома, а анализ конкретных мутаций дает возможность контролировать наследственные заболевания. При этом наибольший селекционный эффект может быть получен не при замене традиционной оценки собак молекулярными методами, а при их интеграции с показателями экстерьера, рабочих качеств, здоровья и происхождения. Для служебного собаководства такой комплексный подход особенно актуален, поскольку позволяет одновременно учитывать функциональную ценность животных и необходимость сохранения генетически устойчивых внутрипородных популяций.

## ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Общая схема исследования

Для достижения поставленной цели были проведены исследования, включающие категориально-понятийный анализ областей применения служебных собак, оценку конституционно-экстерьерных показателей с расчетом индексов телосложения, а также анализ генетического разнообразия шести отечественных пород с использованием микросателлитных маркеров, с последующей сравнительной оценкой фенотипического и генетического разнообразия.

При проведении исследований основной акцент был сделан на морфометрические методы (детальное взятие промеров) и молекулярно-генетические методы (выделение ДНК из буккального эпителия и генотипирование собак по 21 микросателлитному локусу, регламентированному Международным обществом генетики животных (ISAG)).

Также кроме морфометрических и генетических исследований был использован анализ научной литературы, официальных источников и породных стандартов для категориально-понятийного анализа областей применений.

Схема исследования представлена на рисунке 8.



Рисунок 8 – Общая схема исследования

## **2.2 Характеристика объектов исследования**

В качестве объекта исследования были выбраны следующие породы собак: московская сторожевая (МСТ, n=17), русский черный терьер (РЧТ, n=10), восточноевропейская овчарка (ВЕО, n=7), среднеазиатская овчарка (САО, n=20) и кавказская овчарка (КО, n=7), южнорусская овчарка (ЮРО, n=6), оленегонная лайка (ОЛ, n=3), которые содержатся в питомнике кинологического центра служебного собаководства «Красная Звезда».

Данные породы собак были выбраны в связи тем, что все они являются продуктом отечественной селекции и применяются в работе служебных ведомств Российской Федерации. Выборка состояла, как из сук, так и из кобелей. Все собаки были старше 1,5 года и не были родственными друг другу.

Отобранные животные являются типичными представителями своей породы, что подтверждают оценки, полученные ими на выставках (не ниже «отлично») и племенных смотрах («рекомендована к племенному использованию»). Происхождение собак подтверждено наличием племенных сертификатов Всероссийской единой племенной книги Российской кинологической федерации.

## **2.3 Категориально-понятийный анализ областей применений**

Для сравнения заявленного в стандартах назначения с фактической областью применения собак исследуемых пород был проведён категориально-понятийный анализ областей применения служебных собак с использованием трёх типов источников: научной литературы, официальных сайтов ведомственных структур и стандартов пород на русском и английском языках.

На первом этапе были изучены стандарты московской сторожевой, русского чёрного терьера, восточноевропейской, среднеазиатской, кавказской и южнорусской овчарок, опубликованные на официальных сайтах Российской кинологической федерации (РКФ) и Международной кинологической

федерации (FCI). Основное внимание уделяли разделам «Применение» и «Предназначение», а также соответствующему разделу «Utilization» в англоязычных документах. Для каждой породы выделяли формулировки, характеризующие её назначение, и сопоставляли их содержание в доступных русскоязычных и англоязычных версиях стандартов.

На втором этапе проводили анализ терминов «охранная», «караульная», «сторожевая», «служебная», «рабочая», «пользовательская» и «универсальная», используемых для обозначения областей применения собак. Их смысл рассматривали с учётом контекста породных стандартов и научной литературы. При сопоставлении обращали внимание на использование синонимичных понятий, различия в переводе и случаи, когда близкие по значению термины обозначали разные направления работы. На основании проведённого анализа формировали рабочую систему терминов для единообразного обозначения областей применения собак в дальнейшем исследовании.

На третьем этапе сведения о назначении пород, приведённые в стандартах, сопоставляли с информацией об использовании собак в государственных и ведомственных кинологических структурах, представленной на их официальных сайтах. При сравнении учитывали охранное и караульное применение, а также патрульную и розыскную работу. Сведения ведомственных источников использовали для характеристики документально описанных направлений применения исследуемых пород.

Результаты сопоставления обобщали в сравнительной таблице, включающей название породы, источник и дату стандарта, заявленную область применения и сведения о виде службы. Дополнительно учитывали указанный в стандарте тип конституции, что позволяло сопоставить требования к телосложению собак с направлением их использования. Полученные материалы служили основой для последующей оценки конституционно-экстерьерных особенностей исследуемых пород в зависимости от направления их использования.

## **2.4 Оценка конституционно-экстерьерных показателей служебных пород собак**

Для оценки конституционно-экстерьерных особенностей у каждой особи проводили трехкратное измерение 9 промеров (высота в холке, косая длина туловища, высота в локте, высота в крестце, обхват груди, глубина груди, ширина груди в плечах, длина головы, обхват пясти) с использованием мерной палки, циркуля и мерной ленты, после чего вычисляли его среднее значение. Дополнительно, руководствуясь оценочным бланком (Приложение 1), была сделана глазомерная оценка экстерьера собаки, также зоотехнические снимки в корректной стойке (сбоку и анфас).

На втором этапе были рассчитаны следующие индексы телосложения: формата (растянутости), костистости, массивности, сбитости, большеголовости и длинноногости. Выбор индексов телосложения для сравнительного анализа пород собак обусловлен тем, что абсолютные промеры, хотя и различаются у разных пород, не в полной мере характеризуют их экстерьер.

## **2.5 Анализ генетического разнообразия с использованием микросателлитных локусов**

Для оценки генетической структуры каждой из 6 пород было проведено генотипирование с использованием микросателлитных маркеров.

Для этого у каждой собаки, у которой были взяты промеры, отбирали образцы буккального эпителия. Его получали с помощью стерильной ватной палочки, которую помещали между верхней десной и губой собаки и аккуратно прокручивали 10 раз. Данную процедуру проводили с двух сторон для увеличения объема полученного биоматериала.

После отбора ватную палочку с биоматериалом помещали в индивидуальную пробирку, маркировали и транспортировали вместе с

хладоэлементами в учебно-научный центр коллективного пользования «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений» РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва, Россия). Все образцы хранили при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  для снижения риска деградации ДНК перед исследованием.

Затем биоматериал на ватных палочках переносился в новые стерильные пробирки объемом 1,5 мл для выделения ДНК с помощью коммерческого набора «К-СОРБ-50» (ООО «Синтол», Москва, Россия), основанного на методе спин-колонок. Оценку выделенной ДНК количественным методом проводили на приборе Fluo-200 (Allsheng, Hangzhou, Китай) с использованием набора QuDye HS (ООО «Люмипроб РУС», Москва, Россия).

Выделенная ДНК транспортировалась в термосумке с хладоэлементами в российскую биотехнологическую компанию «ГОРДИЗ» для генотипирования по 21 микросателлитному локусу, которые регламентированы International Society for Animal Genetics (Международное общество генетики животных).

## 2.6 Статистический анализ

В связи с нарушением предположения о нормальности распределения данных (критерий Шапиро-Уилка,  $p < 0,05$ ) и гетерогенностью дисперсий (тест Левена,  $p < 0,05$ ), а также учитывая малый объем некоторых выборок ( $n < 10$ ), для сравнения морфометрических показателей между породами применялся непараметрический критерий Краскала-Уоллиса для  $k$ -независимых выборок.

При обнаружении статистически значимых внутривидовых различий ( $p < 0,05$ ) проводились попарные сравнения с помощью теста Манни-Утти с поправкой Бенджамини-Хохберга для контроля доли ложных отклонений нулевой гипотезы при множественных сравнениях.

Все статистические расчеты проводились с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics 26.0 и Microsoft Excel 2016.

Статистическая обработка генотипических данных проводилась с использованием пакета анализа в программе Microsoft Excel. Для построения графика главных компонент и визуализации данных использовали расширения GenAlex для MS Excel [73].

Для изучения сопряженности генетической и фенотипической дифференциации формировали выборку животных, для которых были получены как данные генотипирования по 21 микросателлитному локусу (STR), так и результаты зоотехнического учета (линейные промеры и индексы телосложения).

Для сравнения способности различных источников данных к дифференциации исследуемых пород применяли метод главных компонент (PCA). Анализ проводили на основе матриц попарных расстояний, рассчитанных как по частотам аллелей 21 STR-локуса, так и по стандартизированным значениям промеров и индексов телосложения. Проецирование особей в пространство главных компонент для генетических и фенотипических матриц позволяло визуализировать структуру изменчивости и непосредственно сопоставлять эффективность разделения популяций на основе молекулярно-генетических и экстерьерных маркеров.

Для количественной оценки конгруэнтности генетической и фенотипической изменчивости применяли тест Мантела (Mantel test). Данный метод позволял оценить статистическую значимость корреляции между матрицами попарных генетических и фенотипических расстояний. Значимость коэффициента корреляции определяли методом перестановок (9999 итераций). Совместное применение PCA и теста Мантела позволяло оценить, в какой мере генетическая дифференциация исследуемых животных согласуется с их фенотипическими различиями.

Математико-статистическую обработку данных осуществляли с использованием специализированного программного обеспечения. Расчет

фенотипических матриц попарных расстояний и проведение PCA по морфометрическим показателям выполняли в пакете PAST. Расчет матриц попарных генетических расстояний, генетический PCA и тест Мантела проводили с применением пакета GenAlEx для MS Excel.

## **ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **3.1 Классификация отечественных пород собак в системе отечественного служебного собаководства**

#### **3.1.1 Анализ терминологии отечественного служебного собаководства**

Племенная работа с породами собак в различных государствах курируется кинологическими организациями и клубами. В их функции входит утверждение породных стандартов, разработка нормативов для селекционной и спортивной деятельности и организация всевозможных мероприятий, направленных на разведение собак.

Большинство кинологических организаций Европы, в том числе и Россия, являются членами Международной кинологической федерации (FCI), которая координирует деятельность, связанную с разведением собак [99].

Помимо FCI, существуют другие крупные национальные кинологические организации, такие как Английский кенел-клуб (The Kennel Club), Американский клуб собаководства (American Kennel Club) и Канадский клуб собаководства (Canadian Kennel Club), которые действуют независимо. Однако между такими организациями существуют ряд договоров, которые позволяют взаимно признавать родословные собак.

Каждая из указанных организаций применяет собственную классификацию, в основе которой лежит разделение пород по происхождению, размеру и применению.

Однако при использовании разной классификации собак по происхождению и применению возникают несогласования в терминах, что может приводить к путанице не только обывателей, но и также специалистов. Из-за таких неточностей в племенной работе могут быть неправильно поставлены задачи селекции. В свою очередь это приведет к

рассогласованности целей разных заводчиков одной и той же породы, что может образовать разные типы внутри одной пород, как это было, например, с немецкими овчарками. Большой недостаток такой племенной работы, что технически это всё одна порода с одним стандартом, однако заложенные целенаправленные рабочие качества селекцией, могут ухудшиться,

В связи эти на первом этапе нашего исследования был проведен категориальный-понятийный анализ областей применения собак, заявленных в стандартах пород, и их фактического использования в различных кинологических структурах служб и ведомств РФ.

Область применения указана в стандарте любой породы собак, если порода утверждена Международной кинологической федерацией (FCI) или Российской кинологической федерацией (РКФ) в специальном разделе, где регламентированы основные направления использования животных данной породы и определена цель создания породы. При анализе данного раздела были выявлены терминологические неточности, которые могут ввести в заблуждение. Несогласованность наблюдается уже на уровне названия самого раздела. Так, например, в одних документах на русском языке используется термин «предназначение», в то время как в других – «применение», причем эти два термина имеют несколько различные значения в русском языке. В английском же языке во всех стандартах фигурирует слово «utilization», что ближе к термину «применение», его мы и будем использовать далее.

Для уточнения семантики понятий, описывающих применение собак исследуемых пород, были изучены первоисточники: стандарты на русском языке и на английском языке, опубликованные на сайтах FCI и РКФ. Установлено, что в документах РКФ и в документах FCI, касающихся описания одной и той же породы, в разделе «Применение» указаны отличающиеся по смыслу требования к породе. Рассогласование понятий в стандартах РКФ возникает как результат дублирования понятий или противопоставления одних и тех же терминов друг другу, поскольку до настоящего времени в собаководстве РФ не разработаны четкие критерии

классификации собак по применению. Однако написание национальными клубами стандартов пород на английском языке является более корректным, чем при прямом переводе стандарта РКФ.

Например, в стандарте среднеазиатской овчарки, который размещен на сайте РКФ, применяется термин «охранная и караульная собака», а для кавказской овчарки используется понятие «охранная и сторожевая собака». Из-за отсутствия утвержденной терминологии применения пород в РФ, подобное использование синонимичных понятий создает терминологическую несогласованность. В стандартах на английском языке у обеих пород используются одинаковые термины «guard and watching dog» что, исходя из научной литературы, целесообразнее переводить как «охранная и караульная (сторожевая) собака».

Похожие неточности выявлены и для породы московская сторожевая, для которой в русскоязычном стандарте также используются синонимичные понятия - «караульная» и «сторожевая», без упоминания «караульная». В то время как в англоязычной версии стандарта указан термин, который в полной мере передает область использования породы - «guard and watching dog».

В стандарте восточноевропейской овчарки наблюдается обратная ситуация. В русском варианте стандарта употребляется «универсальная служебная собака», в английском варианте фигурирует термин «versatile service dog» (универсальная рабочая собака). Поэтому в русскоязычной версии предусмотрено более широкое область применения собак по сравнению с англоязычным вариантом.

Также для обозначения категории собак, используемых человеком, можно применять термин «пользовательская собака», что подтверждается существованием Комиссии по пользовательскому собаководству FCI. Поэтому понятия «рабочие» и «пользовательские» собаки могут быть рассмотрены как синонимичные термины.

В связи с проведенным категориально-понятийным анализом нами была определена следующая система терминов:

1) Караульная, или сторожевая собака (англ. *watching dog*) – породы собак, предназначенные для охраны стационарных объектов и ограниченных территорий.

2) Охранная собака (англ. *guard dog*) – породы собак, осуществляющих охрану домашних животных, человека, территорию свободно, то есть без привязи. Обычно у таких пород хорошо выражен приотарный инстинкт.

3) Служебная собака (англ. *working dog*) – породы собак, используемые в структурах и ведомствах для выполнения государственных задач.

4) Рабочая собака, или пользовательская, собака – породы собак, которые могут применяться человеком для разных видов работ, включая служебное направление.

В дальнейших наших исследованиях мы также будем соответствовать данной терминологии, для того, что не вводить в заблуждение других исследователей и производить корректное сравнение пород.

### **3.1.2 Классификация отечественных служебных пород собак согласно стандартам и фактическому применению**

Методологической основой данного раздела послужил анализ соответствия между заявленными в стандартах пород рабочими качествами и фактическим их использованием в государственных и силовых структурах. Исторически большинство отечественных служебных пород собак на территории нашего государства целенаправленно создавались преимущественно для караульной и охранной службы, и лишь во вторую очередь – для патрульно-розыскной работы. Это подтверждается тем, что в стандартах большинства используемых отечественных пород собак, в разделе применения, указано, что эти собаки являются охранными и караульными. Исключение составляют русский черный терьер и восточноевропейская

овчарка. При их выведении советские селекционеры ставили задачу создания универсальных пород, способных эффективно выполнять широкий спектр служебных задач.

Анализ фактического применения в ведомствах подтверждает, что основной потребностью структур является именно охрана и караульная служба объектов, тогда как использование собак в розыскной работе, хотя и имеет место, носит менее массовый характер.

Ключевым фактором, определяющим эффективность выполнения собаками специфических служебных обязанностей, является тип их конституции.

Морфофизиологические особенности организма напрямую обуславливают работоспособность животного и его адаптационные способности. Фундаментальное определение данного понятия сформулировал выдающийся отечественный ученый-зоотехник Е.Я. Борисенко, рассматривавший конституцию как - «совокупность организма как совокупность анатомо-физиологических особенностей организма как целого, обусловленных наследственностью (исторически выработавшиеся в процессе приспособления к определённым хозяйственным и природным условиям) и условиям индивидуального (онтогенетического) развития и связанных с характером продуктивности и со способностью организма определённым образом реагировать на внешние раздражения» [57].

Поэтому наряду с указанием, для какой службы применяется конкретная порода, мы также привели характеристику типа конституции собак каждой из исследуемых пород (таблица 1).

Сравнительный анализ стандартов отечественных служебных пород демонстрирует, что преимущественным и наиболее желательным типом телосложения для них является крепкий. При этом допускаются незначительные породные отклонения: в сторону грубого типа (что обусловлено спецификой караульной службы) или, как в случае с южнорусской овчаркой, в сторону сухого и крепкого типа. Особого внимания

заслуживает стандарт восточноевропейской овчарки, который предъявляет наиболее строгие требования к экстерьеру, предписывая исключительно крепкий тип конституции без каких-либо отклонений, что подчеркивает универсальный характер использования данной породы и ее высокую работоспособность.

Таблица 1 – Сравнительный анализ фактического вида службы собак с применением, прописанным в стандарте породы.

| Порода                      | Стандарт FCI/РКФ, дата публикации стандарта | Применение/предназначение                           | Фактический вид службы                                       | Тип конституции                    |
|-----------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Среднеазиатская овчарка     | FCI № 335<br>09.02.2011                     | Охранная, караульная собака                         | Караульная<br>[60, 49, 24, 7]                                | Крепкий<br>или<br>грубый           |
| Кавказская овчарка          | FCI № 328<br>02.03.2011                     | Охранная, караульная собака                         | Караульная<br>[24, 59, 7, 27]                                | Крепкий<br>или<br>крепко-грубый    |
| Московская сторожевая       | СОКО РКФ<br>23.04.2008                      | Охранная, караульная, собака-компаньон              | Караульная<br>[32, 7, 27]                                    | Крепко-грубый                      |
| Русский черный терьер       | FCI №327<br>10.01.2011                      | Служебная, караульная, спортивная, собака-компаньон | Караульная, поисковая, универсальная<br>[7, 27, 8, 34, 23]   | Крепкий<br>или<br>крепко-грубый    |
| Восточноевропейская овчарка | СОКО РКФ<br>18.03.2020                      | Универсальная служебная порода, собака-компаньон    | Караульная, поисковая, патрульно-розыскная<br>[33, 24, 4, 7] | Крепкий                            |
| Южнорусская овчарка         | FCI N° 326<br>12.12.2017.                   | Охранная, караульная собака                         | Караульная<br>[59, 7, 27, 36]                                | Крепкий<br>или<br>крепкий<br>сухой |

Таким образом, можно констатировать, что ведомственные структуры в большинстве случаев испытывают потребность преимущественно в караульных и охранных собаках, и лишь в меньшей степени - в поисковых. В связи с этим в настоящее время наблюдается устойчивая тенденция к использованию в караульной и охранной службе пород, изначально

выводившихся как универсальные. Данная ситуация, во-первых, свидетельствует о высокой востребованности собак именно в этом направлении. Во-вторых, можно предположить, что в процессе разведения под действием направленного отбора селекционеров, оценивавших животных преимущественно по охранным качествам, произошла специализация пород. В результате этого способность к выполнению караульных и охранных функций прочно закрепились в фенотипе и поведенческих реакциях собак.

### **3.2 Оценка внутривидового разнообразия собак отечественных пород собак по признакам экстерьера**

#### **3.2.1 Сравнительная характеристика промеров собак служебных пород отечественной селекции**

Как указывалось, ранее, на втором этапе работы нами были проанализированы промеры и индексы телосложения собак изучаемых пород.

Подчеркнем, что подобное сравнение позволит оценить, насколько сходны или различны породы собак с одинаковым направлением использования.

При сравнении промеров и индексов телосложения мы не рассматривали оленегонную лайку из-за того, что ее направление применения отличается от остальных пород кардинальным образом.

В таблице 2 приведена сравнительная характеристика промеров кобелей и сук изученных пород.

По высоте в холке выявлены статистически достоверные различия между кобелями и суками у четырех из пяти исследованных пород: восточноевропейской овчарки, московской сторожевой, русского черного терьера и среднеазиатской овчарки. Исключение составляет кавказская овчарка, у которой половые различия по данному признаку статистически незначимы.

Анализ коэффициента вариации показал, что у кобелей среднеазиатской овчарки разнообразие по высоте в холке превышает 6%, тогда как у всех остальных изученных групп собак данный показатель составляет менее 6%, что свидетельствует об их внутривидовой однородности по росту.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика промеров кобелей и сук служебных пород отечественной селекции, см.

| Признаки              | Пол | Восточноевропейская овчарка |       | Кавказская овчарка |       | Московская сторожевая      |       | Русский черный терьер      |       | Среднеазиатская овчарка    |       |
|-----------------------|-----|-----------------------------|-------|--------------------|-------|----------------------------|-------|----------------------------|-------|----------------------------|-------|
|                       |     | M±m, см                     | Cv, % | M±m, см            | Cv, % | M±m, см                    | Cv, % | M±m, см                    | Cv, % | M±m, см                    | Cv, % |
| Высота в холке        | К   | <b>70,6</b><br><b>±1,5</b>  | 5,1   | 72,7<br>±1,4       | 3,3   | <b>74,4</b><br><b>±0,7</b> | 3,7   | <b>74,2</b><br><b>±0,6</b> | 2,7   | <b>78,4</b><br><b>±2,1</b> | 8,4   |
|                       | С   | <b>65,6</b><br><b>±1,0</b>  | 3,9   | 68,5<br>±1,7       | 5,0   | <b>70,1</b><br><b>±0,9</b> | 4,6   | <b>70,3</b><br><b>±0,6</b> | 2,3   | <b>72,3</b><br><b>±1,1</b> | 4,9   |
| Косая длина туловища  | К   | 78,4<br>±1,6                | 5,0   | 79,2<br>±2,4       | 5,3   | <b>78,9</b><br><b>±0,6</b> | 2,9   | <b>79,2</b><br><b>±0,6</b> | 2,7   | <b>86,3</b><br><b>±1,2</b> | 4,6   |
|                       | С   | 74,3<br>±1,3                | 4,5   | 73,8<br>±2,3       | 6,2   | <b>76,2</b><br><b>±0,8</b> | 3,9   | <b>74,3</b><br><b>±1,4</b> | 5,0   | <b>79,6</b><br><b>±1,7</b> | 7,0   |
| Высота в локте        | К   | <b>41,7</b><br><b>±1,1</b>  | 6,5   | 37,3<br>±4,3       | 20,1  | 41,9<br>±0,9               | 8,8   | 41,8<br>±0,9               | 7,2   | 41,5<br>±2,1               | 16,0  |
|                       | С   | <b>37,9</b><br><b>±0,6</b>  | 4,5   | 38,5<br>±1,7       | 8,6   | 39,9<br>±0,7               | 6,6   | 39,7<br>±1,4               | 9,0   | 40,2<br>±0,7               | 5,6   |
| Высота в крестце      | К   | <b>68,6</b><br><b>±1,4</b>  | 5,0   | 72,3<br>±1,2       | 2,9   | 71,9<br>±1,0               | 5,5   | 72,3<br>±0,5               | 2,2   | <b>78,0</b><br><b>±2,3</b> | 9,4   |
|                       | С   | <b>61,4</b><br><b>±1,3</b>  | 5,4   | 69,3<br>±2,1       | 6,2   | 70,4<br>±0,9               | 5,0   | 69,6<br>±1,1               | 4,0   | <b>70,6</b><br><b>±1,5</b> | 6,9   |
| Обхват груди          | К   | 84,1<br>±1,4                | 4,0   | 101,0<br>±4,0      | 6,9   | <b>89,4</b><br><b>±2,2</b> | 9,8   | 84,5<br>±2,3               | 9,6   | 98,2<br>±2,9               | 9,3   |
|                       | С   | 82,9<br>±1,8                | 5,8   | 92,3<br>±3,0       | 6,4   | <b>86,1</b><br><b>±1,3</b> | 5,7   | 83,9<br>±2,8               | 8,7   | 91,7<br>±3,3               | 11,9  |
| Глубина груди         | К   | 30,3<br>±0,5                | 4,0   | 34,3<br>±4,3       | 21,9  | <b>31,1</b><br><b>±0,5</b> | 6,3   | <b>31,5</b><br><b>±0,6</b> | 6,7   | <b>36,9</b><br><b>±1,4</b> | 11,7  |
|                       | С   | 28,6<br>±0,7                | 6,1   | 30,0<br>±0,4       | 2,7   | <b>29,6</b><br><b>±0,3</b> | 3,2   | <b>28,6</b><br><b>±0,8</b> | 7,8   | <b>32,5</b><br><b>±0,8</b> | 8,5   |
| Длина головы          | К   | 29,7<br>±0,8                | 6,4   | 29,6<br>±0,3       | 1,8   | 28,0<br>±0,4               | 5,7   | 30,0<br>±0,4               | 6,4   | <b>33,4</b><br><b>±0,6</b> | 4,9   |
|                       | С   | 28,2<br>±0,5                | 4,3   | 28,1<br>±0,8       | 5,9   | 27,8<br>±0,6               | 8,6   | 29,1<br>±0,3               | 2,4   | <b>30,5</b><br><b>±0,5</b> | 5,8   |
| Ширина груди в плечах | К   | 20,1<br>±0,6                | 7,8   | 25,1<br>±0,1       | 0,7   | 23,2<br>±0,7               | 11,3  | 21,8<br>±0,5               | 8,3   | 26,9<br>±1,1               | 13,0  |
|                       | С   | 20,9<br>±0,9                | 11,2  | 25,6<br>±1,6       | 12,7  | 21,9<br>±0,5               | 9,1   | 20,3<br>±0,4               | 4,7   | 25,7<br>±1,9               | 24,7  |
| Обхват пясти          | К   | 13,7<br>±0,3                | 6,1   | 16,5<br>±0,3       | 3,0   | 16,0<br>±0,4               | 9,8   | 16,5<br>±0,5               | 9,7   | <b>19,7</b><br><b>±0,5</b> | 8,4   |
|                       | С   | 13,2<br>±0,3                | 5,1   | 18,6<br>±0,6       | 6,8   | 15,5<br>±0,4               | 10,5  | 16,2<br>±1,1               | 17,4  | <b>16,4</b><br><b>±0,5</b> | 9,5   |

p<0,05 полужирным и зеленым цветом выделенные те пары кобелей и сук, между значениями которых наблюдаются достоверные различия.

Следует отметить, что данный признак не должен характеризоваться высоким разнообразием, поскольку он строго регламентирован стандартом породы, а значительные отклонения в обе стороны влекут за собой исключение таких животных из разведения. Тем не менее, на практике подобные отклонения встречаются и даже поддерживаются отдельными заводчиками, что может приводить к формированию внутripородных типов. Для среднеазиатской овчарки наличие таких типов является закономерным, поскольку ареал распространения породы обширен, вследствие чего в ней наблюдается некоторое число групп, различающихся по средней высоте в холке: от высокорослых до низкорослых. Поэтому высокий коэффициент вариации по высоте в холке у кобелей, привезенных из разных регионов, отражает закономерности развития данной породы.

Косая длина туловища имеет достоверные половые различия у собак трех пород: московской сторожевой, русского черного терьера и среднеазиатской овчарки. У восточноевропейской и кавказской овчарок достоверных различий не выявлено. Коэффициент вариации более 6% зафиксирован у сук кавказской и среднеазиатской овчарок, свидетельствующий о более высоком внутripородном разнообразии данных пород, что, вероятно, связано с особенностями их происхождения.

По промеру «высота в локте» достоверные различия между кобелями и суками выявлены только у восточноевропейской овчарки, у остальных пород половые различия статистически незначимы. Высокая вариабельность по высоте в локте характерна для кобелей восточноевропейской овчарки, особей обоего пола кавказской овчарки и московской сторожевой, кобелей и сук русского черного терьера, а также кобелей среднеазиатской овчарки; остальные группы однородны по данному признаку. Полученные результаты свидетельствуют о наличии в популяциях как относительно высоконогих, так и низконогих особей. Подобная ситуация обусловлена тем, что среди заводчиков до конца не сформировалось единого мнения относительно идеальных пропорций экстерьера, соответствующих стандарту породы.

Высота в крестце коррелирует с высотой в холке и демонстрирует схожую картину межполовых различий. У восточноевропейской и среднеазиатской овчарок кобели достоверно превосходят сук по данному промеру. У кавказской овчарки, московской сторожевой и русского черного терьера достоверных различий не выявлено. Превышение порога вариабельности в 6% наблюдается у сук кавказской овчарки, а также у особей обоего пола среднеазиатской овчарки. Остальные группы собак достаточно однородны по высоте в крестце.

Обхват груди характеризуется достоверными различиями между кобелями и суками только у московской сторожевой, у остальных пород достоверных различий не наблюдается. Коэффициент вариации выше 6% отмечается у особей обоего пола кавказской овчарки, кобелей московской сторожевой, особей обоего пола русского черного терьера и среднеазиатской овчарки. У восточноевропейской овчарки и сук московской сторожевой изменчивость низкая, что указывает на высокую однородность групп по данному признаку.

Глубина груди напрямую связана с высотой в локте, однако в данном случае наблюдается противоположная ситуация: у восточноевропейской и кавказской овчарок достоверных межполовых различий не выявлено, в то время как у московской сторожевой, русского черного терьера и среднеазиатской овчарки они присутствуют. Вариабельность более 6% характерна для сук восточноевропейской овчарки, кобелей кавказской овчарки и московской сторожевой, а также особей обоего пола русского черного терьера и среднеазиатской овчарки. Остальные группы характеризуются высокой однородностью. Данная ситуация свидетельствует о том, что восточноевропейские овчарки, несмотря на вариабельность высоты в локте, сохраняют гармоничные пропорции корпуса.

Достоверные различия по длине головы между кобелями и суками выявлены только у среднеазиатской овчарки. У восточноевропейской и

кавказской овчарок, московской сторожевой и русского черного терьера различия между кобелями и суками статистически не значимы.

Анализ ширины груди в плечах не выявил достоверных межполовых различий ни у одной из исследованных пород, что свидетельствует о нивелировании данного признака в зависимости от пола. Высокая изменчивость ( $C_v > 6\%$ ) зафиксирована у особей обоего пола восточноевропейской овчарки, сук кавказской овчарки, особей обоего пола московской сторожевой, кобелей русского черного терьера и особей обоего пола среднеазиатской овчарки. Остальные группы собак (кобели кавказской овчарки и суки русского черного терьера) однородны по данному признаку.

Установлены достоверные различия по обхвату пясти между кобелями и суками только у среднеазиатской овчарки, у остальных четырех пород половые различия статистически не значимы. Коэффициент вариации более 6% наблюдается у кобелей восточноевропейской овчарки, сук кавказской овчарки, особей обоего пола московской сторожевой, особей обоего пола русского черного терьера и среднеазиатской овчарки. Разнообразие остальных группы собак по обхвату пясти не превышает типовых значений коэффициента вариации для промеров.

Таким образом, можно констатировать, что только у среднеазиатских овчарок по большинству промеров выявлены достоверные различия, свидетельствующие о выраженном половом диморфизме. У восточноевропейских овчарок, московских сторожевых и русского черного терьера достоверные различия затрагивают только те признаки, мерные значения которых четко зафиксированы в стандарте, и анатомически связанные с ними (высота в холке, косая длина туловища и подобные). У кавказских овчарок ни по одному промеру не установлено достоверных различий, что говорит о фактическом отсутствии отбора на выраженность признаков пола.

Наблюдаемое снижение выраженности полового диморфизма, по-видимому, обусловлено современными селекционными трендами, согласно

которым заводчики стремятся к получению максимально крупных и массивных собак независимо от пола. На выставках и при реализации собак питомниками предпочтение отдается особям с выраженными высокими размерными характеристиками, что приводит к целенаправленному отбору крупных сук и, как следствие, к сближению средних значений промеров между кобелями и суками. Данная тенденция имеет как положительные аспекты (например, возможное повышение общей работоспособности сук), так и потенциальные риски (появление сук в «кобелином» типе, увеличение вероятности развития дисплазии тазобедренных суставов и другое).

Наличие высокого внутривидового разнообразия, особенно выраженное у кавказской и среднеазиатской овчарок, по ряду промеров также свидетельствует о том, что при оценке и последующем отборе животных селекционеры фокусируются, главным образом, на тех промерах, которые приведены в стандартах породы, как уже упоминалось ранее

Перед проведением межпородного сравнительного анализа кобелей и сук была проведена оценка однородности дисперсий. Результаты проверки по критерию Левене (таблица 3) выявили неоднородность дисперсий по большинству изучаемых признаков. В связи с тем, что объемы выборок различаются, а по большинству промеров достоверно ( $p \leq 0,05$ ) наблюдается гетерогенность дисперсий, применение классического дисперсионного анализа (ANOVA) становится методологически некорректным.

В частности, у кобелей нарушение условия гомогенности дисперсий установлено по высоте в холке, высоте в локте, высоте в крестце, глубине груди и ширине груди в плечах. У сук статистически значимая неоднородность дисперсий выявлена по высоте в холке, глубине груди, ширине груди в плечах и обхвату пясти, тогда как по длине головы получено пограничное значение уровня значимости.

Таблица 3 – Характеристика равенства дисперсий промеров кобелей и сук

| Признаки              | Кобели, n=47      |         | Суки, n=47        |         |
|-----------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|
|                       | Статистика Ливиня | p-Value | Статистика Ливиня | p-Value |
| Высота в холке        | 6,46              | 0,00    | 2,46              | 0,05    |
| Косая длина туловища  | 1,45              | 0,23    | 1,82              | 0,13    |
| Высота в локте        | 2,87              | 0,03    | 1,07              | 0,39    |
| Высота в крестце      | 5,19              | 0,00    | 1,16              | 0,34    |
| Обхват груди          | 0,45              | 0,77    | 1,05              | 0,40    |
| Глубина груди         | 5,03              | 0,00    | 3,74              | 0,01    |
| Длина головы          | 0,97              | 0,43    | 2,46              | 0,05    |
| Ширина груди в плечах | 3,85              | 0,01    | 2,82              | 0,03    |
| Обхват пясти          | 1,93              | 0,12    | 7,35              | 0,00    |

Для выбора статистического критерия оценки различий была проведена проверка нормальности распределения данных с помощью критерия Шапиро-Уилка. Анализ 45 выборок как у сук, так и у кобелей (9 признаков для каждой из 5 пород) показал, что в 14 случаях распределение отличалось от нормального. Кроме того, следует учитывать, что объем некоторых выборок составляет менее 5 особей. При малых объемах статистическая мощность критерия Шапиро-Уилка снижается, и даже если тест не выявляет значимых отклонений, это не является безусловным доказательством нормальности распределения признака в данной породе.

Наряду с этим, несмотря на отсутствие статистически значимых отклонений по результатам формальных тестов, визуальный анализ диаграмм размаха (box-plot) позволяет выявить более тонкие структурные особенности вариабельности признаков (рисунок 9).

В частности, у кавказской овчарки по таким промерам, как косая длина туловища, обхват груди и длина головы, а у среднеазиатской овчарки - по косой длине туловища и глубине груди, наряду с наличием выраженных выбросы наблюдаются и существенное смещение медианы относительно центра межквартильного размаха.

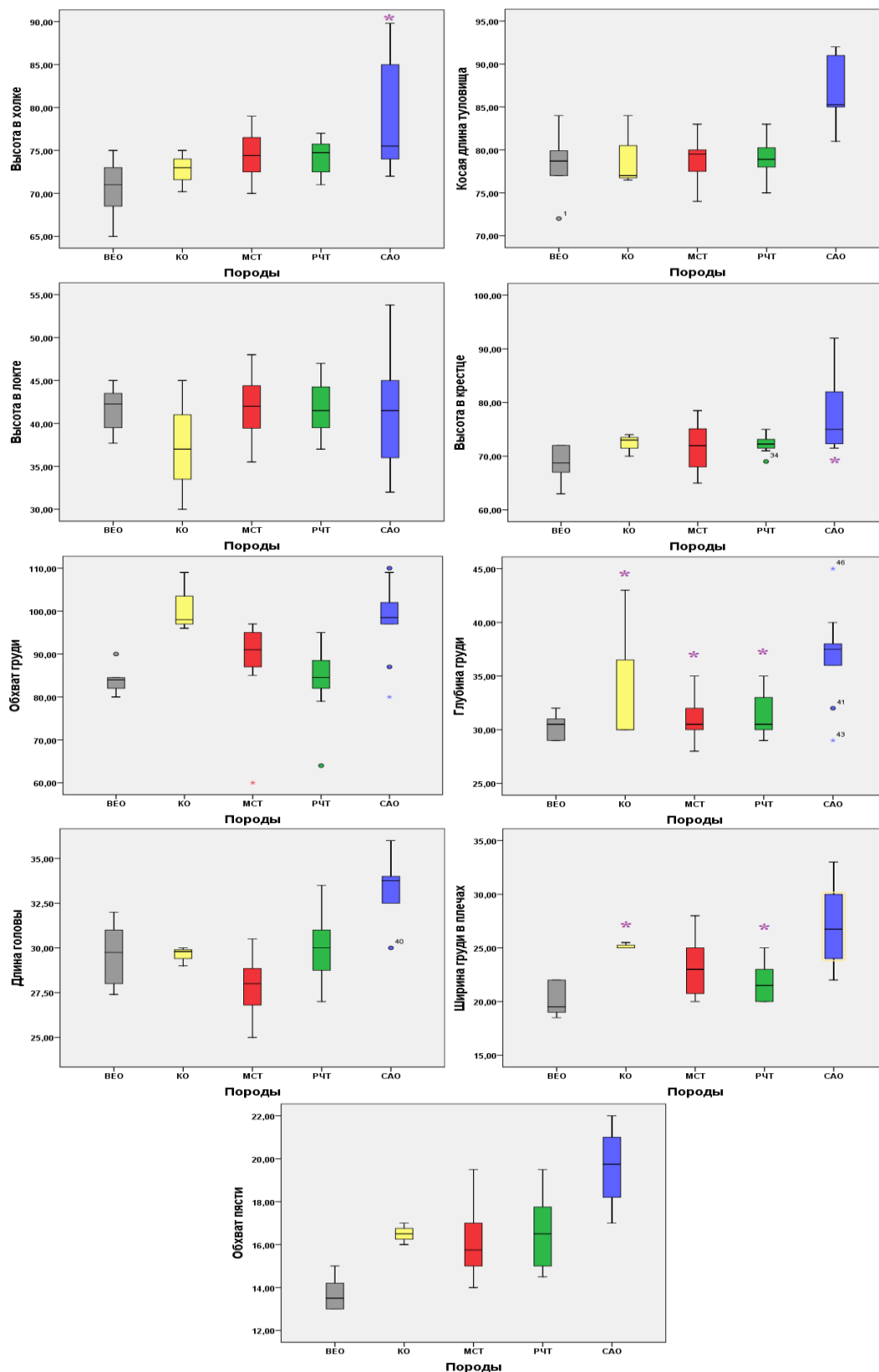


Рисунок 9 – Оценка нормальности распределения промеров кобелей с помощью критерия Шапиро-Уилка. Фиолетовыми \* указаны признаки, распределение значений которых не соответствует нормальному.

Таким образом, для дальнейшего статистического сравнения групп по указанным признакам будет использован непараметрический критерий Краскала-Уоллиса для  $k$ -независимых выборок вместо классического дисперсионного анализа. При обнаружении статистически значимых внутривидовых различий ( $p < 0,05$ ) будет проводиться попарные сравнения с помощью теста Манни - Уитни с поправкой Бенджамини-Хохберга для контроля ошибки I рода при множественных сравнениях.

Результаты сравнительного анализа морфометрических показателей кобелей пяти пород (таблица 4), выявили статистически значимые различия по большинству изучаемых промеров: высоте в холке ( $p \leq 0,05$ ), косой длине туловища ( $p \leq 0,01$ ), обхвату груди ( $p \leq 0,01$ ), глубине груди ( $p \leq 0,02$ ), длине головы ( $p \leq 0,01$ ), ширине груди в плечах ( $p \leq 0,01$ ), высоте в крестце ( $p \leq 0,08$ ), обхвату пясти ( $p = 0,01$ ) тогда как по высоте в локте ( $p \leq 0,92$ ) достоверных межпородных различий не установлено.

Анализ промера высоты в холке выявил что кобели восточноевропейской овчарки достоверно меньше в высоте в холке, чем среднеазиатские овчарки, по остальным породам достоверных различий нет.

Анализ высоты в холке и высоты в крестце выявил одинаковые закономерности: кобели восточноевропейской овчарки достоверно уступали по обоим промерам среднеазиатским овчаркам. Между остальными породами достоверных различий по этим показателям не выявлено. В целом кавказская овчарка, московская сторожевая и русский черный терьер занимают промежуточное положение, что соответствует фактическому экстерьеру пород, поскольку среди изученных групп наиболее крупной является среднеазиатская овчарка, а наименее крупной — восточноевропейская.

Аналогичная картина наблюдается по таким промерам, как косая длина туловища и глубина груди: среднеазиатские овчарки достоверно превосходили восточноевропейскую овчарку, московскую сторожевую и русского черного терьера.

Таблица 4 – Сравнительный анализ особенностей строения тела у кобелей служебных пород собак

| Промер<br>Порода                                  | Параметры | Высота в холке            | Косая длина туловища        | Высота в локте | Высота в крестце          | Обхват груди                 | Глубина груди               | Длина головы                 | Ширина груди в плечах       | Обхват пясти                 |
|---------------------------------------------------|-----------|---------------------------|-----------------------------|----------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Восточноевропейская овчарка <sup>a</sup><br>(n=6) | M±m, см   | 70,6<br>±1,5 <sup>e</sup> | 78,4<br>±1,6 <sup>e</sup>   | 41,7<br>±1,1   | 68,6<br>±1,4 <sup>e</sup> | 84,1<br>±1,4 <sup>bce</sup>  | 30,3<br>±0,5 <sup>e</sup>   | 29,7<br>±0,8 <sup>e</sup>    | 20,1<br>±0,6 <sup>bce</sup> | 13,7<br>±0,3 <sup>bcde</sup> |
|                                                   | Cv, %     | 5,1                       | 5,0                         | 6,5            | 5,0                       | 4,0                          | 4,0                         | 6,4                          | 7,8                         | 6,1                          |
| Кавказская овчарка <sup>b</sup><br>(n=3)          | M±m, см   | 72,7<br>±1,4              | 79,2<br>±2,4                | 37,3<br>±4,3   | 72,3<br>±1,2              | 101,0<br>±4,0 <sup>acd</sup> | 34,3<br>±4,3                | 29,6<br>±0,3 <sup>e</sup>    | 25,1<br>±0,1 <sup>ad</sup>  | 16,5<br>±0,3 <sup>ae</sup>   |
|                                                   | Cv, %     | 3,3                       | 5,3                         | 20,1           | 2,9                       | 6,9                          | 21,9                        | 1,8                          | 0,7                         | 3,0                          |
| Московская сторожевая <sup>c</sup><br>(n=16)      | M±m, см   | 74,4<br>±0,7              | 78,9<br>±0,6 <sup>e</sup>   | 41,9<br>±0,9   | 71,9<br>±1,0              | 89,4<br>±2,2 <sup>ade</sup>  | 31,1<br>±0,5 <sup>e</sup>   | 28,0<br>±0,4 <sup>de</sup>   | 23,2<br>±0,7 <sup>ae</sup>  | 16,0<br>±0,4 <sup>ae</sup>   |
|                                                   | Cv, %     | 3,7                       | 2,9                         | 8,8            | 5,5                       | 9,8                          | 6,3                         | 5,7                          | 11,3                        | 9,8                          |
| Русский черный терьер <sup>d</sup><br>(n=12)      | M±m, см   | 74,2<br>±0,6              | 79,2<br>±0,6 <sup>e</sup>   | 41,8<br>±0,9   | 72,3<br>±0,5              | 84,5<br>±2,3 <sup>bce</sup>  | 31,5<br>±0,6 <sup>e</sup>   | 30,0<br>±0,4 <sup>ce</sup>   | 21,8<br>±0,5 <sup>be</sup>  | 16,5<br>±0,5 <sup>ae</sup>   |
|                                                   | Cv, %     | 2,7                       | 2,7                         | 7,2            | 2,2                       | 9,6                          | 6,7                         | 6,4                          | 8,3                         | 9,7                          |
| Среднеазиатская овчарка <sup>e</sup><br>(n=10)    | M±m, см   | 78,4<br>±2,1 <sup>a</sup> | 86,3<br>±1,2 <sup>acd</sup> | 41,5<br>±2,1   | 78,0<br>±2,3 <sup>a</sup> | 98,2<br>±2,9 <sup>acd</sup>  | 36,9<br>±1,4 <sup>acd</sup> | 33,4<br>±0,6 <sup>abcd</sup> | 26,9<br>±1,1 <sup>ace</sup> | 19,7<br>±0,5 <sup>abcd</sup> |
|                                                   | Cv, %     | 8,4                       | 4,6                         | 16,0           | 9,4                       | 9,3                          | 11,7                        | 4,9                          | 13,0                        | 8,4                          |
| Скорректированное р-значение                      |           | 0,05                      | 0,0001                      | 0,876          | 0,02                      | 0,0001                       | 0,009                       | 0,0001                       | 0,0001                      | 0,0001                       |

a-e – разность между значениями, обозначенными разными буквами, достоверна при  $p \leq 0,05$  при парном сравнение с помощью критерием U-критерий Манна-Уитни с поправкой Бенджамини-Хохберга

По обхвату груди наибольшие значения отмечены у кавказской и среднеазиатской овчарок; между собой они не имели достоверных различий, но превосходили все остальные породы.

По длине головы максимальные значения зафиксированы у среднеазиатских овчарок, которые достоверно превосходили все остальные четыре породы. В то же время русский черный терьер превосходил московскую сторожевую, что соответствует породным особенностям русского черного терьера. Между остальными породами достоверных различий по данному показателю не наблюдалось. Как и в случае с обхватом груди, по ширине груди в плечах максимальные и не различающиеся между собой значения отмечены у кавказской и среднеазиатской овчарок. Они достоверно превосходили остальные породы, тогда как наименьшие показатели зафиксированы у восточноевропейских овчарок.

По обхвату пясти среднеазиатские овчарки также достоверно превосходили все остальные породы, тогда как восточноевропейские овчарки, напротив, имели наименьшие значения данного промера.

По промеру высоты в локте достоверных различий между кобелями изученных пород не выявлено. Это свидетельствует о том, что все исследованные породы обладают достаточно развитыми передними конечностями, а различия в общей высоте обусловлены не длиной лап, а степенью развития грудной клетки и высотой холки, что придает одним породам большую массивность по сравнению с другими.

Обобщая результаты анализа, можно сделать вывод, что изученные породы четко дифференцируются на три группы в зависимости от их происхождения и функционального назначения.

**К первой группе** относятся аборигенные породы (среднеазиатская и кавказская овчарки), которые демонстрируют максимальные значения по большинству промеров, отражающих массивность костяка, объем грудной клетки и общую крупность. Это является исторической адаптацией к суровым условиям среды и специализацией на силовой охране и защите.

**Вторую группу** составляют синтетические породы (московская сторожевая и русский черный терьер), имеющие более умеренные, облегченные, но в то же время крупные габариты, оптимальные для окарауливания и охраны территории.

**Третью группу** представляет восточноевропейская овчарка, занимающая крайнее положение в ряду изученных пород. Она обладает наиболее легким костяком и минимальными значениями ряда промеров, что подчеркивает ее использование в качестве универсальной служебной породы.

Также был проведён сравнительный анализ сук разных пород с добавлением в выборку южнорусских овчарок.

Перед анализом также был проведён тест Шапиро-Уилка, который выявил 6 значимых отклонений от нормального распределения. На диаграмме размаха (ящик с усами) визуально видно, что у среднеазиатских овчарок по признакам «косая длина туловища», «обхват груди» и «глубина груди» медианы смещены от центра, вследствие чего нормальность распределения нарушена (рисунок 10).

Как и в случае с кобелями, у кавказских и южнорусских овчарок количество объектов составляет 4 особи. Поэтому сравнительный анализ пород будет также проводиться с помощью критерия Манна-Уитни с поправкой Бенджамини-Хохберга.

Сравнительный анализ внутривидового и межвидового разнообразия продемонстрировал, что суки изученных пород достоверно не различались по таким признакам, как косая длина туловища, обхват груди и ширина груди в плечах. Данная закономерность подтверждает наше утверждение о том, что суки более однородны по признакам объема тела и отличаются в большей степени по промерам, связанных с длиной (таблица 5).

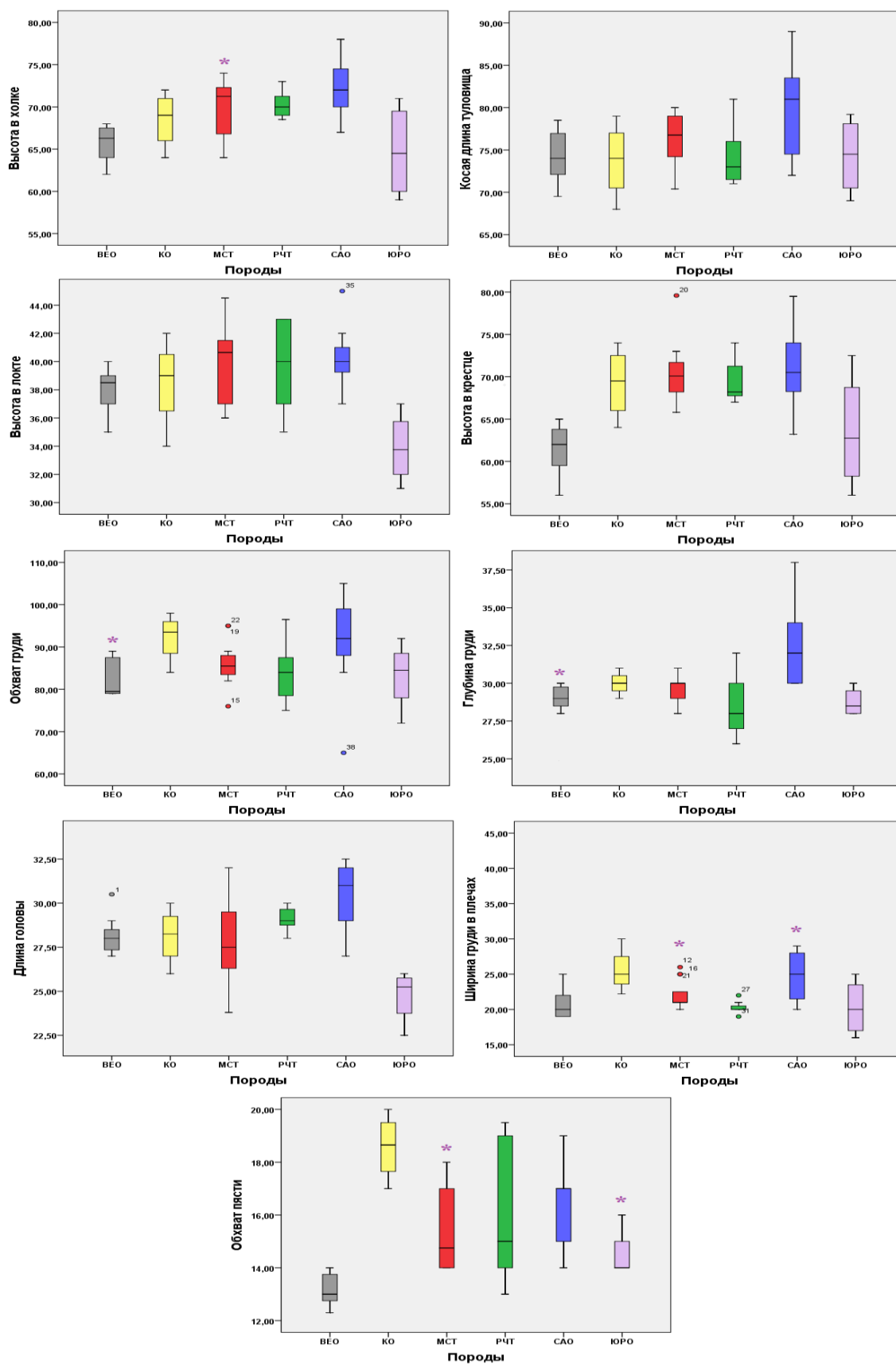


Рисунок 10 – Оценка нормальности распределения промеров кобелей с помощью критерия Шапиро-Уилка. Фиолетовыми \* указаны признаки, распределение значений которых не соответствует нормальному.

Таблица 5 - Сравнительный анализ особенностей строения тела у сук служебных пород собак

| Промер<br>Порода                                  | Параметры | Высота в холке              | Косая длина туловища | Высота в локте            | высота в крестце             | обхват груди | Глубина груди                | Длина головы                | Ширина груди в плечах | Обхват пясти                |
|---------------------------------------------------|-----------|-----------------------------|----------------------|---------------------------|------------------------------|--------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Восточноевропейская овчарка <sup>a</sup><br>(n=7) | M±m, см   | 65,6<br>±1,0 <sup>cde</sup> | 74,3<br>±1,3         | 37,9<br>±0,6              | 61,4<br>±1,3 <sup>bcde</sup> | 82,9<br>±1,8 | 28,6<br>±0,7 <sup>e</sup>    | 28,2<br>±0,5 <sup>ef</sup>  | 20,9<br>±0,9          | 13,2<br>±0,3 <sup>bce</sup> |
|                                                   | Cv, %     | 3,9                         | 4,5                  | 4,5                       | 5,4                          | 5,8          | 6,1                          | 4,3                         | 11,2                  | 5,1                         |
| Кавказская овчарка <sup>b</sup><br>(n=4)          | M±m, см   | 68,5<br>±1,7                | 73,8<br>±2,3         | 38,5<br>±1,7              | 69,3<br>±2,1 <sup>a</sup>    | 92,3<br>±3,0 | 30,0<br>±0,4                 | 28,1<br>±0,8                | 25,6<br>±1,6          | 18,6<br>±0,6 <sup>ac</sup>  |
|                                                   | Cv, %     | 5,0                         | 6,2                  | 8,6                       | 6,2                          | 6,4          | 2,7                          | 5,9                         | 12,7                  | 6,8                         |
| Московская сторожевая <sup>c</sup><br>(n=14)      | M±m, см   | 70,1<br>±0,9 <sup>a</sup>   | 76,2<br>±0,8         | 39,9<br>±0,7              | 70,4<br>±0,9 <sup>a</sup>    | 86,1<br>±1,3 | 29,6<br>±0,3 <sup>e</sup>    | 27,8<br>±0,6 <sup>e</sup>   | 21,9<br>±0,5          | 15,5<br>±0,4 <sup>ab</sup>  |
|                                                   | Cv, %     | 4,6                         | 3,9                  | 6,6                       | 5,0                          | 5,7          | 3,2                          | 8,6                         | 9,1                   | 10,5                        |
| Русский черный терьер <sup>d</sup><br>(n=7)       | M±m, см   | 70,3<br>±0,6 <sup>a</sup>   | 74,3<br>±1,4         | 39,7<br>±1,4              | 69,6<br>±1,1 <sup>a</sup>    | 83,9<br>±2,8 | 28,6<br>±0,8 <sup>e</sup>    | 29,1<br>±0,3 <sup>f</sup>   | 20,3<br>±0,4          | 16,2<br>±1,1                |
|                                                   | Cv, %     | 2,3                         | 5,0                  | 9,0                       | 4,0                          | 8,7          | 7,8                          | 2,4                         | 4,7                   | 17,4                        |
| Среднеазиатская овчарка <sup>e</sup><br>(n=11)    | M±m, см   | 72,3<br>±1,1 <sup>a</sup>   | 79,6<br>±1,7         | 40,2<br>±0,7 <sup>f</sup> | 70,6<br>±1,5 <sup>a</sup>    | 91,7<br>±3,3 | 32,5<br>±0,8 <sup>acdf</sup> | 30,5<br>±0,5 <sup>cf</sup>  | 24,5<br>±1,9          | 16,4<br>±0,5 <sup>a</sup>   |
|                                                   | Cv, %     | 4,9                         | 7,0                  | 5,6                       | 6,9                          | 11,9         | 8,5                          | 5,8                         | 24,7                  | 9,5                         |
| Южнорусская овчарка <sup>f</sup><br>(n=4)         | M±m, см   | 64,8<br>±2,8                | 74,3<br>±2,3         | 33,9<br>±1,3 <sup>e</sup> | 63,5<br>±3,5                 | 83,3<br>±4,2 | 28,8<br>±0,5 <sup>e</sup>    | 24,8<br>±0,8 <sup>def</sup> | 20,3<br>±2,0          | 14,5<br>±0,5                |
|                                                   | Cv, %     | 8,8                         | 6,2                  | 7,5                       | 11,1                         | 10,0         | 3,3                          | 6,3                         | 19,9                  | 6,9                         |
| Скорректированное р-значение                      |           | 0,005                       | 0,146                | 0,028                     | 0,004                        | 0,06         | 0,002                        | 0,002                       | 0,06                  | 0,001                       |

a-f – разность между значениями, обозначенными разными буквами, достоверна при  $p \leq 0,05$  при парном сравнение с помощью критерием U-критерий Манна-Уитни с поправкой Бенджамини-Хохберг

По промеру высоты в холке закономерно самой низкорослой породой оказалась восточноевропейская овчарка: она достоверно уступала по данному признаку московской сторожевой, среднеазиатской овчарке и русскому черному терьеру. Кавказские и южнорусские овчарки не имели достоверных отличий от других пород.

По высоте в локте статистически значимые различия были выявлены лишь между южнорусской и среднеазиатской овчарками: южнорусская овчарка достоверно уступала среднеазиатской по данному признаку. Это закономерно, поскольку, согласно стандарту породы, южнорусская овчарка является самой низкорослой среди изученных: минимальная высота в холке для сук составляет 62 см, что является нижней границей среди всех исследованных пород. Следует отметить, что верхняя граница роста в стандарте не регламентирована. Это связано с редкостью породы и наличием определенных послаблений в требованиях к экстерьеру, вследствие чего в популяции встречаются достаточно высокие особи.

Высота в крестце тесно коррелирует с высотой в холке, поэтому по данному признаку наблюдается схожая картина. Восточноевропейские овчарки достоверно уступали по этому промеру московской сторожевой, русскому черному терьеру и среднеазиатской овчарке, но не отличались от южнорусских овчарок.

Максимальные значения глубины груди зафиксированы у среднеазиатских овчарок, которые достоверно превосходили по данному признаку все остальные породы. При этом между остальными породами значимых различий не выявлено.

По длине головы максимальные значения также характерны для среднеазиатских овчарок, достоверно превосходящих восточноевропейских и южнорусских овчарок. При этом восточноевропейские овчарки достоверно превосходят южнорусских по данному показателю. Таким образом, можно

констатировать, что южнорусские овчарки обладают наименьшей длиной головы, что полностью соответствует стандарту породы.

По обхвату пясти восточноевропейские овчарки достоверно уступали кавказским, московским сторожевым и среднеазиатским овчаркам, тогда как между восточноевропейской овчаркой и русским черным терьером значимых различий не наблюдалось. Это также согласуется с типом конституции и функциональным назначением, регламентированным в стандартах пород.

Таким образом, межпородные различия у собак женского пола сохраняют ту же направленность, характерную для кобелей, однако проявляются в меньшей степени и имеют свою специфику.

Среднеазиатская овчарка стабильно занимает позицию лидера по показателям глубина груди, длина головы, высоты в холке и высоте в крестце, что подчеркивает ее аборигенное происхождение и историческую специализацию на силовой охране, так как более крепкие и крупные животные обладают более сильной степенью устойчивости к неблагоприятным условиям.

Восточноевропейская овчарка, напротив, демонстрирует наименьшие значения по большинству промеров (высота в холке и крестце, обхват пясти), подтверждая свой статус наиболее «легкой» породы из изученных, ориентированной на универсальное служебное применение, хотя как мы видим, кобели и суки всё равно являются достаточно крупными собаками и не отличаются по высоте от московской сторожевой, кавказкой овчарки и русского черного терьера в связи с тем, что данную породу всё чаще используют как караульную и охранную собаку.

Особое место в иерархии пород занимает южнорусская овчарка. Несмотря на отсутствие выраженной массивности, она обладает наименьшей высотой в холке и длиной головы, что строго соответствует породному стандарту и историческому применению породы как приотарной собаки, для которой важна не грубая сила, а маневренность и выносливость.

Таким образом, морфометрические показатели сук полностью отражают экстерьерные требования стандартов и функциональную направленность каждой породы.

### **3.2.2 Сравнительная характеристика индексов телосложения служебных пород отечественной селекции**

Следующим этапом нашей работы было проведение сравнительного анализа индексов телосложения кобелей и сук исследуемых пород.

Выбор индексов телосложения для сравнительного анализа пород собак обусловлен тем, что абсолютные промеры, хотя и различаются у разных пород, не в полной мере характеризуют их экстерьер. Например, для караульных и охранных собак предпочтительны животные массивного телосложения, которое способны оказывать устрашающее воздействие на нарушителя и способные к его силовой нейтрализации в случае необходимости.

Сравнительный анализ кобелей и сук по индексам телосложения (таблица 6) подтверждает сделанные ранее выводы о том, что несмотря на наличие достоверных различий по ряду абсолютных промеров, по индексам телосложения половой диморфизм выражен значительно слабее. Статистически значимые различия между полами были обнаружены исключительно по индексу костистости у среднеазиатских овчарок. Данная закономерность согласуется с высоким внутripородным разнообразием породы и практикой активного отбора наиболее крупных кобелей для племенного разведения.

В свою очередь, отсутствие четких различий между кобелями и суками говорит о том, что для заводчиков приоритетным является гармоничное строение собак, независимо от того, какого пола собака.

Таблица 6 – Сравнительная характеристика индексов кобелей и сук служебных пород отечественной селекции

| Признаки                  | Пол | Породы                      |       |                    |       |                       |       |                       |       |                         |       |
|---------------------------|-----|-----------------------------|-------|--------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-------------------------|-------|
|                           |     | Восточноевропейская овчарка |       | Кавказская овчарка |       | Московская сторожевая |       | Русский черный терьер |       | Среднеазиатская овчарка |       |
| Показатели                |     | M±m, см                     | Cv, % | M±m, см            | Cv, % | M±m, см               | Cv, % | M±m, см               | Cv, % | M±m, см                 | Cv, % |
| Индекс костистости        | к   | 19,4±0,6                    | 7,7   | 22,7±0,4           | 2,9   | 21,6±0,5              | 9,5   | 22,2±0,7              | 10,7  | <b>25,1±0,5</b>         | 6,8   |
|                           | с   | 20,2±0,6                    | 8,4   | 27,1±0,4           | 3,3   | 22,2±0,8              | 13,1  | 23,0±1,5              | 16,9  | <b>22,7±0,5</b>         | 7,0   |
| Индекс массивности        | к   | 119,6±4,2                   | 8,5   | 139,0±6,2          | 7,7   | 120,3±3,0             | 9,9   | 113,8±3,0             | 9,1   | 125,5±2,9               | 7,3   |
|                           | с   | 126,4±2,6                   | 5,4   | 134,9±4,8          | 7,2   | 122,9±1,5             | 4,7   | 119,4±3,5             | 7,6   | 126,9±4,6               | 12,0  |
| Индекс сбитости           | к   | 107,6±3,7                   | 8,3   | 128,0±8,1          | 11,0  | 113,4±2,9             | 10,3  | 106,7±2,9             | 9,3   | 113,9±3,1               | 8,5   |
|                           | с   | 111,8±3,0                   | 7,2   | 125,1±0,9          | 1,4   | 113,0±1,3             | 4,4   | 113,2±4,6             | 10,7  | 115,6±4,4               | 12,6  |
| Индекс формата            | к   | 111,1±1,3                   | 2,8   | 108,8±2,1          | 3,4   | 106,2±0,8             | 3,1   | 106,8±0,7             | 2,3   | 110,4±1,9               | 5,4   |
|                           | с   | 113,3±2,3                   | 5,4   | 107,8±3,7          | 6,9   | 108,9±1,6             | 5,3   | 105,7±1,7             | 4,3   | 110,0±1,8               | 5,5   |
| Индекс длинноногости      | к   | 57,0±0,9                    | 3,9   | 52,8±5,9           | 19,4  | 58,2±0,6              | 4,3   | 57,5±0,9              | 5,3   | 52,8±1,8                | 10,7  |
|                           | с   | 56,3±0,9                    | 4,1   | 56,1±1,1           | 4,1   | 57,7±0,4              | 2,8   | 59,4±1,0              | 4,4   | 55,0±1,1                | 6,4   |
| Индекс<br>большеголовости | к   | 42,1±1,5                    | 8,9   | 40,7±1,0           | 4,3   | 37,7±0,7              | 7,0   | 40,6±0,9              | 8,0   | 42,8±0,8                | 5,9   |
|                           | с   | 43,0±1,2                    | 7,4   | 41,2±1,7           | 8,2   | 39,7±1,0              | 9,7   | 41,4±0,2              | 1,5   | 42,1±0,4                | 2,8   |

Такой подход как раз может нивелировать различия между средними значениями собак разного пола в той или иной породе, поскольку есть «единый желательный тип», а не «желательный тип кобеля» и «желательный тип суки».

Анализ коэффициента вариации индексов телосложения показал, что в большинстве случаев разнообразие признаков находится на низком или умеренном уровне, что свидетельствует о высокой стабильности породных типов.

Наиболее унифицированным оказался индекс формата, где  $C_v$  не превышал 7% ни у кобелей, ни у сук, что отражает жесткую стандартизацию пропорций корпуса во всех изученных группах.

Тем не менее, в ряде выборок выявлена повышенная вариабельность. У кобелей кавказской овчарки зафиксирован максимальный  $C_v$  по индексу длинноногости (19,4%), а у сук русского черного терьера - по индексу костистости (16,9%). У сук среднеазиатской овчарки высокая изменчивость наблюдается по индексам сбитости (12,6%) и массивности (12,0%), что подтверждает наличие внутрипородных типов и фенотипическую пластичность самок этой аборигенной породы.

В целом, суки демонстрируют несколько большую вариабельность по большинству индексов по сравнению с кобелями, что, вероятно, связано с менее строгим селекционным давлением по отдельным экстерьерным признакам при разведении.

Как и в случае с промерами, нами был проведен анализ однородности дисперсии между признаками и тест для проверки нормальности распределения (таблица 7).

В первую очередь мы оценили межпородное разнообразие кобелей по индексам телосложения с помощью непараметрического критерия Краскала-Уоллиса для  $k$ -независимых выборок (рисунок 11).

Таблица 7 - Характеристика равенства дисперсий индексов телосложения кобелей и сук

| Признаки               | Кобели, n=47      |         | Суки, n=47        |         |
|------------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|
|                        | Статистика Ливиня | p-Value | Статистика Ливиня | p-Value |
| Индекс костистости     | 2,04              | 0,10    | 4,47              | 0,00    |
| Индекс массивности     | 0,52              | 0,72    | 0,68              | 0,64    |
| Индекс сбитости        | 0,44              | 0,77    | 3,15              | 0,02    |
| Индекс формата         | 3,11              | 0,02    | 0,42              | 0,83    |
| Индекс длинноногости   | 6,81              | 0,01    | 1,93              | 0,11    |
| Индекс большеголовости | 1,03              | 0,41    | 3,55              | 0,01    |

Не выявлено достоверных межпородных различий по индексам сбитости и длинноногости у кобелей, что согласуется с результатами анализа абсолютных промеров, где также не было обнаружено значимых отличий по высоте в локте (таблица 8).

Сравнительный анализ индексов телосложения кобелей продемонстрировал достоверные межпородные различия по индексам костистости, массивности, формата и длинноголовости.

Так, по индексу костистости кобели среднеазиатской овчарки достоверно превосходили все остальные четыре породы. Восточноевропейская овчарка уступала не только среднеазиатской, но и кавказской овчарке.

По индексу массивности русский черный терьер достоверно уступал московской сторожевой и среднеазиатской овчарке.

Это закономерно, особенно для московской сторожевой, при выведении которой участвовала кавказская овчарка, передавшая ей массивность.

Поэтому важно отметить, что в абсолютных значениях наиболее массивными являются кавказские овчарки, хотя в рамках данной выборки статистически значимых различий между ними и среднеазиатскими овчарками по этому индексу выявлено не было.

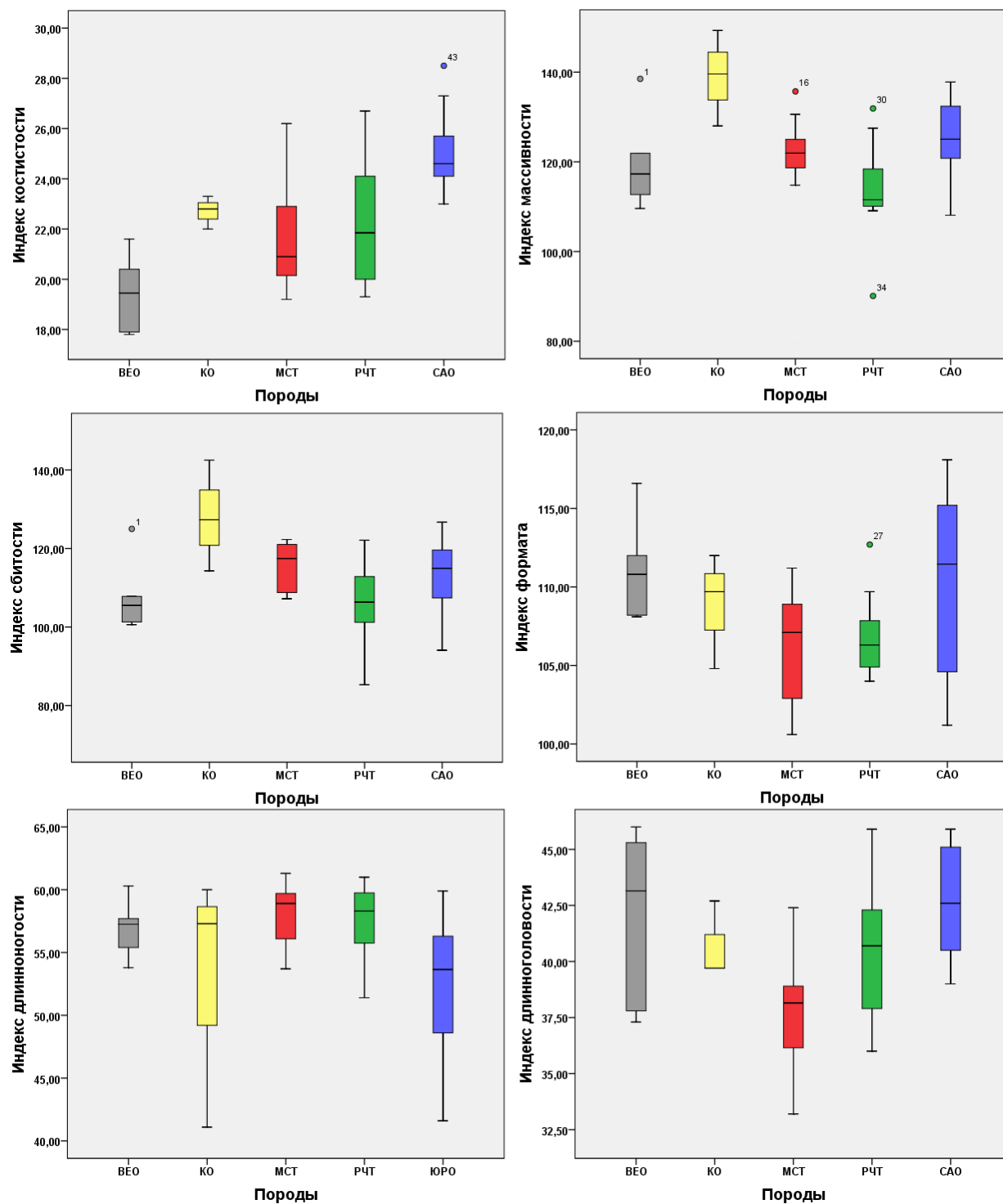


Рисунок 11 – Оценка нормальности распределения индексов телосложения кобелей с помощью критерия Шапиро-Уилка и визуальной оценки с помощью ящиков с усами. Фиолетовыми \* указаны признаки, распределение которых отличается от нормального

Таблица 8 - Сравнительная характеристика индексов телосложения кобелей пород отечественной селекции

| Промер<br>порода                                     | параметры | Индекс<br>костистости    | Индекс<br>массивности   | Индекс<br>сбитости | Индекс<br>формата       | Индекс<br>длинноности | Индекс<br>длинноловости |
|------------------------------------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Восточноевропейская<br>овчарка <sup>a</sup><br>(n=6) | M±m, %    | 19,4±0,6 <sup>e</sup>    | 119,6±4,2               | 107,6±3,7          | 111,1±1,3 <sup>cd</sup> | 57,0±0,9              | 42,1±1,5                |
|                                                      | Cv, %     | 7,7                      | 8,5                     | 8,3                | 2,8                     | 3,9                   | 8,9                     |
| Кавказская овчарка <sup>b</sup><br>(n=3)             | M±m, %    | 22,7±0,4 <sup>ae</sup>   | 139,0±6,2               | 128,0±8,1          | 108,8±2,1               | 52,8±5,9              | 40,7±1,0                |
|                                                      | Cv, %     | 2,9                      | 7,7                     | 11,0               | 3,4                     | 19,4                  | 4,3                     |
| Московская сторожевая <sup>c</sup><br>(n=16)         | M±m, %    | 21,6±0,5 <sup>e</sup>    | 120,3±3,0 <sup>d</sup>  | 113,4±2,9          | 106,2±0,8 <sup>a</sup>  | 58,2±0,6              | 37,7±0,7 <sup>e</sup>   |
|                                                      | Cv, %     | 9,5                      | 9,9                     | 10,3               | 3,1                     | 4,3                   | 7,0                     |
| Русский черный терьер <sup>d</sup><br>(n=12)         | M±m, %    | 22,2±0,7 <sup>e</sup>    | 113,8±3,0 <sup>ce</sup> | 106,7±2,9          | 106,8±0,7 <sup>a</sup>  | 57,5±0,9              | 40,6±0,9                |
|                                                      | Cv, %     | 10,7                     | 9,1                     | 9,3                | 2,3                     | 5,3                   | 8,0                     |
| Среднеазиатская овчарка <sup>e</sup><br>(n=10)       | M±m, %    | 25,1±0,5 <sup>abcd</sup> | 125,5±2,9 <sup>d</sup>  | 113,9±3,1          | 110,4±1,9               | 52,8±1,8              | 42,8±0,8 <sup>c</sup>   |
|                                                      | Cv, %     | 6,8                      | 7,3                     | 8,5                | 5,4                     | 10,7                  | 5,9                     |
| Скорректированное р-значение                         |           | 0,001                    | 0,006                   | 0,022              | 0,035                   | 0,120                 | 0,004                   |

а-е – разность между значениями, обозначенными разными буквами, достоверна при  $p \leq 0,05$  при парном сравнении с помощью критерием U-критерий Манна-Уитни с поправкой Бенджамини-Хохберга.

По индексу формата восточноевропейская овчарка достоверно превосходила московскую сторожевую и русского черного терьера, что соответствует стандарту породы, предполагающему более вытянутые, прямоугольные пропорции корпуса.

Достоверные различия по индексу большеголовости были выявлены исключительно между среднеазиатской и московской сторожевой овчарками.

Анализ индексов телосложения кобелей показал, что породная специфика наиболее ярко проявляется в показателях костистости, массивности, формата и длинноголовости, тогда как индексы сбитости и длинноногости остаются относительно стабильными во всех изученных группах.

Лидерство среднеазиатской овчарки по индексу костистости и длинноголовости подчеркивает крупные пропорции её тела; при этом в данной породе наблюдается высокое внутривидовое разнообразие, свидетельствующее о значительных различиях между отдельными особями.

Оценка нормальности распределения индексов телосложения у сук позволила установить, что, согласно критерию Шапиро-Уилка, в большинстве выборок наблюдается нормальное распределение, за исключением индекса костистости у московской сторожевой и южнорусской овчарок. Это также отражено на рисунке 5, где видны выбросы значений данного индекса в большую сторону у московской сторожевой.

В связи с тем, что объем некоторых выборок составляет  $n < 5$ , а для 4 из 6 изучаемых индексов не соблюдается равенство дисперсий, попарное сравнение будет проводиться с помощью критерия Манна-Уитни (рис. 12).

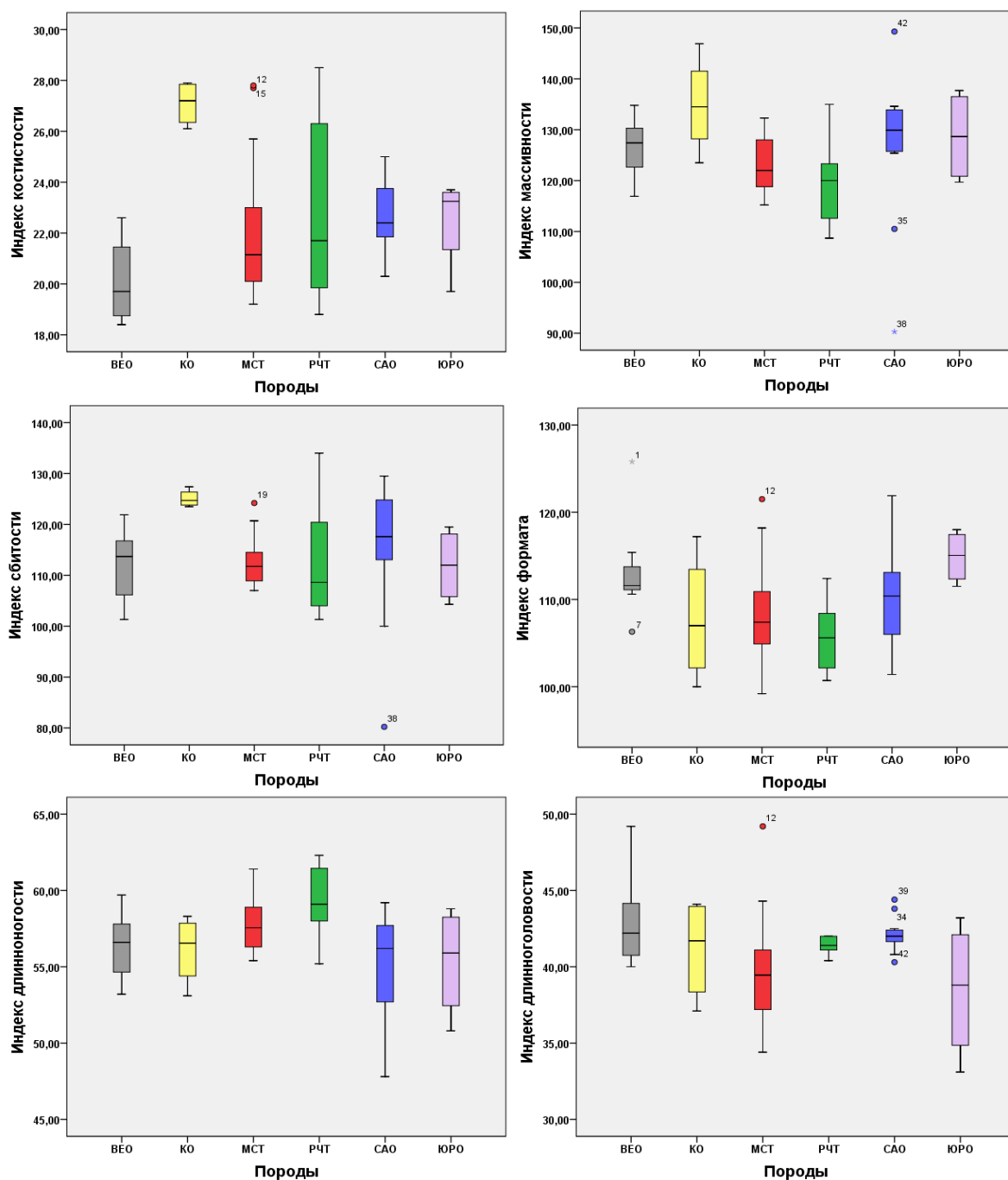


Рисунок 12 – Оценка нормальности распределения индексов телосложения кобелей с помощью критерия Шапиро-Уилка и визуальной оценки с помощью ящиков с усами. Фиолетовыми \* указаны признаки, распределение которых отличается от нормального

Сравнительный анализ сук пяти пород с добавлением южнорусской овчарки продемонстрировал, что по большинству индексов, в частности по индексам массивности, формата, длинноности и большеголовости, суки не имеют между собой достоверных различий (таблица 9).

Таблица 9 – Сравнительная характеристика индексов телосложения сук разных пород отечественной селекции

| Промер<br>Порода                                  | Параметры | Индекс<br>костистости   | Индекс<br>массивности | Индекс<br>сбитости      | Индекс<br>формата | Индекс<br>длинноно-<br>гости | Индекс<br>большого-<br>ловости |
|---------------------------------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Восточноевропейская<br>овчарка <sup>a</sup> (n=7) | M±m, %    | 20,2±0,6 <sup>be</sup>  | 126,4±2,6             | 111,8±3,0 <sup>b</sup>  | 113,3±2,3         | 56,3±0,9                     | 43,0±1,2                       |
|                                                   | Cv, %     | 8,4                     | 5,4                   | 7,2                     | 5,4               | 4,1                          | 7,4                            |
| Кавказская овчарка <sup>b</sup><br>(n=4)          | M±m, %    | 27,1±0,4 <sup>ace</sup> | 134,9±4,8             | 125,1±0,9 <sup>ac</sup> | 107,8±3,7         | 56,1±1,1                     | 41,2±1,7                       |
|                                                   | Cv, %     | 3,3                     | 7,2                   | 1,4                     | 6,9               | 4,1                          | 8,2                            |
| Московская сторожевая <sup>c</sup><br>(n=14)      | M±m, %    | 22,2±0,8 <sup>b</sup>   | 122,9±1,5             | 113,0±1,3 <sup>b</sup>  | 108,9±1,6         | 57,7±0,4                     | 39,7±1,0                       |
|                                                   | Cv, %     | 13,1                    | 4,7                   | 4,4                     | 5,3               | 2,8                          | 9,7                            |
| Русский черный терьер <sup>d</sup><br>(n=7)       | M±m, %    | 23,0±1,5                | 119,4±3,5             | 113,2±4,6               | 105,7±1,7         | 59,4±1,0                     | 41,4±0,2                       |
|                                                   | Cv, %     | 16,9                    | 7,6                   | 10,7                    | 4,3               | 4,4                          | 1,5                            |
| Среднеазиатская овчарка <sup>e</sup><br>(n=11)    | M±m, %    | 22,7±0,5 <sup>ab</sup>  | 126,9±4,6             | 115,6±4,4               | 110,0±1,8         | 55,0±1,1                     | 42,1±0,4                       |
|                                                   | Cv, %     | 7,0                     | 12,0                  | 12,6                    | 5,5               | 6,4                          | 2,8                            |
| Южнорусская овчарка <sup>f</sup><br>(n=4)         | M±m, %    | 22,5±0,9                | 128,7±4,6             | 112,0±3,6               | 114,9±1,5         | 55,4±1,8                     | 38,5±2,3                       |
|                                                   | Cv, %     | 8,3                     | 7,1                   | 6,5                     | 2,7               | 6,6                          | 11,7                           |
| Скорректированное р-значение                      |           | 0,013                   | 0,08                  | 0,05                    | 0,07              | 0,07                         | 0,08                           |

a-e – разность между значениями, обозначенными разными буквами, достоверна при  $p \leq 0,05$  при парном сравнении с помощью критерием U-критерий Манна-Уитни с поправкой Бенджамини-Хохберга.

Наиболее выраженные отличия наблюдались по индексу костистости: кавказская овчарка достоверно превосходила московскую сторожевую, среднеазиатскую овчарку и восточноевропейскую овчарку. При этом восточноевропейская овчарка обладала наименее развитым костяком, достоверно уступая как кавказской, так и среднеазиатской овчарке.

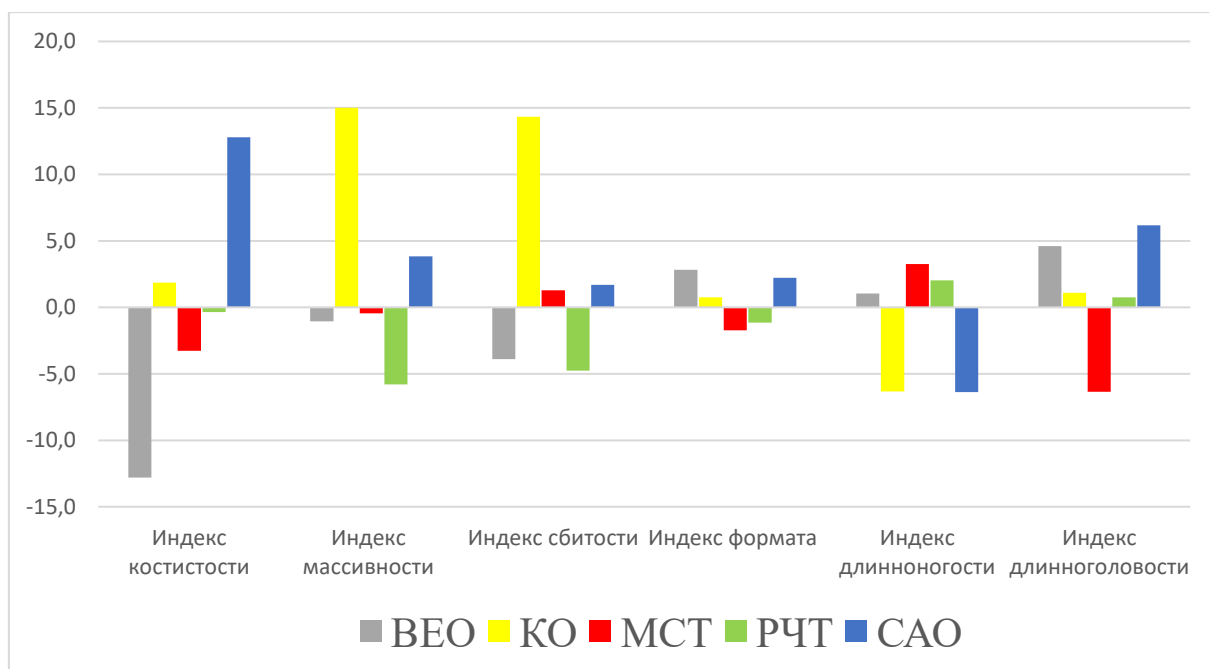
По индексу сбитости кавказские овчарки достоверно превосходили московских сторожевых и восточноевропейских овчарок, однако между остальными породами значимых различий выявлено не было.

Полученные данные свидетельствуют о том, что у сук межпородная дифференциация выражена значительно слабее, чем у кобелей, что проявляется в унификации большинства индексов телосложения. Исключение составляет лишь индекс костистости, демонстрирующий четкую градацию от массивных аборигенных пород к более легким заводским. Лидерство кавказской овчарки по индексу костистости и сбитости обеспечивает ее коренастое, компактное телосложение, адаптированное для силовой охраны.

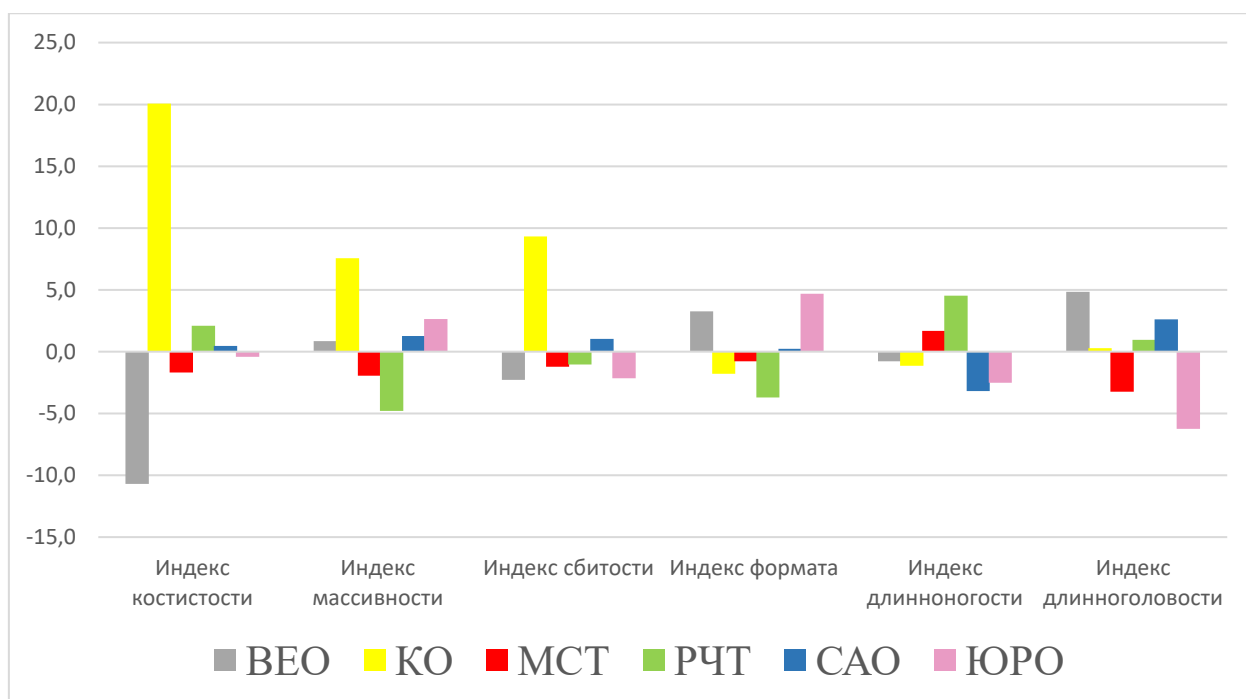
В то же время минимальные значения этих показателей у восточноевропейской овчарки отражают селекцию на облегченный костяк и подвижность. Унификация индексов формата, массивности и большеголовости у сук указывает на то, что половой диморфизм нивелирует породные различия: суки всех пород тяготеют к более сбалансированному, менее специализированному типу телосложения по сравнению с кобелями. Это подтверждает, что основные породные особенности проявляются преимущественно среди кобелей.

Далее, для наглядности различий индексов телосложения между породами была построена гистограмма, отображающая отклонения значений породы от среднего (рисунок 13). В качестве нулевого уровня для каждого индекса использовано среднее значение, вычисленное по совокупности пяти исследуемых пород. Таким образом, значение индекса для каждой конкретной

породы представлено в виде относительного отклонения в процентах от общего среднего.



А



Б

Рисунок 13 – Характеристика отклонений от среднего значения индексов телосложения собак отечественных пород. А – кобели. Б – суки.

Восточноевропейская овчарка демонстрирует наиболее выраженные отрицательные отклонения по индексу костистости как у кобелей (-12,5%), так

и у сук (-10,5%), что подтверждает её статус породы с наиболее облегченным костяком среди изученных групп. При этом ВЕО показывает положительные отклонения по индексу формата (+2,5% у кобелей, +3,0% у сук), что отражает селекцию на вытянутый, прямоугольный корпус, характерный для универсальных служебных собак.

Кавказская овчарка занимает противоположную позицию, демонстрируя максимальные положительные отклонения по индексу массивности (+15% у кобелей, +20% у сук) и индексу сбитости (+14% у кобелей, +9% у сук). Столь значительное превышение средних значений отражает коренастое, компактное телосложение породы с широкой грудной клеткой и мощным костяком, что является типичным признаком аборигенных сторожевых пород, адаптированных к силовой работе.

Среднеазиатская овчарка характеризуется положительными отклонениями по индексу костистости (+13% у кобелей) и индексу длинноголовости (+6% у кобелей, +2% у сук), что согласуется с массивным сложением и характерной породной головой. Русский черный терьер (РЧТ) и московская сторожевая занимают промежуточное положение с умеренными отклонениями, что отражает их статус синтетических пород со сбалансированным типом конституции.

Южнорусская овчарка, представленная только в группе сук, демонстрирует минимальные отклонения от среднего по большинству индексов, за исключением индекса формата (+4,5%) и длинноголовости (-6%), что свидетельствует о её близости к усредненному фенотипическому профилю с акцентом на вытянутый корпус и облегченную голову, характерную для пастушьих пород.

Таким образом, графический анализ также подтверждает дифференциацию исследуемых пород на три группы: 1) аборигенные крупные породы с выраженной массивностью (кавказская и среднеазиатская овчарки), 2) южнорусская овчарка, русский черный терьер и московская сторожевая, 3) восточноевропейская овчарка, отличающаяся облегченным типом

телосложения относительно других пород в силу своей изначальной универсальности.

### **3.3 Характеристика генетической структуры служебных пород собак отечественной селекции**

Сравнительная оценка внутripородного и межпородного фенотипического разнообразия, безусловно, является важным этапом зоотехнического анализа и племенной работы. Однако она не может в полной мере отразить генетическую структуру популяции и скрытые процессы, происходящие в генофонде породы. Фенотипические признаки, включая экстерьерные особенности и рабочие качества, имеют полигенный характер наследования и находятся под выраженным влиянием факторов внешней среды и условий выращивания. Кроме того, традиционные методы бонитировки не позволяют объективно судить об уровне гетерозиготности, наличии скрытого инбридинга или эффекте «бутылочного горлышка».

В связи с этим, для объективной оценки внутripородного разнообразия, а также контроля за генетическим здоровьем и целостностью исследуемых пород, был проведен популяционно-генетический анализ на основании молекулярно-генетических данных.

#### **3.3.1 Характеристика популяционно-генетических параметров исследуемых пород**

Одной из важнейших характеристик генетической структуры породы является наблюдаемое число аллелей ( $N_a$ ). Этот показатель варьировал в широких пределах как между породами, так и между отдельными локусами (таблица 10).

Наибольшее генетическое разнообразие по данному показателю продемонстрировала среднеазиатская овчарка (CAO): её значения  $N_a$

колебались от 6 до 12 аллелей на локус. Максимальные значения были зафиксированы по локусам АНТ137 – 12 аллелей, АНТn171 – 11 аллелей, INU055 – 10 аллелей, и АНТ121 – 10 аллелей. Столь высокое аллельное разнообразие закономерно для аборигенной породы, исторически формировавшейся на обширной территории без жесткого искусственного отбора по узкому спектру признаков.

Таблица 10 – Популяционно-генетическая характеристика наблюдаемых и ожидаемых частот аллелей у 7 отечественных пород собак

| №  | Порода<br>Локус | БЕО (N=6) |      | КО (N=15) |      | МСТ (N=26) |      | ОЛ (N=4) |      | РЧТ (N=19) |      | САО (N=26) |      | ЮРА (N=6) |      |
|----|-----------------|-----------|------|-----------|------|------------|------|----------|------|------------|------|------------|------|-----------|------|
|    |                 | Na        | Ne   | Na        | Ne   | Na         | Ne   | Na       | Ne   | Na         | Ne   | Na         | Ne   | Na        | Ne   |
| 1  | АНТh130         | 5,00      | 3,27 | 5,00      | 2,21 | 5,00       | 4,12 | 4,00     | 3,56 | 4,00       | 2,98 | 9,00       | 6,86 | 4,00      | 3,60 |
| 2  | АНТh260         | 3,00      | 2,88 | 8,00      | 3,78 | 6,00       | 3,69 | 4,00     | 3,56 | 4,00       | 3,59 | 9,00       | 5,03 | 3,00      | 2,88 |
| 3  | ИНУ30           | 4,00      | 2,40 | 5,00      | 2,83 | 6,00       | 4,52 | 4,00     | 3,56 | 5,00       | 3,47 | 6,00       | 3,82 | 3,00      | 2,57 |
| 4  | АНТk211         | 3,00      | 1,41 | 5,00      | 3,60 | 4,00       | 2,93 | 3,00     | 2,46 | 4,00       | 1,85 | 6,00       | 3,14 | 4,00      | 3,43 |
| 5  | СХХ279          | 3,00      | 2,88 | 4,00      | 3,10 | 5,00       | 4,85 | 2,00     | 1,28 | 5,00       | 2,97 | 7,00       | 3,40 | 4,00      | 3,43 |
| 6  | REN169O18       | 3,00      | 2,18 | 6,00      | 4,46 | 4,00       | 3,17 | 3,00     | 2,13 | 5,00       | 4,30 | 7,00       | 3,57 | 4,00      | 3,27 |
| 7  | ИНУ055          | 5,00      | 3,00 | 6,00      | 2,57 | 4,00       | 2,88 | 4,00     | 3,20 | 5,00       | 3,22 | 10,00      | 3,80 | 2,00      | 1,95 |
| 8  | REN105L03       | 5,00      | 3,60 | 5,00      | 3,60 | 6,00       | 2,95 | 2,00     | 1,60 | 4,00       | 3,00 | 9,00       | 5,66 | 5,00      | 3,79 |
| 9  | REN54P11        | 2,00      | 1,60 | 6,00      | 2,30 | 3,00       | 2,21 | 3,00     | 2,91 | 4,00       | 2,66 | 6,00       | 4,54 | 4,00      | 3,13 |
| 10 | ИНРА21          | 3,00      | 2,57 | 6,00      | 3,98 | 6,00       | 2,59 | 1,00     | 1,00 | 4,00       | 1,70 | 6,00       | 4,52 | 2,00      | 1,38 |
| 11 | АНТ137          | 4,00      | 2,48 | 10,0      | 5,84 | 7,00       | 4,86 | 3,00     | 2,13 | 6,00       | 4,54 | 12,00      | 7,51 | 4,00      | 3,43 |
| 12 | REN169D01       | 4,00      | 2,06 | 6,00      | 2,50 | 5,00       | 1,56 | 2,00     | 2,00 | 5,00       | 3,70 | 9,00       | 4,66 | 5,00      | 3,60 |
| 13 | АНТk253         | 2,00      | 1,18 | 4,00      | 1,42 | 3,00       | 1,68 | 4,00     | 3,56 | 2,00       | 1,30 | 5,00       | 2,16 | 4,00      | 2,06 |
| 14 | ИНУ005          | 2,00      | 1,80 | 8,00      | 4,89 | 6,00       | 4,69 | 4,00     | 2,91 | 3,00       | 2,43 | 8,00       | 4,24 | 4,00      | 3,27 |
| 15 | ФН2848          | 5,00      | 4,24 | 6,00      | 3,36 | 6,00       | 3,03 | 4,00     | 2,91 | 4,00       | 2,79 | 10,00      | 6,35 | 4,00      | 3,13 |
| 16 | АНТ121          | 5,00      | 3,79 | 10,0      | 6,16 | 10,0       | 5,03 | 5,00     | 4,57 | 7,00       | 4,81 | 10,00      | 7,12 | 4,00      | 2,06 |
| 17 | ФН2054          | 3,00      | 1,41 | 6,00      | 5,29 | 7,00       | 4,36 | 5,00     | 4,57 | 3,00       | 1,93 | 8,00       | 3,95 | 3,00      | 2,32 |
| 18 | REN162C04       | 4,00      | 3,27 | 7,00      | 5,42 | 6,00       | 3,41 | 4,00     | 3,56 | 4,00       | 3,03 | 9,00       | 6,41 | 4,00      | 3,13 |
| 19 | АНТh171         | 5,00      | 3,27 | 5,00      | 3,81 | 5,00       | 2,97 | 3,00     | 2,67 | 5,00       | 3,97 | 11,00      | 7,04 | 5,00      | 4,24 |
| 20 | REN247M23       | 3,00      | 2,18 | 6,00      | 3,88 | 4,00       | 1,44 | 4,00     | 2,91 | 4,00       | 2,46 | 6,00       | 1,97 | 3,00      | 3,00 |
| 21 | REN64E19        | 4,00      | 3,43 | 4,00      | 2,23 | 5,00       | 2,32 | 4,00     | 2,91 | 4,00       | 3,02 | 9,00       | 5,73 | 3,00      | 2,57 |

Примечание:

Na – наблюдаемое количество аллелей, Ne – ожидаемое число аллелей.

Кавказская овчарка (КО) также продемонстрировала высокий уровень аллельного разнообразия: диапазон значений наблюдаемых аллелей составил от 4 до 10 (в локусе АНТ137), что сопоставимо с показателями САО.

Московская сторожевая (МСТ) показала умеренное разнообразие:  $N_a$  варьировало от 3 до 7 аллелей. Русский черный терьер (РЧТ) продемонстрировал диапазон  $N_a$  от 2 до 7 аллелей. У восточноевропейской овчарки и южнорусской овчарки наблюдаемое число аллелей варьировали от 2 до 5.

Мы ожидали, что наименьшие значения  $N_a$  будут характерны для породы с малым размером выборки - у оленегонной лайки (ОЛ). Однако диапазон  $N_a$  составил у нее 1–5 аллелей на локус, ненамного отличаясь от восточноевропейской и южнорусской овчарок. При этом всего один аллель был зафиксирован по локусу INRA21, что свидетельствует о моноформности данного локуса в изученной выборке.

Эффективное число аллелей ( $N_e$ ), учитывающее не только количество, но и равномерность частот аллелей, закономерно оказалось ниже наблюдаемого числа во всех изученных группах. Это отражает наличие в популяциях как высокочастотных, так и редких аллелей.

Наибольшие значения  $N_e$  также были характерны для среднеазиатской овчарки: диапазон составил 2,16–7,51 (в среднем 4,73). По локусу ANTI37 эффективное число аллелей достигло 7,51. Кавказская овчарка показала значения  $N_e$  от 2,21 до 6,16 (в среднем 3,93).

У московской сторожевой  $N_e$  варьировало от 1,68 до 5,03 (в среднем 3,20), у русского черного терьера — от 1,30 до 4,81 (в среднем 2,94). У пород с малой выборкой (ОЛ, ВЕО, ЮРА) значения  $N_e$  были существенно ниже: у ОЛ диапазон составил 1,00–4,30 (в среднем 2,58), у ВЕО — 1,18–4,24 (в среднем 2,66), у ЮРА — 1,38–3,79 (в среднем 2,59).

Отдельное внимание следует обратить на аллельное богатство русского черного терьера. Несмотря на достаточное число неродственных животных в выборке ( $N=19$ ), по ряду локусов были зафиксированы критически низкие значения как фактических аллелей, так и ожидаемого количества аллелей. В частности, по локусу INU055  $N_a$  составило всего 2,00 аллеля при  $N_e=1,95$ ; по локусу INU005  $N_a=3,00$ ,  $N_e=2,43$ ; по локусу INRA21 —  $N_a=4,00$ , но  $N_e=1,70$ ;

по локусу FN2054 —  $N_a=3,00$ ,  $N_e=1,93$ . Столь низкое эффективное число аллелей при формально приемлемом наблюдаемом числе свидетельствует о выраженном дисбалансе частот аллелей: один аллель доминирует в популяции, тогда как остальные представлены единичными копиями. Данная закономерность является классическим следствием эффекта основателя и/или генетического «бутылочного горлышка», через которое прошла порода при своем создании в середине XX века из ограниченного числа производителей.

Следует подчеркнуть, что интерпретация результатов для пород с малым размером выборки (ОЛ — 4 особи, ВЕО и ЮРА — по 6 особей) требует особой осторожности. Малая выборка неизбежно приводит к занижению показателей  $N_a$  и  $N_e$ , поскольку редкие аллели с высокой вероятностью могут не попасть в анализ. В частности, в локусе INRA21 у оленегонных лайки у всех 4 собак встречается только один аллель длиной в 95 п.о. С одной стороны, можно предположить, что данный локус у этой породы является слабо полиморфным в связи с тем, что данная порода была возрождена совсем недавно в конце 20 века и происходит от выдающихся кобелей и сук. Однако также с высокой долей вероятности, что данный локус является артефактом малого объема выборки, а не отражением реального генетического однообразия породы в целом. Но для точности наших выводов по данной породе необходимо увеличить объем выборки. Тем не менее, включение оленегонной лайки в исследование, несмотря на ограниченное количество образцов, было принципиально важным, так как нам требовалась порода, которая генетически существенно отличается от других изученных групп и может служить контрастной точкой для оценки генетической дивергенции.

Анализ показателей гетерозиготности по 21 микросателлитному локусу выявил существенные различия в уровне генетического разнообразия между изученными породами. Поскольку количество особей в ряде выборок было менее 20, для корректной оценки дополнительно была рассчитана несмещенная ожидаемая гетерозиготность ( $uN_e$ ), которая демонстрирует

истинный уровень генетического разнообразия с поправкой на малый объем материала и предотвращает статистическое занижение показателей (табл. 11).

Наиболее высокое генетическое разнообразие продемонстрировала среднеазиатская овчарка. Средние значения ожидаемой гетерозиготности ( $H_e$ ) составили 0,72-0,75, а  $uH_e$  достигла 0,75-0,78. Высокие значения  $uH_e$  по локусам АНТ137, АНТ121 и REN162C04 подтверждают богатый генофонд данной аборигенной породы.

Кавказская овчарка также показала высокий уровень разнообразия, где  $H_e$  составила 0,68-0,71, а  $uH_e$  возросла до 0,71-0,74, что указывает на стабильное генетическое состояние популяции.

Московская сторожевая и русский черный терьер продемонстрировали умеренные значения. У московской сторожевой  $H_e$  составила 0,65-0,68, тогда как  $uH_e$  оказалась несколько выше, достигая 0,68-0,71. У русского черного терьера эти показатели равнялись 0,60-0,63 и 0,63-0,66 соответственно. Не очень большое разнообразие является закономерным следствием их относительно недавнего создания.

Оленегонная лайка при экстремально малой выборке показала контрастные результаты. В локусе INRA21 все особи оказались гомозиготными, и все параметры равнялись нулю. В то же время по локусам FH2848, АНТ121 и FH2054 зафиксирована полная гетерозиготность с высокими значениями  $uH_e$  от 0,75 до 0,89, что свидетельствует о сохранении уникального генетического разнообразия даже при условии того, что данная порода была воссоздана только в конце 20 века, и при создании её использовались аборигенные собаки севера. При этом несмещенная ожидаемая гетерозиготность обладает высоким уровнем разнообразия наравне с другими аборигенными породами.

Таблица 11 – Оценка популяционно-генетических параметров гетерозиготности

| №  | Порода<br>Локус  | БЕО (N=6) |      |      | КО (N=15) |      |      | МСТ (N=26) |      |      | ОЛ (N=4) |      |      | РЧТ (N=19) |      |      | САО (N=26) |      |      | ЮРА (N=6) |      |      |
|----|------------------|-----------|------|------|-----------|------|------|------------|------|------|----------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|-----------|------|------|
|    |                  | Ho        | He   | uHe  | Ho        | He   | uHe  | Ho         | He   | uHe  | Ho       | He   | uHe  | Ho         | He   | uHe  | Ho         | He   | uHe  | Ho        | He   | uHe  |
| 1  | <b>АНТh130</b>   | 0,67      | 0,69 | 0,76 | 0,67      | 0,55 | 0,57 | 0,88       | 0,76 | 0,77 | 0,75     | 0,72 | 0,82 | 0,68       | 0,66 | 0,68 | 0,81       | 0,85 | 0,87 | 0,83      | 0,72 | 0,79 |
| 2  | <b>АНТh260</b>   | 0,50      | 0,65 | 0,71 | 0,73      | 0,74 | 0,76 | 0,62       | 0,73 | 0,74 | 0,75     | 0,72 | 0,82 | 0,74       | 0,72 | 0,74 | 0,81       | 0,80 | 0,82 | 1,00      | 0,65 | 0,71 |
| 3  | <b>INU30</b>     | 0,67      | 0,58 | 0,64 | 0,60      | 0,65 | 0,67 | 0,85       | 0,78 | 0,79 | 1,00     | 0,72 | 0,82 | 0,58       | 0,71 | 0,73 | 0,65       | 0,74 | 0,75 | 0,67      | 0,61 | 0,67 |
| 4  | <b>АНТk211</b>   | 0,33      | 0,29 | 0,32 | 0,53      | 0,72 | 0,75 | 0,62       | 0,66 | 0,67 | 0,75     | 0,59 | 0,68 | 0,32       | 0,46 | 0,47 | 0,69       | 0,68 | 0,69 | 0,83      | 0,71 | 0,77 |
| 5  | <b>СХХ279</b>    | 0,67      | 0,65 | 0,71 | 0,80      | 0,68 | 0,70 | 0,92       | 0,79 | 0,81 | 0,25     | 0,22 | 0,25 | 0,74       | 0,66 | 0,68 | 0,69       | 0,71 | 0,72 | 0,67      | 0,71 | 0,77 |
| 6  | <b>REN169O18</b> | 0,50      | 0,54 | 0,59 | 0,87      | 0,78 | 0,80 | 0,46       | 0,68 | 0,70 | 0,50     | 0,53 | 0,61 | 0,63       | 0,77 | 0,79 | 0,73       | 0,72 | 0,73 | 0,67      | 0,69 | 0,76 |
| 7  | <b>INU055</b>    | 0,50      | 0,67 | 0,73 | 0,60      | 0,61 | 0,63 | 0,54       | 0,65 | 0,67 | 0,75     | 0,69 | 0,79 | 0,63       | 0,69 | 0,71 | 0,73       | 0,74 | 0,75 | 0,17      | 0,49 | 0,53 |
| 8  | <b>REN105L03</b> | 0,83      | 0,72 | 0,79 | 0,80      | 0,72 | 0,75 | 0,58       | 0,66 | 0,67 | 0,50     | 0,38 | 0,43 | 0,74       | 0,67 | 0,68 | 0,92       | 0,82 | 0,84 | 0,67      | 0,74 | 0,80 |
| 9  | <b>REN54P11</b>  | 0,17      | 0,38 | 0,41 | 0,73      | 0,56 | 0,58 | 0,54       | 0,55 | 0,56 | 1,00     | 0,66 | 0,75 | 0,63       | 0,62 | 0,64 | 0,77       | 0,78 | 0,79 | 0,67      | 0,68 | 0,74 |
| 10 | <b>INRA21</b>    | 0,67      | 0,61 | 0,67 | 0,53      | 0,75 | 0,77 | 0,62       | 0,61 | 0,63 | 0,00     | 0,00 | 0,00 | 0,42       | 0,41 | 0,42 | 0,50       | 0,78 | 0,79 | 0,33      | 0,28 | 0,30 |
| 11 | <b>АНТ137</b>    | 0,67      | 0,60 | 0,65 | 0,87      | 0,83 | 0,86 | 0,85       | 0,79 | 0,81 | 0,75     | 0,53 | 0,61 | 0,79       | 0,78 | 0,80 | 0,96       | 0,87 | 0,88 | 1,00      | 0,71 | 0,77 |
| 12 | <b>REN169D01</b> | 0,50      | 0,51 | 0,56 | 0,60      | 0,60 | 0,62 | 0,42       | 0,36 | 0,37 | 1,00     | 0,50 | 0,57 | 0,79       | 0,73 | 0,75 | 0,85       | 0,79 | 0,80 | 0,67      | 0,72 | 0,79 |
| 13 | <b>АНТk253</b>   | 0,17      | 0,15 | 0,17 | 0,27      | 0,30 | 0,31 | 0,42       | 0,40 | 0,41 | 1,00     | 0,72 | 0,82 | 0,26       | 0,23 | 0,23 | 0,54       | 0,54 | 0,55 | 0,50      | 0,51 | 0,56 |
| 14 | <b>INU005</b>    | 0,33      | 0,44 | 0,48 | 0,80      | 0,80 | 0,82 | 0,81       | 0,79 | 0,80 | 0,50     | 0,66 | 0,75 | 0,63       | 0,59 | 0,60 | 0,81       | 0,76 | 0,78 | 0,50      | 0,69 | 0,76 |
| 15 | <b>FH2848</b>    | 1,00      | 0,76 | 0,83 | 0,67      | 0,70 | 0,73 | 0,73       | 0,67 | 0,68 | 0,50     | 0,66 | 0,75 | 0,74       | 0,64 | 0,66 | 0,85       | 0,84 | 0,86 | 1,00      | 0,68 | 0,74 |
| 16 | <b>АНТ121</b>    | 0,83      | 0,74 | 0,80 | 0,87      | 0,84 | 0,87 | 0,88       | 0,80 | 0,82 | 1,00     | 0,78 | 0,89 | 0,74       | 0,79 | 0,81 | 0,85       | 0,86 | 0,88 | 0,50      | 0,51 | 0,56 |
| 17 | <b>FH2054</b>    | 0,33      | 0,29 | 0,32 | 0,80      | 0,81 | 0,84 | 0,73       | 0,77 | 0,79 | 1,00     | 0,78 | 0,89 | 0,42       | 0,48 | 0,49 | 0,69       | 0,75 | 0,76 | 0,67      | 0,57 | 0,62 |
| 18 | <b>REN162C04</b> | 0,67      | 0,69 | 0,76 | 0,87      | 0,82 | 0,84 | 0,65       | 0,71 | 0,72 | 0,75     | 0,72 | 0,82 | 0,58       | 0,67 | 0,69 | 0,92       | 0,84 | 0,86 | 0,83      | 0,68 | 0,74 |
| 19 | <b>АНТh171</b>   | 1,00      | 0,69 | 0,76 | 0,53      | 0,74 | 0,76 | 0,58       | 0,66 | 0,68 | 0,50     | 0,63 | 0,71 | 0,84       | 0,75 | 0,77 | 0,85       | 0,86 | 0,87 | 0,67      | 0,76 | 0,83 |
| 20 | <b>REN247M23</b> | 0,33      | 0,54 | 0,59 | 0,93      | 0,74 | 0,77 | 0,27       | 0,30 | 0,31 | 0,75     | 0,66 | 0,75 | 0,68       | 0,59 | 0,61 | 0,46       | 0,49 | 0,50 | 0,67      | 0,67 | 0,73 |
| 21 | <b>REN64E19</b>  | 0,67      | 0,71 | 0,77 | 0,60      | 0,55 | 0,57 | 0,62       | 0,57 | 0,58 | 0,25     | 0,66 | 0,75 | 0,74       | 0,67 | 0,69 | 0,73       | 0,83 | 0,84 | 0,83      | 0,61 | 0,67 |

Ho – наблюдаемая гетерозиготность; He – ожидаемая гетерозиготность; uHe - несмещенная ожидаемая гетерозиготность

Восточноевропейская и южнорусская овчарки показали пониженные значения гетерозиготности. Не составила 0,55-0,58 и 0,60-0,63, а показатель  $u_{He}$  скорректировал эти цифры до 0,58-0,61 и 0,63-0,67. Наблюдаемая гетерозиготность ( $H_o$ ) у данных пород оказалась ниже ожидаемой ( $H_e$ ), что может указывать на наличие инбридинга.

Пониженная несмещенная ожидаемая гетерозиготность у южнорусских овчарок иллюстрирует, что данная порода два раза за свою историю проходила бутылочное горлышко, поэтому внутрипородное разнообразие было уменьшено связи с войнами в 20 веке.

Сравнение параметров показало, что  $u_{He}$  закономерно превышает классическую  $H_e$  во всех породах, что особенно критично для малых выборок. Таким образом, анализ подтвердил наибольшее генетическое разнообразие аборигенных пород и более низкое разнообразие у заводских пород, подчеркнув важность использования  $u_{He}$  для нивелирования статистических погрешностей.

Анализ информационного индекса Шеннона ( $I$ ), представленного в таблице 12, подтвердил ранее полученные выводы о наибольшем генетическом разнообразии аборигенных пород. Среднеазиатская овчарка продемонстрировала наивысшие значения индекса Шеннона, которые по большинству локусов превышали 1,5, а по отдельным локусам (АНТ137, АНТ121, АНТ171) достигали 2,09-2,21. Столь высокие показатели свидетельствуют о богатом аллельном разнообразии и относительно равномерном распределении частот аллелей в данной породе.

Кавказская овчарка также показала высокие значения только по трем локусам: АНТ137 (1,99), АНТ121 (2,03), FH2054 (1,72). Московский сторожевой и русский черный терьер продемонстрировали высокие показатели по локусам АНТ137 (1,74 и 1,63 соответственно) и АНТ121 (1,85 и 1,69).

Таблица 12 - Оценка внутрипородного и межпородного разнообразия с помощью информационного индекса Шеннона (I)

| №  | Порода<br>Локус  | ВЕО<br>(N=6) | КО<br>(N=15) | МСТ<br>(N=26) | ОЛ<br>(N=4) | РЧТ<br>(N=19) | САО<br>(N=26) | ЮРА<br>(N=6) |
|----|------------------|--------------|--------------|---------------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| 1  | <b>АНTh130</b>   | 1,35         | 1,07         | 1,51          | 1,32        | 1,20          | 2,01          | 1,33         |
| 2  | <b>АНTh260</b>   | 1,08         | 1,62         | 1,47          | 1,32        | 1,33          | 1,78          | 1,08         |
| 3  | <b>INU30</b>     | 1,08         | 1,27         | 1,63          | 1,32        | 1,36          | 1,48          | 1,01         |
| 4  | <b>АНTk211</b>   | 0,57         | 1,37         | 1,21          | 0,97        | 0,87          | 1,36          | 1,29         |
| 5  | <b>CXX279</b>    | 1,08         | 1,23         | 1,59          | 0,38        | 1,33          | 1,40          | 1,29         |
| 6  | <b>REN169O18</b> | 0,89         | 1,64         | 1,21          | 0,90        | 1,52          | 1,56          | 1,27         |
| 7  | <b>INU055</b>    | 1,31         | 1,23         | 1,13          | 1,26        | 1,27          | 1,69          | 0,68         |
| 8  | <b>REN105L03</b> | 1,42         | 1,41         | 1,34          | 0,56        | 1,22          | 1,92          | 1,45         |
| 9  | <b>REN54P11</b>  | 0,56         | 1,20         | 0,92          | 1,08        | 1,10          | 1,62          | 1,24         |
| 10 | <b>INRA21</b>    | 1,01         | 1,55         | 1,19          | 0,00        | 0,74          | 1,58          | 0,45         |
| 11 | <b>АНТ137</b>    | 1,12         | 1,99         | 1,74          | 0,90        | 1,63          | 2,21          | 1,31         |
| 12 | <b>REN169D01</b> | 0,98         | 1,26         | 0,75          | 0,69        | 1,43          | 1,83          | 1,42         |
| 13 | <b>АНTk253</b>   | 0,29         | 0,63         | 0,73          | 1,32        | 0,39          | 1,03          | 0,98         |
| 14 | <b>INU005</b>    | 0,64         | 1,78         | 1,62          | 1,21        | 0,96          | 1,69          | 1,27         |
| 15 | <b>FH2848</b>    | 1,52         | 1,43         | 1,34          | 1,21        | 1,12          | 1,99          | 1,24         |
| 16 | <b>АНТ121</b>    | 1,45         | 2,03         | 1,85          | 1,56        | 1,69          | 2,09          | 0,98         |
| 17 | <b>FH2054</b>    | 0,57         | 1,72         | 1,64          | 1,56        | 0,84          | 1,64          | 0,96         |
| 18 | <b>REN162C04</b> | 1,27         | 1,79         | 1,40          | 1,32        | 1,17          | 1,98          | 1,24         |
| 19 | <b>АНTh171</b>   | 1,35         | 1,46         | 1,28          | 1,04        | 1,44          | 2,12          | 1,52         |
| 20 | <b>REN247M23</b> | 0,89         | 1,53         | 0,62          | 1,21        | 1,05          | 1,04          | 1,10         |
| 21 | <b>REN64E19</b>  | 1,29         | 1,05         | 0,99          | 1,21        | 1,20          | 1,92          | 1,01         |

Наименьшие значения индекса Шеннона зафиксированы у восточноевропейской овчарки по локусам АНТк253 (0,29), INU005 (0,64) и FH2054 (0,57).

Южнорусская овчарка также по индексу Шеннона демонстрирует умеренное значение, схожее с московской сторожевой и русским черным

терьером, продемонстрировав высокий уровень только по локусу АНTh171, который был равен 1,52

Анализ индекса фиксации (F) выявил выраженную неоднородность генетической структуры изученных популяций (таблица 13).

Таблица 12 – Сравнительная характеристика индекса фиксации (F) в исследуемых породах

| №  | Порода<br>Локус  | БЕО<br>(N=6) | КО<br>(N=15) | МСТ<br>(N=26) | ОЛ<br>(N=4) | РЧТ<br>(N=19) | САО<br>(N=26) | ЮРА<br>(N=6) |
|----|------------------|--------------|--------------|---------------|-------------|---------------|---------------|--------------|
|    |                  |              |              |               |             |               |               |              |
| 1  | <b>АНTh130</b>   | 0,04         | -0,22        | -0,17         | -0,04       | -0,03         | 0,05          | -0,15        |
| 2  | <b>АНTh260</b>   | 0,23         | 0,00         | 0,16          | -0,04       | -0,02         | -0,01         | -0,53        |
| 3  | <b>ИНУ30</b>     | -0,14        | 0,07         | -0,09         | -0,39       | 0,19          | 0,11          | -0,09        |
| 4  | <b>АНТk211</b>   | -0,14        | 0,26         | 0,07          | -0,26       | 0,31          | -0,02         | -0,18        |
| 5  | <b>СХХ279</b>    | -0,02        | -0,18        | -0,16         | -0,14       | -0,11         | 0,02          | 0,06         |
| 6  | <b>REN169O18</b> | 0,08         | -0,12        | 0,33          | 0,06        | 0,18          | -0,02         | 0,04         |
| 7  | <b>ИНУ055</b>    | 0,25         | 0,02         | 0,17          | -0,09       | 0,08          | 0,01          | 0,66         |
| 8  | <b>REN105L03</b> | -0,15        | -0,11        | 0,13          | -0,33       | -0,11         | -0,12         | 0,09         |
| 9  | <b>REN54P11</b>  | 0,56         | -0,30        | 0,02          | -0,52       | -0,01         | 0,01          | 0,02         |
| 10 | <b>INRA21</b>    | -0,09        | 0,29         | 0,00          | -           | -0,02         | 0,36          | -0,20        |
| 11 | <b>АНТ137</b>    | -0,12        | -0,05        | -0,07         | -0,41       | -0,01         | -0,11         | -0,41        |
| 12 | <b>REN169D01</b> | 0,03         | 0,00         | -0,17         | -1,00       | -0,08         | -0,08         | 0,08         |
| 13 | <b>АНТk253</b>   | -0,09        | 0,10         | -0,05         | -0,39       | -0,15         | 0,00          | 0,03         |
| 14 | <b>ИНУ005</b>    | 0,25         | -0,01        | -0,03         | 0,24        | -0,07         | -0,06         | 0,28         |
| 15 | <b>ФН2848</b>    | -0,31        | 0,05         | -0,09         | 0,24        | -0,15         | 0,00          | -0,47        |
| 16 | <b>АНТ121</b>    | -0,13        | -0,03        | -0,10         | -0,28       | 0,07          | 0,02          | 0,03         |
| 17 | <b>ФН2054</b>    | -0,14        | 0,01         | 0,05          | -0,28       | 0,12          | 0,07          | -0,17        |
| 18 | <b>REN162C04</b> | 0,04         | -0,06        | 0,07          | -0,04       | 0,14          | -0,09         | -0,22        |
| 19 | <b>АНTh171</b>   | -0,44        | 0,28         | 0,13          | 0,20        | -0,13         | 0,01          | 0,13         |
| 20 | <b>REN247M23</b> | 0,38         | -0,26        | 0,11          | -0,14       | -0,15         | 0,06          | 0,00         |
| 21 | <b>REN64E19</b>  | 0,06         | -0,09        | -0,08         | 0,62        | -0,10         | 0,11          | -0,36        |

Критически высокие положительные значения, указывающие на серьезный дефицит гетерозигот, зафиксированы у восточноевропейской овчарки по локусу REN54P11 ( $F=0,56$ ), а также по локусам REN247M23 ( $F=0,38$ ) и INU055 ( $F=0,25$ ). У южнорусской стоит также обратить внимание на значение  $F$  по локусу INU055 ( $F=0,66$ ), что свидетельствует о выраженном дефиците гетерозигот.

У среднеазиатской овчарки большинство локусов показали значения  $F$ , близкие к нулю или отрицательные, что свидетельствует о соответствии равновесию Харди-Вайнберга или избытке гетерозигот. Исключение составил локус INRA21 с  $F=0,36$ . Отдельные локусы с умеренным дефицитом гетерозигот выявлены у кавказской овчарки (АНТк211,  $F=0,26$ ; INU005,  $F=0,25$ ; АНТ171,  $F=0,28$ ).

У московской сторожевой и русского черного терьера значения индекса фиксации в большинстве локусов находятся в пределах нормы или отрицательные. Единичные положительные выбросы отмечены у московской сторожевой по локусу REN169O18 ( $F=0,33$ ) и у русского черного терьера по локусу АНТк211 ( $F=0,31$ ).

Отрицательные значения индекса фиксации, наблюдаемые по многим локусам у большинства пород, свидетельствуют об избытке гетерозигот, что может быть обусловлено аутбридингом. Особенно много отрицательных значений у среднеазиатской овчарки, что подтверждает ее высокое генетическое разнообразие.

Результаты анализа, представленные в таблице 14, демонстрируют статистически значимое распределение генетического разнообразия между различными уровнями организации популяционной структуры ( $p<0,001$ ).

Таблица – 14 Сравнительная характеристика популяционно-генетических параметров у исследуемых пород собак

| Породы                 | Параметр | N     | Na   | Ne   | I    | Ho   | He   | uHe  | F     |
|------------------------|----------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| <b>БЕО</b><br>(N=6)    | M±m      | 6     | 3,67 | 2,62 | 1,03 | 0,57 | 0,57 | 0,62 | 0,01  |
|                        |          | -     | 0,23 | 0,19 | 0,08 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05  |
| <b>КО</b><br>(N=15)    | M±m      | 15    | 6,10 | 3,68 | 1,44 | 0,70 | 0,69 | 0,71 | -0,02 |
|                        |          | -     | 0,37 | 0,28 | 0,07 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,04  |
| <b>МСТ</b><br>(N=26)   | M±m      | 26    | 5,38 | 3,30 | 1,29 | 0,65 | 0,65 | 0,67 | 0,01  |
|                        |          | -     | 0,34 | 0,25 | 0,08 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03  |
| <b>ОЛ</b><br>(N=4)     | M±m      | 4     | 3,43 | 2,85 | 1,07 | 0,68 | 0,60 | 0,68 | -0,15 |
|                        |          | -     | 0,22 | 0,21 | 0,09 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,08  |
| <b>РЧТ</b><br>(N=19)   | M±m      | 19    | 4,33 | 3,03 | 1,18 | 0,63 | 0,63 | 0,65 | 0,00  |
|                        |          | -     | 0,23 | 0,20 | 0,07 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03  |
| <b>САО</b><br>(N=26)   | M±m      | 26    | 8,19 | 4,83 | 1,71 | 0,75 | 0,76 | 0,78 | 0,02  |
|                        |          | -     | 0,42 | 0,36 | 0,07 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02  |
| <b>ЮРО</b><br>(N=6)    | M±m      | 6     | 3,71 | 2,96 | 1,15 | 0,68 | 0,64 | 0,70 | -0,07 |
|                        |          | -     | 0,18 | 0,15 | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,06  |
| <b>По всем породам</b> | M±m      | 14,57 | 4,97 | 3,33 | 1,27 | 0,67 | 0,65 | 0,69 | -0,03 |
|                        |          | 0,73  | 0,17 | 0,11 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02  |

Для оценки структуры генетического разнообразия и определения уровня дифференциации между исследуемыми породами служебных собак был проведен анализ молекулярной дисперсии (Analysis of Molecular Variance - AMOVA) на основании данных по 21 STR-локусу (таблица 15).

Таблица 15 - Распределение генетического разнообразия между популяциями и внутри популяций исследуемых пород собак

| Источник разнообразия | Степени свободы | SS<br>(Сумма квадратов) | MS<br>(Средний квадрат) | Est. Var.<br>(Оценка компоненты дисперсии) | %   | P-value |
|-----------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|-----|---------|
| Между популяциями     | 6               | 512,156                 | 85,359                  | 5,129                                      | 25  | 0,001   |
| Между особями         | 95              | 1438,334                | 15,140                  | 15,140                                     | 75  |         |
| Суммарное             | 101             | 1950,490                |                         | 20,270                                     | 100 |         |

Установлено, что 25% общей генетической изменчивости приходится на различия между популяциями (породами), тогда как 75% вариабельности обусловлено различиями между особями внутри пород.

Полученные данные свидетельствуют о существенной генетической дифференциации исследуемых служебных пород собак. Высокий уровень межпородного разнообразия (25%) указывает на наличие выраженной популяционной структуры, что согласуется с данными других исследователей, проводивших анализ генетического разнообразия пород собак с использованием 21 микросателлитного локуса [109].

Высокий уровень статистической значимости межпородных различий ( $P=0,001$ ) подтверждает эффективность использования панели из 21 микросателлитного локуса для генетической характеристики и дифференциации пород служебных собак.

### **3.3.2 Оценка генетического разнообразия в служебных породах собак отечественной селекции**

Для визуализации и моделирования структуры генетических компонентов для каждой из пород был проведен кластерный анализ.

При гипотезе, что все породы могут быть разделены на 3 кластера, мы наблюдали ситуацию что ВЕО, КО, ОЛ, САО и ЮРО выделены в один кластер - синий (рис. 14а). В первую очередь, это связано с тем, что данные породы являются либо аборигенными, либо были создано достаточно давно, чтобы иметь «селекционную» историю, или были созданы на базе аборигенных пород.

Выделение двух пород московской сторожевой и русского черного терьера в отдельные кластеры отражает их относительно недавнее происхождение и целенаправленную селекцию с использованием сходного набора пород-основателей, что обеспечило их генетическую дифференциацию от аборигенных и традиционных служебных пород.

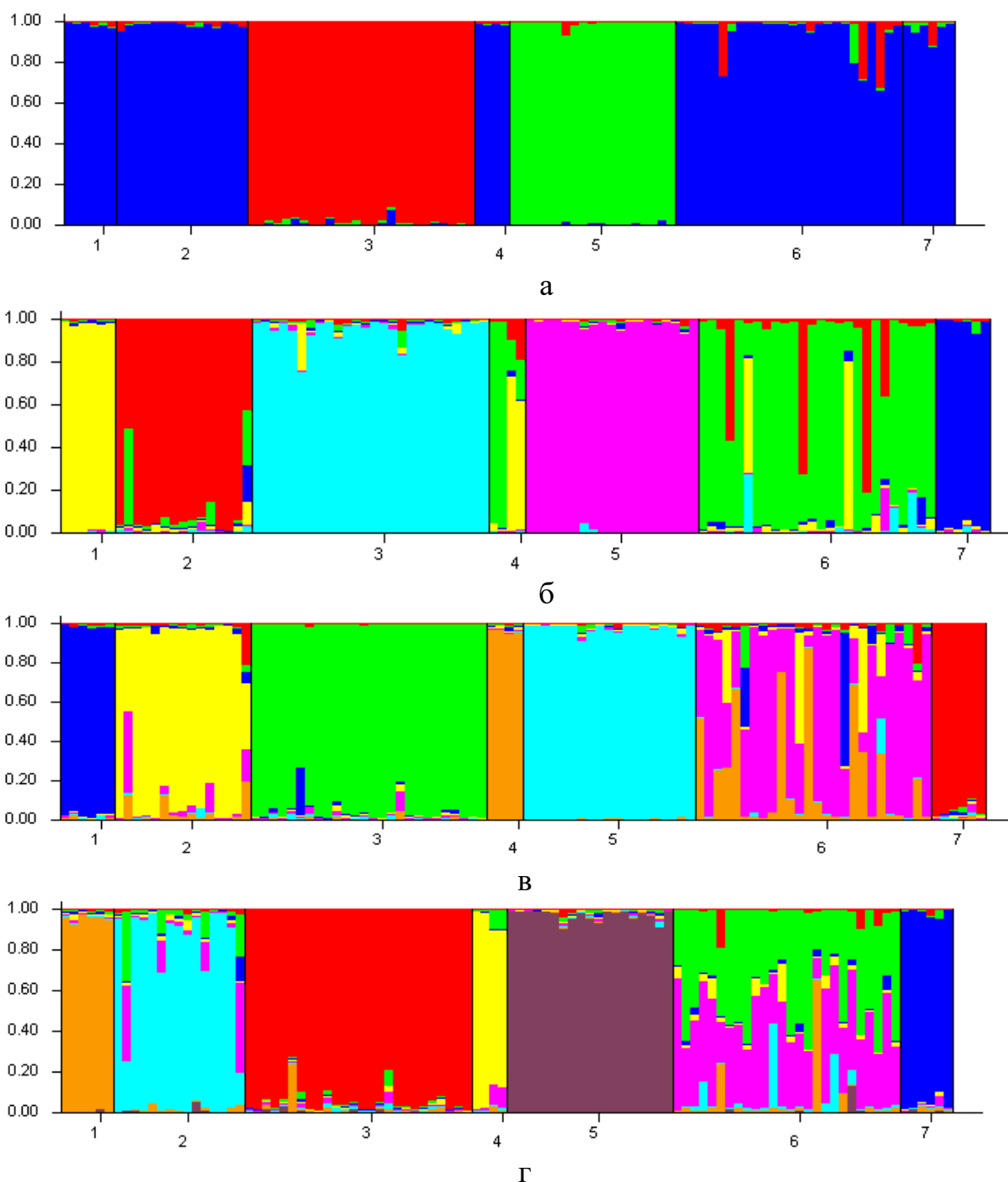


Рисунок 14 – Визуализация кластерного анализа, проведенного для объединённого пула 7 служебных пород отечественной селекции при разных значениях К:

а)  $K = 3$ , б)  $K = 6$ , в)  $K = 7$ , г)  $K = 8$ .

Номера цифр во всех графиках соответствуют породам: 1 – восточноевропейская овчарка; 2 – кавказская овчарка; 3 – московская сторожевая; 4 – оленегонная лайка; 5 – русский черный терьер; 6 – среднеазиатская овчарка; 7 – южнорусская овчарка.

При увеличении числа кластеров до  $K=6$  (рис. 14б) большинство пород формируют собственные генетические профили, однако оленегонная лайка демонстрирует выраженное смешение генетических компонентов, характерных для других пород. Это может быть результатом того, что именно

эти компоненты могут быть рассмотрены как общие для ряда аборигенных пород.

При  $K=7$  (рис. 14в) и  $K=8$  (рис. 14г) практически все породы характеризуются уникальными генетическими компонентами, подтверждающими их статус самостоятельных породных групп.

Хотим обратить внимание на то, что при увеличении числа кластеров у представителей среднеазиатской овчарки появляется большое количество дополнительных генетических элементов, что говорит об её неоднородности, но в тоже время свидетельствует о высоком внутрипородном разнообразии.

Обращает внимание, что в породе кавказская овчарка представлены несколько животных, генетические профили которых содержат большое число компонентов среднеазиатских овчарок. Это косвенным образом подтверждает возможность межпородного скрещивания на границе ареалов распространения этих пород.

На рисунке 15 представлены результаты определения оптимального количества генетических кластеров ( $K$ ), полученные с помощью программы Clumpack на основе байесовского кластерного анализа.

Левый график (Delta  $K$ ) демонстрирует распределение значения  $\Delta K$  в зависимости от предполагаемого количества кластеров ( $K$  от 1 до 10). Согласно методу Эванно, оптимальное количество кластеров соответствует пику значения Delta  $K$ . На графике отчетливо виден выраженный пик при  $K=3$ , где значение Delta  $K$  превышает 150, что значительно выше значений для всех остальных  $K$ . Это однозначно указывает на то, что оптимальное количество генетических кластеров для изученной выборки равно трем.

Правый график (Mean  $\ln P(K) \pm \text{Stdev}$ ) показывает среднее значение логарифма вероятности данных для каждого значения  $K$ . Кривая демонстрирует характерный рост значений от  $K=1$  до  $K=5-6$ , после чего выходит на плато. Что говорит, нам о возможности наличия 6 кластеров внутри наших данных.

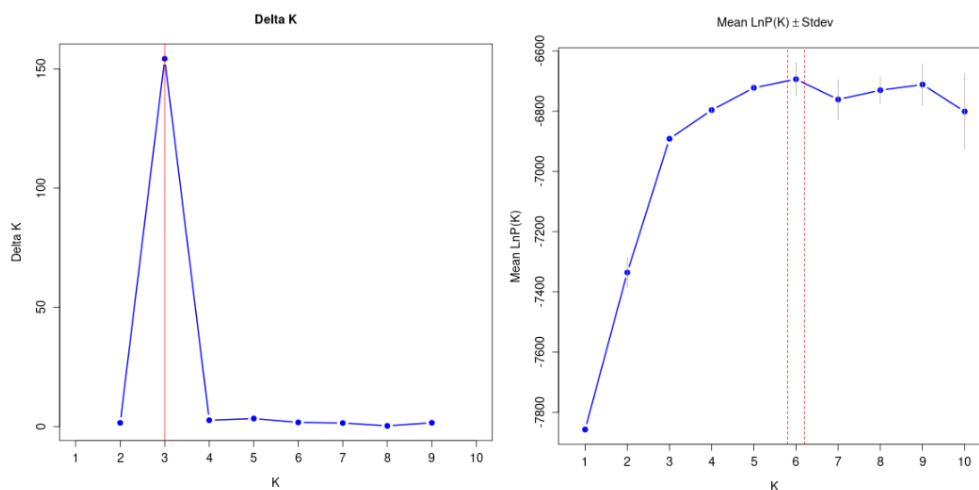


Рисунок 15 – Оптимальное количество кластеров

Также для визуальной демонстрации распределения особей в пространстве был проведен анализ главных компонент, построенный на основе расчета генетических дистанций (рис. 16).

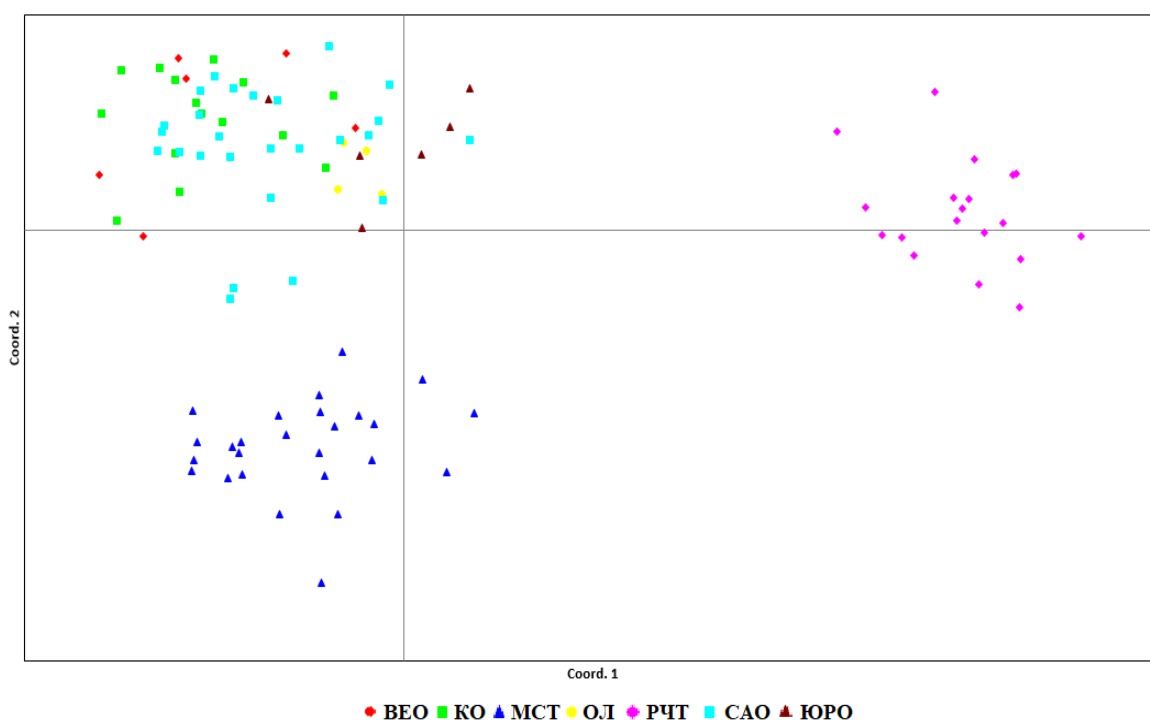


Рисунок 16 - Результаты анализа главных компонент (РСА) генетического разнообразия изученных пород собак

При проведении кластерного анализа и анализа главных компонент наблюдается следующая закономерность, что при наличии пород с высокой степенью генетической обособленности на общем графике происходит визуальное сближение менее дифференцированных групп, тогда как при более детальном рассмотрении выявляются достоверные различия между ними.

Когда на одном графике присутствуют генетически очень далекие группы (например, РЧТ и МСТ), они занимают экстремальные позиции на главных компонентах, что «сжимает» вариацию остальных пород в маленькое облако. При удалении таких пород оставшиеся породы «растягиваются» по пространству главных компонент, и становятся видны тонкие различия, которые ранее были скрыты.

В связи с этим на следующем этапе исследования мы исключили из анализа породы, значительно удаленные от основного облака объектов (РЧТ и МСТ), и провели анализ повторно (рис. 17, 18).

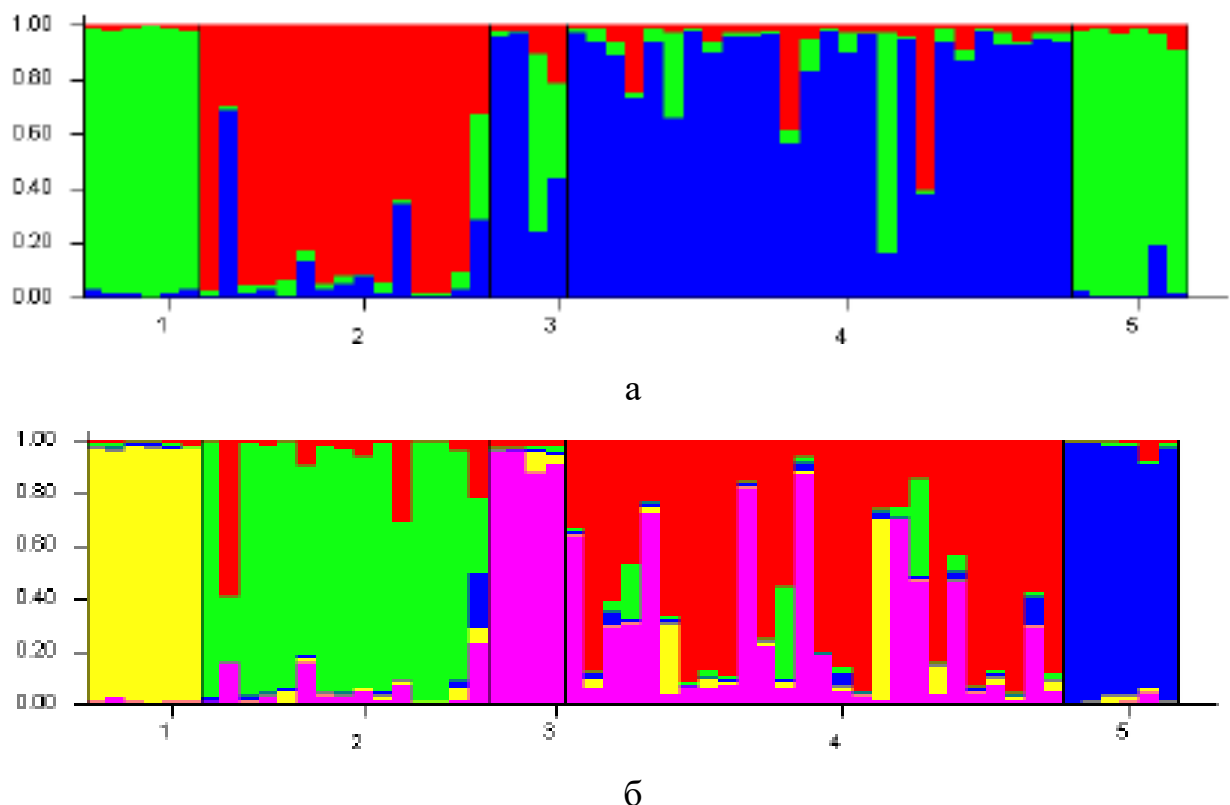


Рисунок 17 – Визуализация кластерного анализа, проведенного для объединённого пула 5 служебных пород отечественной селекции при разных значениях K: а) K = 3, б) K = 5.

Номера цифр во всех графиках соответствуют породам: 1 – восточноевропейская овчарка; 2 – кавказская овчарка; 3 – оленегонная лайка; 4 – среднеазиатская овчарка; 5 – южнорусская овчарка.

Высокое генетическое разнообразие в группе среднеазиатской овчарки обусловлено наличием большого количества генетических компонентов. При этом наблюдается интересная закономерность: при значении  $K=3$  среднеазиатские овчарки формируют общий кластер с оленегонными лайками, тогда как при  $K=5$  у них выявляются общие генетические элементы как с московской сторожевой и восточноевропейской овчаркой, но в наибольшей степени — именно с оленегонной лайкой.

Можно предположить, что данная закономерность связана с историей формирования среднеазиатской овчарки. Согласно ряду научных исследований, аборигенные популяции собак Средней Азии в процессе своего становления подвергались периодической гибридизации с волками [91]. Поскольку оленегонная лайка, как одна из наиболее древних аборигенных пород, генетически ближе диким предкам, чем другие изученные породы, кластерный анализ выявляет у нее значительное количество общих генетических элементов со среднеазиатской овчаркой.

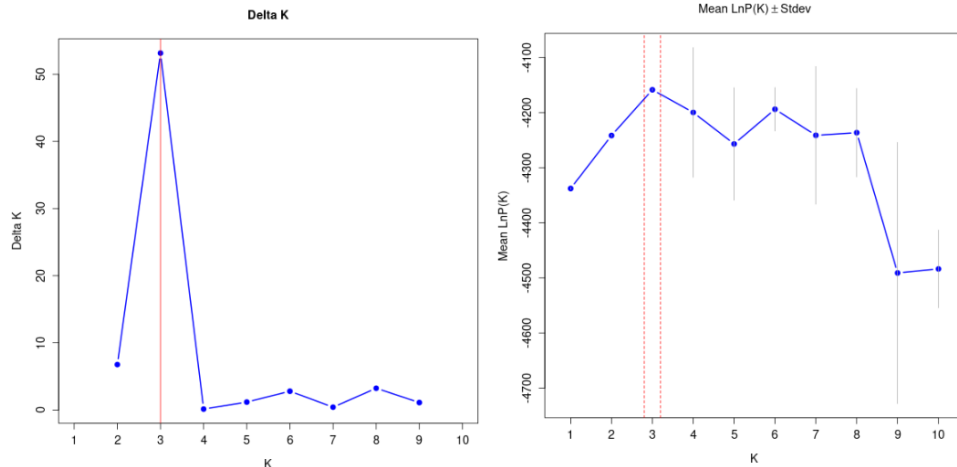


Рисунок 18 - Определение оптимального количества генетических кластеров (K) на основе байесовского кластерного анализа (STRUCTURE).

А – график  $\Delta K$  по методу Эванно; Б – график среднего значения логарифма правдоподобия  $[\text{LnP}(K)]$

Таким образом, на основе полученных данных мы снова построили график главных компонент, на которых уже отчётливо видны кластеры всех пород (рис. 19).

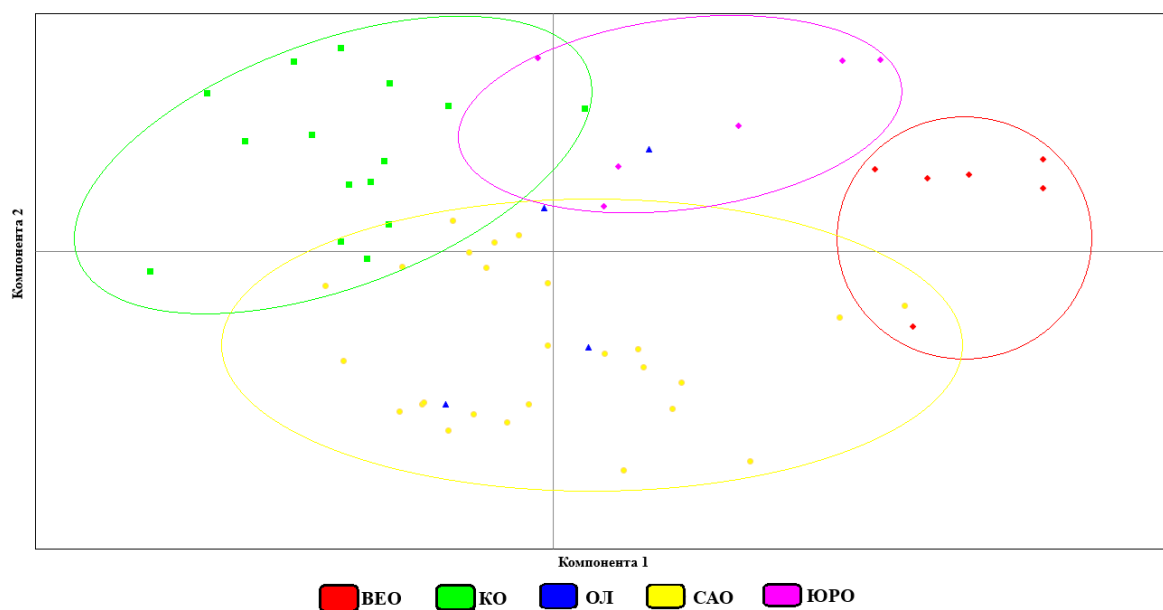


Рисунок 19 – Популяционно-генетическое разнообразие служебных пород собак за исключением заводских пород

Проведение двухэтапного анализ позволило выявить как макроструктуру (дифференциация синтетических пород от аборигенных), так и микроструктуру (различия внутри группы аборигенных пород).

Поэтому для наглядности эффективности данного метода мы также построили графики главных компонент, на которых отображено фактическое генетическое состояние некоторых пород. Так, на рисунке 20 при удалении из массива данных среднеазиатских и кавказских овчарок образуются три четко разграниченные группы животных, не имеющие перекрывающихся областей. Это свидетельствует о полном отсутствии генетической связи между данными особями и подтверждает их принадлежность к разным породным группам.

Первая и вторая главные компоненты объясняют суммарно 32,36% общей генетической дисперсии (PC1 — 16,67%, PC2 — 15,70%), что является достаточно высоким показателем для популяционно-генетических исследований и указывает на выраженную дифференциацию пород.

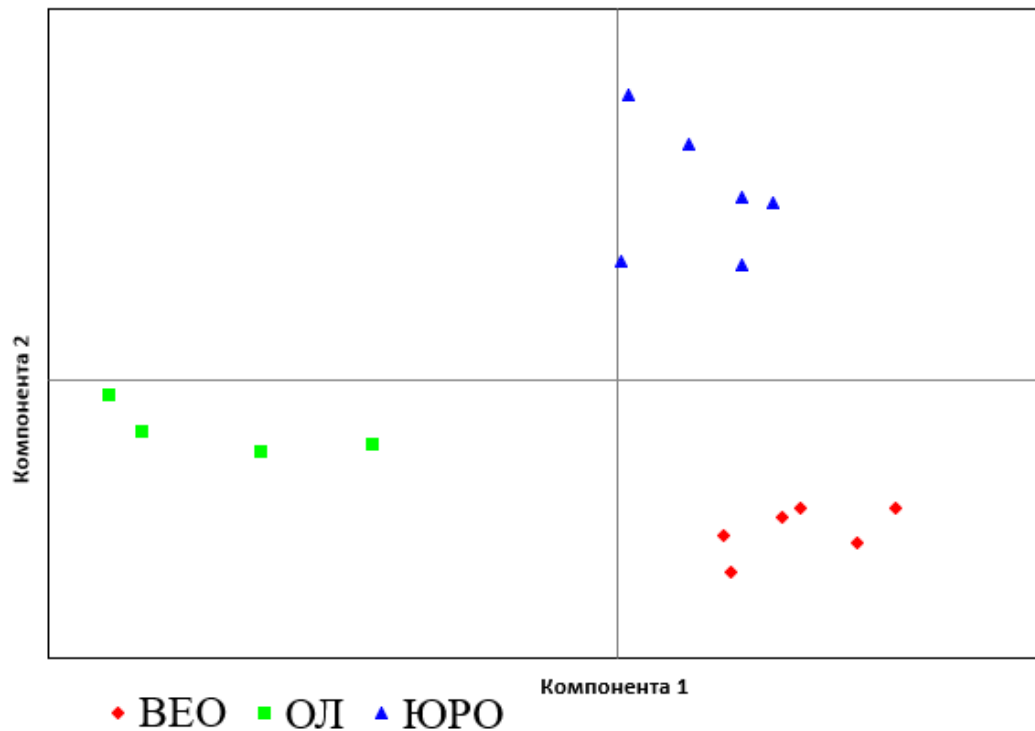


Рисунок 20 – Генетическая структура трех пород отечественной селекции.

Далее, для более детального изучения генетической близости между аборигенными породами, был проведен отдельный анализ главных компонент для кавказской и среднеазиатской овчарок (рисунок 21). Первые три главные компоненты объясняют суммарно 21,67% общей генетической дисперсии (PC1 — 9,36%, PC2 — 6,52%, PC3 — 5,80%), что является относительно низким показателем и свидетельствует о высокой генетической однородности между данными породами.

На графике отчетливо видно, что особи кавказской и среднеазиатской овчарок формируют два частично перекрывающихся массива точек. Среднеазиатские овчарки (зеленые маркеры) занимают преимущественно левую часть пространства главных компонент, тогда как кавказские овчарки (красные маркеры) локализуются в правой части. Однако зона перекрывания между группами достаточно выражена, что указывает на наличие общих генетических компонентов и подтверждает их близкое историческое происхождение.

Низкий процент объясненной дисперсии первыми двумя компонентами (15,87%) свидетельствует о том, что генетические различия между породами не являются доминирующим фактором вариации в выборке. Это закономерно для аборигенных пород, которые формировались на смежных территориях Кавказа и Средней Азии и исторически имели контакты между популяциями.

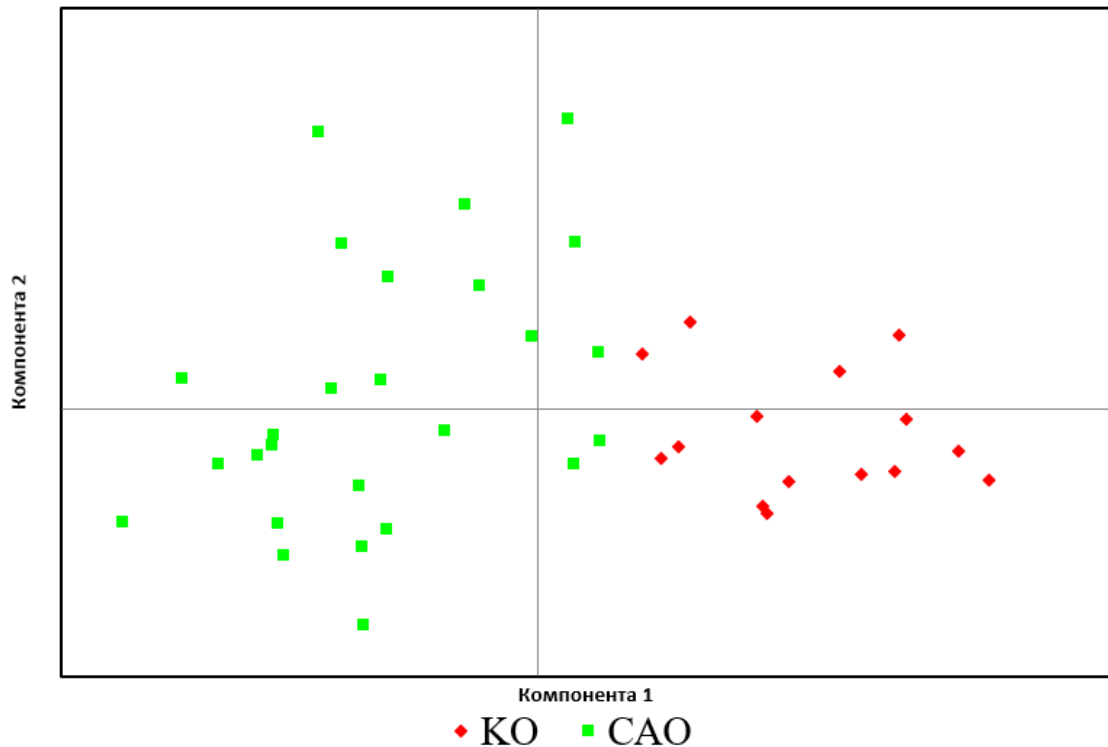


Рисунок 21 – Пространственная дифференция двух аборигенных пород собак

Таким образом, анализ главных компонент подтвердил ранее сделанные выводы о генетической близости кавказской и среднеазиатской овчарок, что согласуется с их общим аборигенным происхождением и схожим функциональным назначением. При этом можно говорить, что либо происходит разделение пород и их обособленность или, наоборот, создание третьего подтипа животных, которые являются помесями кавказских и среднеазиатских овчарок.

Анализ главных компонент (РСА), проведенный на основе матрицы стандартных генетических расстояний Нея, рассчитанных по результатам генотипирования семи служебных пород собак по микросателлитным локусам, позволил визуализировать генетические расстояния между

изучаемыми породами. На полученной двумерной проекции, представленной на рисунке 22, отчетливо прослеживается обособленное положение русского черного терьера, который четко отделен от всех остальных пород, что свидетельствует о его выраженной генетической дифференциации.

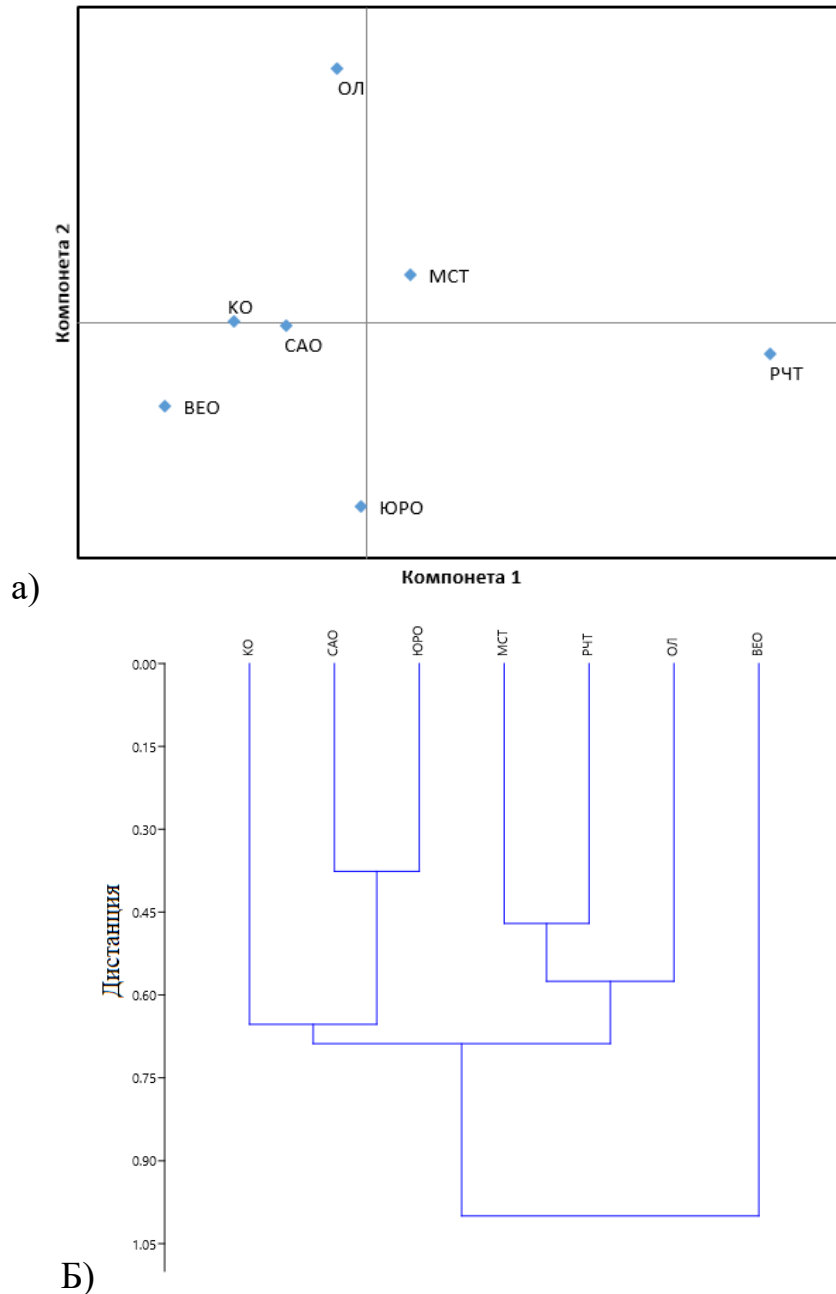


Рисунок 22 – Анализ главных компонент (а) и дендрограмма родства (б) генетической дифференциации семи служебных пород собак на основе дистанций Нея

Также на основе данных дистанций Нея, нами была построена дендрограмма родства с применением индекса схожести «Chord». Анализ топологии дендрограммы выявил четкую дифференциацию пород на

несколько кластеров. Наиболее тесную генетическую связь демонстрируют среднеазиатская овчарка и южнорусская овчарка, объединившиеся на наименьшем расстоянии (около 0,35), что свидетельствует об их общем историческом происхождении и принадлежности к аборигенным приотарным породам. К данному кластеру на следующем уровне примыкает кавказская овчарка, что формирует обособленную группу аборигенных сторожевых пород с общей историей.

Особого внимания заслуживает положение оленегонной лайки, которая на дендрограмме присоединяется к кластеру «синтетических» пород (московская сторожевая и русский черный терьер). Однако данное сближение не следует интерпретировать как свидетельство родства или общего происхождения. Вероятнее всего, такая топология дендрограммы отражает методологические особенности кластерного анализа при работе с микросателлитными маркерами и малым размером выборки оленегонной лайки ( $N=4$ ). Сближение может быть обусловлено эффектом генетического дрейфа, наличием общих редких аллелей, случайно зафиксированных в малой выборке. Оленегонная лайка, являясь аборигенной пастушьей породой, генетически и исторически не связана с московской сторожевой и русским черным терьером.

Восточноевропейская овчарка занимает обособленное положение, присоединяясь ко всем остальным породам на максимальном генетическом расстоянии (около 1,0), что подтверждает ее уникальную генетическую структуру и отличия от остальных изученных групп, так она создана на основе немецкой овчарки, которая принадлежит к древним пастушьим европейским породам.

### **3.4 Сравнительная оценка генетического и фенотипического разнообразий исследуемых пород.**

Оценка эффективности селекционного процесса требует комплексного подхода, сочетающего анализ как генетической структуры популяций, так и фенотипической изменчивости животных. В настоящем разделе проведено сопоставление результатов, полученных на основе микросателлитных маркеров, экстерьерных промеров и рассчитанных на их основе индексов телосложения, что позволяет выявить информативность каждого из методов и определить оптимальную стратегию селекции служебных пород собак.

На данном этапе нами были выбраны собаки, у которых имелись как фенотипические данные, так и ДНК-профиль по 21 микросателлитному локусу. Всего таких особей из общей выборки было 59 голов, а в частности: восточноевропейские овчарки, кавказские овчарки, московская сторожевая собака, русский черный терьер, среднеазиатская овчарка

#### **3.4.1 Оценка пространственной кластеризации собак с использованием генетических и фенотипических данных.**

Исследование генетической методом анализа главных координат структуры шести служебных пород собак таких как, восточноевропейской овчарки, кавказской овчарки, московской сторожевой, русского черного терьера, среднеазиатской овчарки, южнорусской овчарки выявил выраженную дифференциацию животных по породной принадлежности (рисунок 23). В пространстве первых двух главных координат популяция РЧТ сформировала обособленный кластер, что свидетельствует о её генетической дистанцированности от остальных групп. Популяции ВЕО, КО, САО и ЮРО образовали перекрывающиеся группы в левой верхней четверти координатной плоскости, указывая на определённое генетическое сходство между ними. Однако как уже было продемонстрировано ранее, такое сходство появляется

в связи с тем, что в данный анализ добавлены породы московская сторожевая и русский черный терьер, который генетически отстоят дальше.

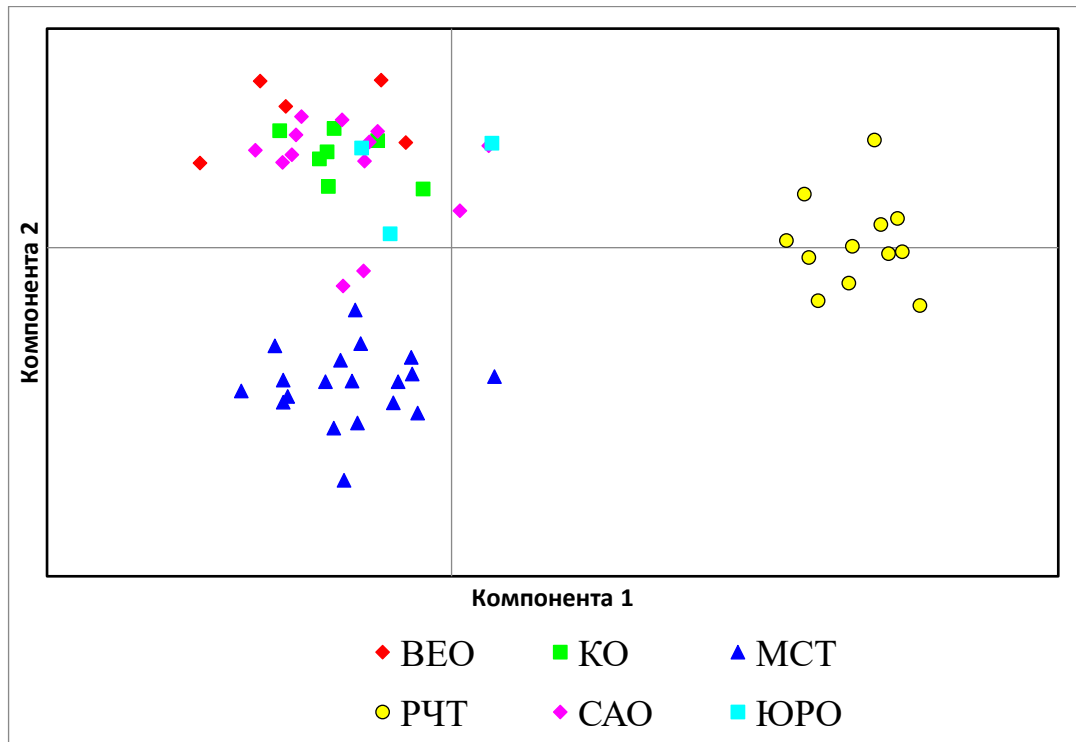


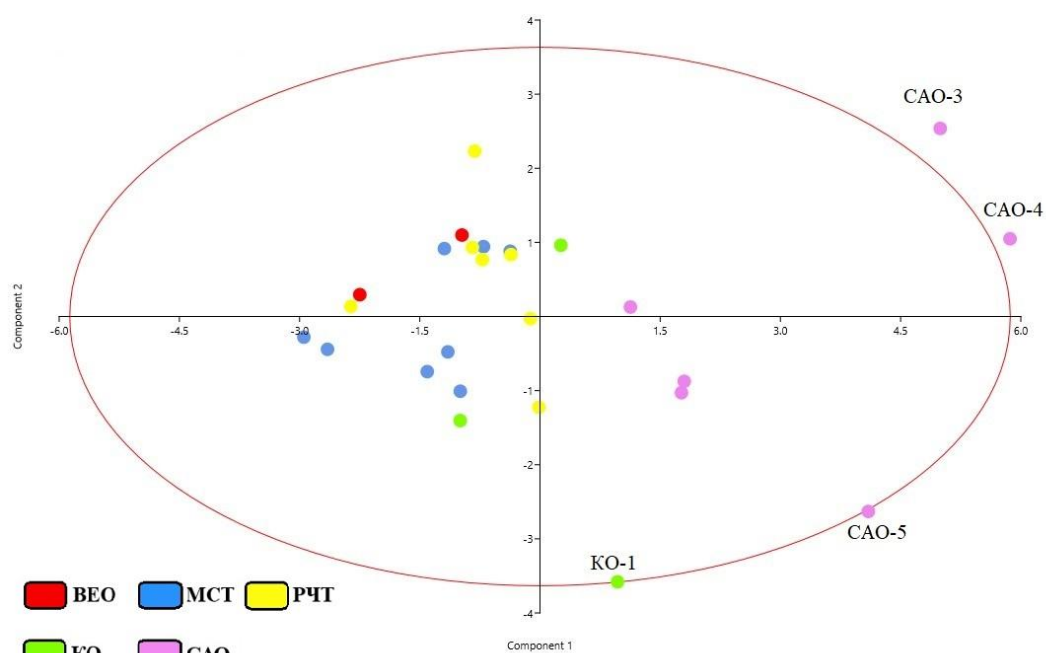
Рисунок 23 – Сравнительный анализ генетических компонентов 6 отечественных пород собак.

Московские сторожевые собаки заняла промежуточное положение в левой нижней четверти, однако данные собаки также образуют отдельный кластер, но так как при выведение данной породы использовались кавказские овчарки, то данная порода имеет в своей популяции генетические элементы от неё. И в свою очередь близость среднеазиатских овчарок и кавказских овчарок, доказанная ранее, и приближает московских сторожевых к особям CAO.

Количественная оценка вклада главных компонент генетической изменчивости показала, что первая компонента объясняет 11,22% общей дисперсии, вторая - 10,04%, третья - 5,28%, а суммарная доля изменчивости по первым трём осям составляет - 26,55%. Относительно низкий процент объяснённой дисперсии отражает многомерный характер генетического разнообразия и указывает на то, что дифференциация пород определяется

множеством независимых генетических факторов, ни один из которых не является доминирующим.

Для визуального сравнения генетического разнообразия с фенотипическим нами были построены графики главных компонент (РСА) на основе промеров и индексов телосложения как у кобелей, так и у сук (рис. 24).



а

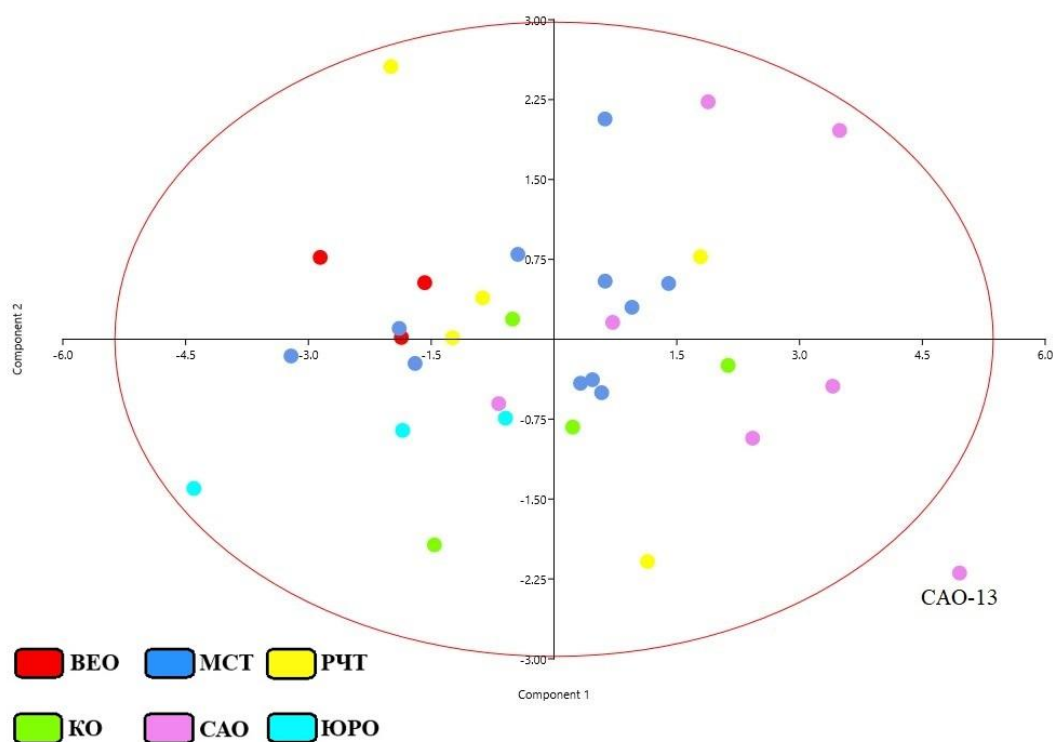


Рисунок 24 – Анализ главных компонент характеризующий фенотипическое разнообразие по индексам телосложения. А – кобели Б – суки.

Анализ диаграмм рассеяния главных компонент выявил существенные различия в степени фенотипической консолидированности исследованных пород. Наибольший разброс точек на обоих графиках демонстрирует среднеазиатская овчарка (САО), что свидетельствует о высокой вариабельности экстерьера данной породы. Особенно выражены выбросы у кобелей (САО-3, САО-4, САО-5), располагающиеся в правой части графика по первой главной компоненте, а также у сук (САО-13). Подобная картина подтверждает ранее выявленную по промерам неоднородность породы и указывает на наличие в популяции особей с нетипичными для породы экстерьерными характеристиками.

Кавказская овчарка (КО) также демонстрирует повышенную вариабельность, особенно у кобелей, где особь КО-1 является выраженным выбросом по второй главной компоненте.

Наименьший разброс точек характерен для восточноевропейской овчарки (ВЕО), особи которой компактно группируются в центральной части графика. Это свидетельствует о высокой степени консолидированности экстерьера породы и жестком фенотипическом отборе.

Московская сторожевая (МСТ) и русский черный терьер (РЧТ) занимают промежуточное положение, демонстрируя умеренную вариабельность промеров. Южнорусская овчарка (ЮРО), представленная в выборке сук, также показывает относительно компактное расположение точек.

Первая главная компонента (PC1) объясняет 53,97% дисперсии у кобелей и 46,87% у сук, вторая (PC2) — 20,68% и 14,43% соответственно. Суммарный вклад первых двух компонент составляет 74,65% и 61,30%, что позволяет адекватно интерпретировать полученные результаты.

Более компактное расположение кобелей на графиках PCA свидетельствует о большей степени выровненности экстерьера у собак

мужского пола, что обусловлено более жестким селекционным контролем в отношении производителей. В племенной работе к кобелям предъявляются повышенные требования по экстерьерным качествам, и только особи, максимально соответствующие стандарту породы, допускаются к разведению. Это приводит к усилению гомогенизации фенотипа в группе кобелей.

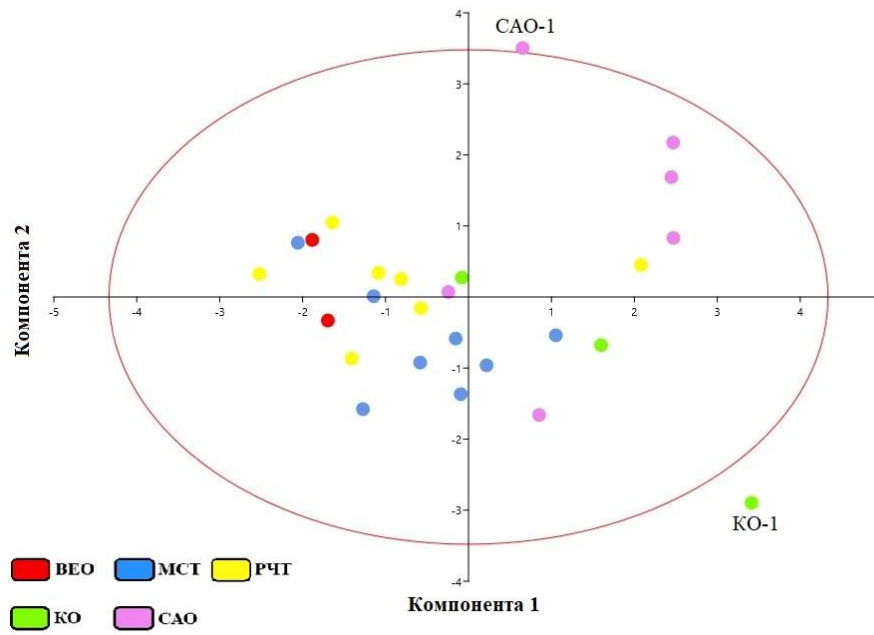
Для наглядной иллюстрации природы выявленных выбросов в таблице 16 приведены фактические значения промеров соответствующих особей. Анализ данных подтверждает, что особи САО-3 (Косарь) и САО-4 (Нефрит) имеют высоту в холке 87,0 и 85,0 см соответственно, и имеют значения признаков по верхней границе допустимости. Аналогичным образом, особь КО-1 (Гафар) с высотой в холке 73,0 см и сука САО-13 (Флейта) с высотой 78,0 см являются экстремальными представителями своих породных групп по размерным характеристикам, что и обусловило их обособленное положение на диаграммах главных компонент.

Таблица 16 – Морфометрические показатели особей с высокими значениями промеров, выявленных в ходе анализа главных компонент

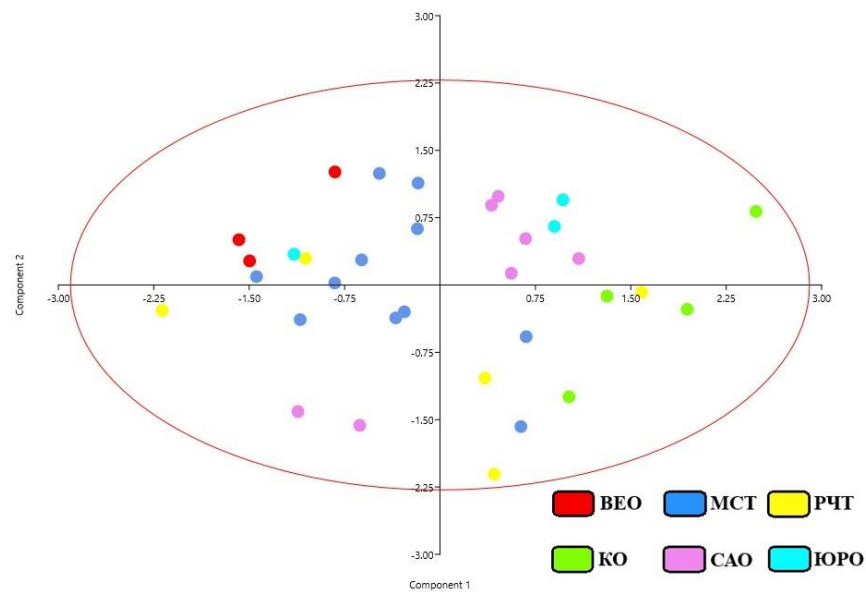
| Обозначение на графике | Пол | Кличка       | Высота в холке, см | Косая длина туловища, см |
|------------------------|-----|--------------|--------------------|--------------------------|
| САО-3                  | к   | Косарь       | 87,0               | 91,0                     |
| САО-4                  | к   | Нефрит       | 85,0               | 86,0                     |
| САО-5                  | к   | Тугарин змей | 77,0               | 85,0                     |
| КО-1                   | к   | Гафар        | 76,0               | 76,5                     |
| САО-13                 | с   | Флейта       | 78,0               | 81,1                     |

Для оценки способности кластеризации собак служебных пород также были построены два графика главных компонент для кобелей и сук по индексам телосложения (рис. 25).

Анализ диаграмм рассеяния выявил, что распределение особей по индексам телосложения имеет свои особенности. У кобелей первая главная компонента объясняет 44,16% общей дисперсии, вторая компонента — 28,46%, что в совокупности составляет 72,62% вариабельности признаков.



А



Б

Рисунок 25 – Анализ главных компонент, характеризующий фенотипическое разнообразие по индексам телосложения.

А – кобели Б – суки.

У сук наблюдается схожая картина распределения дисперсии по главным компонентам. Первая компонента объясняет 61,83% дисперсии,

вторая — 38,18%, а их суммарный вклад достигает 100% анализируемой вариабельности индексов телосложения.

На графиках видно, что среднеазиатская овчарка демонстрирует наибольший разброс по индексам телосложения как у кобелей, так и у сук. Особь САО-1 у кобелей занимает обособленное положение в верхней части графика, что указывает на нетипичное сочетание индексов телосложения. Кавказская овчарка (КО-1) также демонстрирует отклонение от общего кластера, располагаясь в правой нижней части диаграммы.

Восточноевропейская овчарка, московская сторожевая и русский черный терьер формируют относительно компактные группы, что свидетельствует о большей однородности данных пород по индексам телосложения. Южнорусская овчарка у сук занимает промежуточное положение между исследованными породами.

Хотим обратить внимание на то, что кобели по промерам кластеризуются лучше, чем суки, что подтверждает наши предыдущие выводы о более высоком внутривидовом фенотипическом разнообразии у сук. Данная закономерность прослеживается как на диаграммах главных компонент, построенных по абсолютным промерам, так и при анализе индексов телосложения.

Сравнение результатов РСА по промерам и индексам телосложения показывает, что индексы обладают меньшей дискриминирующей способностью при разделении пород, однако лучше отражают пропорциональность сложения и гармоничность экстерьера. Выявленные особенности распределения особей на диаграммах главных компонент по индексам телосложения коррелируют с данными, полученными при анализе абсолютных промеров, что подтверждает объективность выявленных закономерностей фенотипической изменчивости исследованных пород.

Сравнительный анализ генотипического и фенотипического РСА выявил как конкордантность, так и существенные расхождения в структуре разнообразия исследованных пород. На генотипической диаграмме главных

компонент (рис. 25) наблюдается четкое разделение пород на обособленные кластеры, что свидетельствует о выраженной генетической дифференциации.

Сравнение с фенотипическим PCA по абсолютным промерам показывает частичное совпадение закономерностей. Породы с наибольшим генетическим разнообразием (САО, КО) действительно демонстрируют и наибольшую фенотипическую вариабельность, формируя размытые облака точек на диаграммах. Русский черный терьер, напротив, генетически однороден, однако по фенотипическим промерам его особи не образуют столь же компактного кластера, что объясняется влиянием факторов среды, условий выращивания и кормления на формирование размерных признаков.

Анализ PCA по индексам телосложения выявил еще большие расхождения с генетической структурой. Это объясняется тем, что индексы телосложения являются производными величинами, нивелирующими абсолютные размерные различия, и в большей степени подвержены влиянию искусственного отбора по экстерьерным стандартам.

Таким образом, генотипический PCA обладает более высокой дискриминирующей способностью при разделении пород и объективнее отражает их эволюционную историю. Фенотипическая изменчивость, особенно по абсолютным промерам, в значительной степени модифицируется факторами внешней среды, что снижает ее информативность при оценке генетического разнообразия. Полученные результаты подтверждают необходимость комплексного подхода, сочетающего молекулярно-генетический и зоотехнический методы анализа, для полноценной характеристики генофонда служебных пород собак.

#### **3.4.2 Оценка взаимосвязи между генетическими и фенотипическими дистанциями между исследуемыми породами собак**

Для количественной оценки взаимосвязи между генетической и фенотипической дифференциацией исследованных популяций собак

служебных пород был проведён тест Мантеля, позволяющий оценить корреляцию между матрицами генетических дистанций (рассчитанных по микросателлитным маркерам) и фенотипических дистанций (рассчитанных по индексам телосложения). Результаты анализа представлены на рисунке 26.

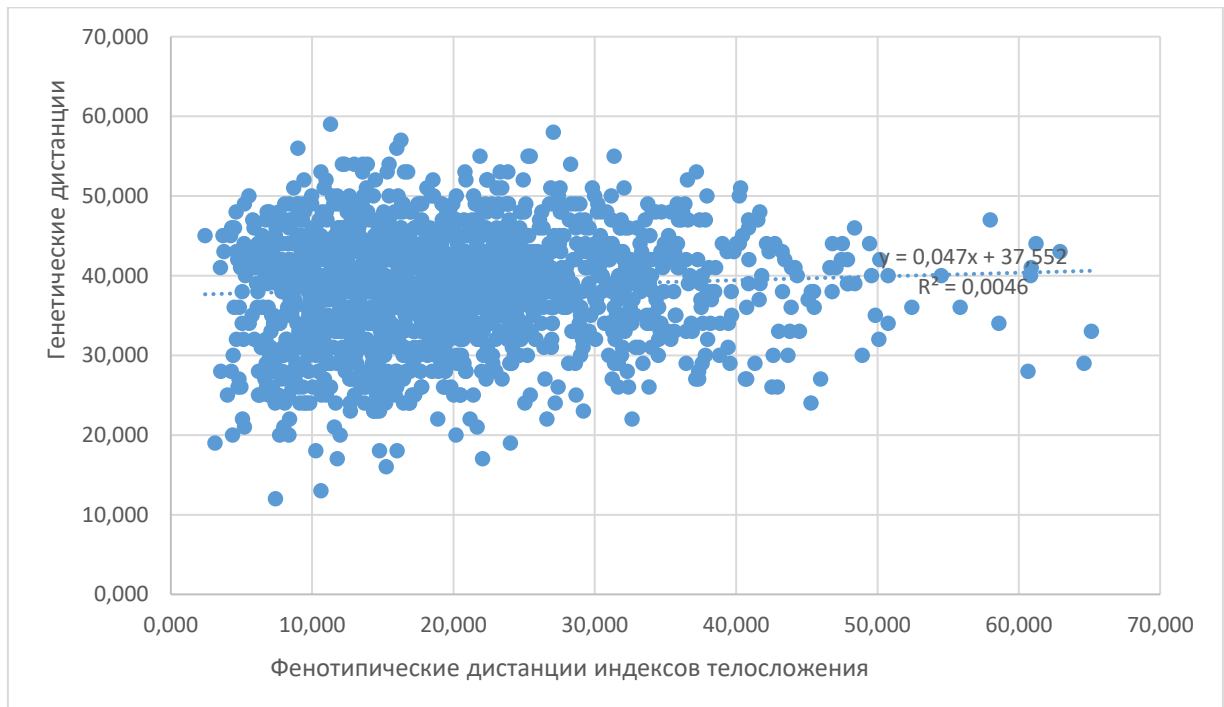


Рисунок 26 - Корреляция между генетическими дистанциями (по микросателлитным маркерам) и фенотипическими дистанциями (по индексам телосложения)

Результаты теста Мантеля выявили статистически незначимую слабую положительную корреляцию между генетическими и фенотипическими дистанциями: коэффициент корреляции Мантеля составил  $R = 0,068$  при уровне значимости  $p < 0,09$ . Коэффициент детерминации, рассчитанный по данным регрессионного анализа ( $R^2 = 0,0046$ ), показал, что менее 1% изменчивости генетических дистанций объясняется фенотипическими различиями по индексам телосложения. Уравнение линии регрессии  $y = 0,047x + 37,552$  демонстрирует крайне пологий наклон, что подтверждает отсутствие выраженной линейной зависимости между рассматриваемыми переменными.

Данные результаты имеют практическое значение для организации селекционного процесса. Слабая корреляция между генетическими и фенотипическими дистанциями свидетельствует о том, что фенотипическое сходство или различие собак по индексам телосложения не отражает в полной мере их генетическую близость по микросателлитным локусам. Данный факт может быть объяснён несколькими причинами.

Во-первых, индексы телосложения отражают фенотипическое проявление признаков, формирующееся под совместным влиянием генетических факторов и условий среды (кормление, содержание, физическая нагрузка) особенно это хорошо развито у собак, так содержание собак очень отличается от питомника к питомнику, а тогда как микросателлитные маркеры характеризуют условно нейтральную генетическую изменчивость, не подверженную прямому влиянию отбора. Во-вторых, экстерьерные признаки собак служебных пород находятся под давлением искусственного отбора, направленным на формирование определённого фенотипического стандарта, что приводит к конвергентному фенотипическому сходству животных при сохранении генетических различий. В-третьих, индексы телосложения представляют собой комплексные показатели, рассчитанные на основе ограниченного числа промеров, и не охватывают всего спектра фенотипической изменчивости, тогда как микросателлитный анализ охватывает значительную часть генома.

Пограничное значение уровня значимости ( $p < 0,09$ ) указывает на наличие определённой тенденции к положительной корреляции, которая, однако, не достигает стандартного порога статистической достоверности ( $p < 0,05$ ). Это может свидетельствовать о том, что часть фенотипического разнообразия по индексам телосложения всё же имеет генетическую основу, но её вклад не является определяющим.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В заключение проведенного исследования необходимо подчеркнуть, что племенная работа с породами на основе отбора по экстерьерным признакам может привести к снижению внутривидового и межвидового генетического разнообразия. Поэтому в селекционной работе при отборе типичных представителей породы, полностью соответствующих требованиям стандарта к экстерьеру и конституции, параллельно необходимо проводить их оценку по микросателлитным маркерам и отбор животных с сохранением определенного генетического профиля, что в совокупности будет способствовать формированию «генетического эталона породы».

Поскольку речь идет о сохранении генофондных пород, ориентация селекционеров исключительно на экстерьерные промеры может привести к негативным последствиям, аналогичным тем, что наблюдаются в молочном скотоводстве. Когда во главу эффективности ставится только получение прибыли без рационального использования генетических ресурсов, имеющихся в государстве, возникает ситуация вытеснения отечественных пород. Это обуславливает необходимость создания программ сохранения национальных генетических ресурсов и генофондных центров, задачей которых является защита и поддержка редких биологических ресурсов.

Анализируя современную ситуацию в собаководстве, следует отметить, что селекционеры при отборе и подборе собак в первую очередь обращают внимание на способность выполнения собаками определенных служб, например, караульной и охранной службы. Такой узконаправленный подход рано или поздно может привести к нивелированию породных различий, что мы уже наблюдаем в настоящее время: некоторые породы, такие как московская сторожевая, кавказская овчарка мало отличаются по основным промерам. В перспективе, за исключением окраса и длины шерсти, это может привести к унификации промеров и телосложения данных пород. Также мы наблюдаем снижение полового диморфизма как по промерам, так и по индексам телосложения.

Поэтому для сохранения уникальности породы и заложенных в ней рабочих качеств необходимо осуществлять комплексный отбор животных при одновременном проведении активного мониторинга их генетической структуры. Только комплексная оценка животных, как и по фенотипу, так и по генотипу, позволит обеспечить долгосрочное сохранение породного разнообразия и предотвратить эрозию генофонда отечественных пород собак.

Для достижения этой цели необходимо начать проводить с породами служебных собак такую же работу, какая, например, проводится с крупным рогатым скотом в Национальном центре генетических ресурсов сельскохозяйственных животных на базе ФГБНУ «ФИЦ» Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста. Для этого должны быть поэтапно реализованы следующие мероприятия, представленные в таблице 17.

Таблица 17 – Этапы сохранения служебных пород собак отечественной селекции и статус их выполнения

| Этапы сохранения пород               | Восточноевропейская овчарка | Кавказская овчарка | Московская сторожевая | Русский черный терьер | Среднеазиатская овчарка | Южнорусская овчарка | Оленегонная лайка |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|
| Создание референсных групп           | +                           | +                  | +                     | -/+                   | +                       | +                   | -/+               |
| Сбор биоматериала и фенотипирование  | +                           | +                  | +                     | -/+                   | +                       | +                   | -/+               |
| Генотипирование                      | +                           | +                  | +                     | -/+                   | +                       | -/+                 | -/+               |
| Оценка генетической структуры        | +                           | +                  | +                     | -/+                   | +                       | -/+                 | -                 |
| Создание генетических эталонов пород | -                           | -                  | -                     | -                     | -                       | -                   | -                 |
| Создание баз данных по породам       | +/-                         | +/-                | +/-                   | +/-                   | +/-                     | +/-                 | -                 |

Представленный кластерный анализ наглядно демонстрирует генетическую структуру изученных пород (рис. 27). Среднеазиатские овчарки

(CAO) и оленегонные лайки (ОЛ) формируют обособленные кластеры, однако отдельные особи демонстрируют наличие генетических компонентов других пород (разноцветные сегменты в столбцах). Разделение среднеазиатской овчарки на целых три отдельных кластера сигнализирует о высоком внутривидовом разнообразии, а так как при создании «эталона» породы необходимо учитывать, как экстерьер, так и генотип.

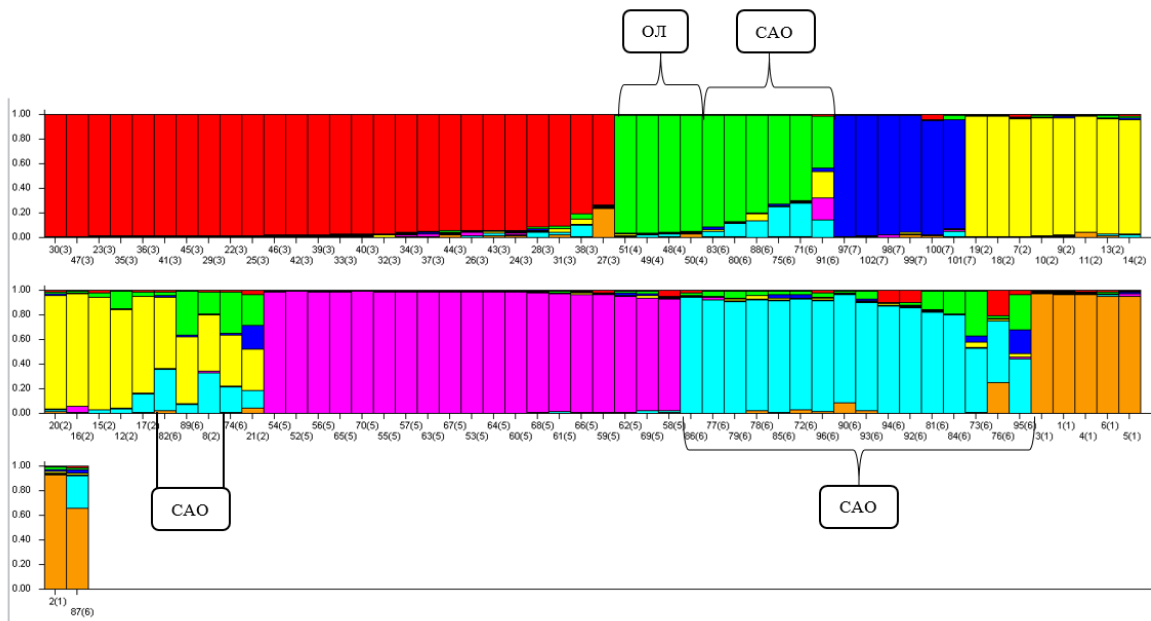


Рисунок 27 - Кластерный анализ изучаемых пород с группировкой их по схожести генетических элементов

Номер цифр во всех графиках соответствуют одинаковым породам: 1 – восточноевропейская овчарка; 2 – кавказская овчарка; 3 – московская сторожевая; 4 – оленегонная лайка; 5 – русский черный терьер; 6 – среднеазиатская овчарка; 7 – южнорусская овчарка.

Это подтверждает необходимость предложенного критерия отбора: исключение из племенной работы животных с  $>50\%$  чужеродных генетических компонентов позволит сохранить породную чистоту. Формирование референсной базы ДНК-профилей эталонных особей обеспечит научную основу для мониторинга генетической целостности отечественных пород и предотвращения их генетической деградации породы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных научных исследований по оценке эффективности использования молекулярно-генетических методов в селекции отечественных пород собак сформулированы следующие выводы:

1. Разработана система терминов, описывающих применение служебных собак: караульная, охранная, служебная и рабочая (пользовательская) собака. Выявлено, что большинство пород применяется преимущественно в караульной службе, тогда как их универсальные качества, заложенные селекцией (особенно у русского черного терьера и восточноевропейской овчарки), используются недостаточно.

2. Проведенная оценка экстерьера и конституции отечественных пород собак выявила четкую морфометрическую дифференциацию по группам, обусловленным их происхождением и фактическим применением: 1) Аборигенные породы (среднеазиатская и кавказская овчарки) отличаются максимальной массивностью, костистостью и сбитостью. 2) Заводские породы (московская сторожевая и русский черный терьер) обладают крепким телосложением. 3) Овчарки европейского происхождения (восточноевропейская овчарка) характеризуются средней костистостью и растянутым форматом.

3. Современная селекция собак пород кавказская овчарка, московская сторожевая, южнорусская овчарка, русский черный терьер привела к снижению полового диморфизма. Исключение составляет среднеазиатская овчарка, кобели которой достоверно превосходят сук по средним значениям большинства промеров. При этом установлено, что суки обладают большим внутripородным фенотипическим разнообразием по сравнению с кобелями.

4. Установлено, что аборигенные породы (среднеазиатская овчарка и кавказская овчарка) обладают наибольшим аллельным разнообразием ( $N_a$  в пределах 6-12 и 4-10,  $N_e = 4,73$  и 3,93 соответственно), в то время заводские породы (русский черный терьер и московская сторожевая) и пережившие

«бутылочное горлышко» породы (южнорусская овчарка и восточноевропейская овчарка) демонстрируют более низкое аллельное разнообразие –  $N_a$  в пределах 3-7, 2-7, 2-5, 1-5 и  $N_e = 3,20, 2,94, 2, 66$  и 2,59 соответственно.

5. Установлено, что в породах среднеазиатская овчарка и кавказская овчарка распределение частот генотипов и аллелей по 21 микросателлитному локусу соответствует равновесию Харди-Вайнберга. В породах южнорусская овчарка и восточноевропейская овчарка по большей части локусов наблюдается дисбаланс частот аллелей и дефицит гетерозигот (у восточноевропейской овчарки по локусам REN54P11 ( $F=0,56$ ), REN247M23 ( $F=0,38$ ) и INU055 ( $F=0,25$ ), южнорусской овчарки по локусу INU055 ( $F=0,66$ ), что свидетельствует о значительном уровне инбридинга.

6. Выявлено, что 25% общего генетического разнообразия приходится на различия между породами и указывает на наличие выраженной популяционной структуры в исследуемых породах, тогда как 75% вариабельности обусловлено различиями между особями внутри пород.

7. Продемонстрировано при кластерном анализе генетических компонентов, что исследуемые породы могут быть разделены на три группы: аборигенные (среднеазиатская овчарка, кавказская овчарка, южнорусская овчарка, оленегонная лайка), заводские (московская сторожевая и черный терьер) и породы европейского происхождения (восточноевропейская овчарка). При этом выявлена близость между генетическими компонентами кавказских и среднеазиатских овчарок (процент объясненной дисперсии составил 15,87%).

8. Анализ генетических дистанций показал, что наибольшая связь по Нею в группе аборигенных собак выявлена между среднеазиатской овчаркой и южнорусская овчаркой (0,35), при это в данный кластер также входит кавказская овчарка. Отдельный кластер современных заводских пород формируют московская сторожевая и русский черный терьер. На

максимальном генетическом расстоянии (1,0) от всех пород расположена восточноевропейская овчарка.

9. Анализ главных компонент показал, что индексы обладают меньшей дискриминирующей способностью при дифференциации пород, коррелируя при этом с данными, полученными при анализе абсолютных промеров. При проведении компонентного анализа на схожесть и различия между породами установлено, что использование данных генотипирования по 21 микросателлитному локусу позволяет дифференцировать породы, в то время как анализ с использованием индексов телосложения или промеров не дает четкого разделения исследуемых пород на кластеры.

Не установлено статистически значимой корреляции между генетическими и фенотипическими дистанциями между породами.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЕ К ПРОИЗВОДСТВУ**

С целью сохранения генетического разнообразия служебных пород собак отечественной селекции и их совершенствования национальным клубам пород кавказская овчарка, среднеазиатская овчарка, восточноевропейская овчарка, южнорусская овчарка, московская сторожевая и черный терьер рекомендуется:

1. Осуществлять не только сбор данных об экстерьерных показателях и рабочих качествах, но также генотипирование оцениваемых собак по 21 микросателлитному локусу для формирования базы данных генотипов собак служебных пород отечественной селекции.

2. Проводить регулярный генетический мониторинг пород для оценки генетического разнообразия и составления селекционных программ, направленных на сохранение животных, обладающих аутентичными генетическими компонентами.

3. Разработать методику комплексной оценки собак с учетом соответствия их экстерьера стандарту породы и выраженности полового диморфизма, а также на базе их генетических профилей.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в интеграции полученных результатов в системы геномной селекции. При накоплении репрезентативной базы данных, включающей детальные экстерьерные показатели, результаты тестирования рабочих качеств и массовое ДНК-генотипирование, появится возможность использовать модель BLUP (single-step Best Linear Unbiased Prediction) для достоверности происхождения.

Практическое внедрение данного подхода позволит существенно повысить точность отбора производителей, сократить селекционный интервал и, как следствие, ускорить темпы генетического прогресса в популяциях служебных собак отечественной селекции. Это обеспечит более эффективное управление генофондом, минимизацию рисков инбредной депрессии и целенаправленное закрепление желательных экстерьерных и функциональных характеристик в кратчайшие сроки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковлев А. Ф., Дементьева Н. В., Терлецкий В. П. Связь молекулярно-генетических маркеров с продолжительностью использования молочных коров // Генетика и разведение животных. – 2014. – №. 4. – С. 3-7.
2. Шачнев Д. С. Роль органов императорской охраны в создании кинологической службы в России в начале XX века // Вестник государственного и муниципального управления. – 2023. – Т. 12. – №. 1. – С. 157-168.
3. Чемерис Д. А. и др. Полиморфизм ДНК собак (*Canis familiaris* L.). I. Происхождение, распространение собак в свете молекулярно-биологических данных об их митохондриальных и ядерных геномах // Biomix. – 2021. – Т. 13. – №. 3. – С. 298.
4. Усова Т. П., Юдина О. П., Сударев А. Е. Сравнительная характеристика рабочих качеств собак пород: немецкая, бельгийская и восточно-европейская овчарки // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. – №. 2. – С. 127-131.
5. Тарасенкова Н. А., Коптев В. В. Значение ДНК-маркеров для развития современного собаководства // Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – №. 1. – С. 44-52.
6. Столповский, Ю. А., Зиновьева, Н. А., Сермягин, А. А. Генетическая структура аборигенного тагильского скота по STR и SNP маркерам // Генетика. – 2021. – Т. 57, № 9. – С. 1006–1017. – DOI: 10.31857/S0016675821090123.
7. Сокирко, В. Служу России от носа до хвоста! / В. Сокирко // Культура. — 2014. — № 34 (7929), 3–9 октября. — С. 13. — URL: [https://portal-kultura.ru/upload/iblock/1a1/kultura\\_034\\_14.pdf](https://portal-kultura.ru/upload/iblock/1a1/kultura_034_14.pdf) (дата обращения: 09.04.2026). — Текст : электронный.
8. Слободян, Р. Жили-были шесть подруг / Р. Слободян // На боевом посту. — 2020. — Сентябрь. — С. 26–29. — URL:

<https://rosguard.gov.ru/uploads/2020/11/sentyabr.pdf> (дата обращения: 05.04.2026). — Текст : электронный.

9. Семенов А. С., Попцова О. С. Изменение адаптационной способности собак разного возраста к рабочим нагрузкам в условиях умеренного муссонного климата // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2020. – №. 4. – С. 334-343.

10. Селионова М. И. и др. Генетические маркеры в козоводстве (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56. – №. 6. – С. 1031-1048.

11. Рябина, О. М. Филогенетические связи и генетическое разнообразие некоторых отечественных пород собак (по данным анализа мтДНК) : специальность 03.00.15 : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Рябина Ольга Михайловна. – Москва, 2008. – 117 с.

12. Рябина, О. М. Изменчивость мтДНК чабанских собак Азии / О. М. Рябина // Генетика. – 2006. – Т. 42, № 7. – С. 917-920.

13. Московская сторожевая (порода признана РКФ) // Российская кинологическая федерация : центр поддержки. — URL: [https://help.rkf.online/ru/knowledge\\_base/art/193/cat/15/moskovskaja-storozevaja-poroda-priznana-rkf](https://help.rkf.online/ru/knowledge_base/art/193/cat/15/moskovskaja-storozevaja-poroda-priznana-rkf) (дата обращения: 19.10.2026). — Текст : электронный.

14. Стандарт породы : утверждён решением Президиума СОКО РКФ от 18.03.2020 // Национальный клуб породы «Восточноевропейская овчарка» : официальный сайт. — URL: <https://www.veorkf.ru/ru/content/стандарт-породы> (дата обращения: 24.02.2026). — Текст : электронный.

15. История отечественного собаководства: от истоков до революции // Российская кинологическая федерация : официальный сайт. — URL: <https://rkf.org.ru/istorija-otechestvennogo-sobakovodstva/> (дата обращения: 08.01.2026). — Текст : электронный.

16. О РКФ // Российская кинологическая федерация : официальный сайт. — URL: <https://rkf.org.ru/o-rkf/> (дата обращения: 04.03.2026). — Текст : электронный.

17. Порядок оформления родословной Российской кинологической федерации // Российская кинологическая федерация : официальный сайт. — URL: <https://rkf.org.ru/portfolio-items/poryadok-oformleniya-rodoslovnoi/> (дата обращения: 19.01.2026). — Текст : электронный

18. Розина И. И. История выведения восточноевропейской овчарки и современная проблематика породы // Актуальные проблемы собаководства в правоохранительных структурах-2022. – 2022. – С. 93-96.

19. Разина Е. П. К вопросу о целесообразности использования бельгийской овчарки (малинуа), как одной из наиболее перспективных пород служебных собак для поиска, обнаружения и обозначения взрывчатых веществ и наркотических средств // Право и государство: теория и практика. – 2025. – №. 4. – С. 536-539.

20. Порядок обращения со служебными животными в учреждениях и органах уголовно-исполнительной системы Российской Федерации : утверждён приказом ФСИН России от 31 декабря 2019 г. № 1210 // ГАРАНТ : информационно-правовой портал. – URL: <https://base.garant.ru/73473955/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения: 19.02.2026). — Текст : электронный.

21. Попцова О.С. Шеремета Т. В. Племенная работа кинологической службы уголовно-исполнительной системы Российской Федерации на современном этапе //Сборник научных трудов по кинологии. – 2021. – С. 6-12.

22. Положение РКФ о племенной работе // Российская кинологическая федерация : центр поддержки. — URL: <https://info.rkf.online/article/5973663f-a7d9-5051-b1a9-d7a35ac45a66> (дата обращения: 08.10.2026). — Текст : электронный.

23. Подпенко, Е. Нюх — главное оружие. Как прошли соревнования кинологов в Хабаровске / Е. Подпенко // ХабИнфо : сайт. — 2022. — 13

октября. — URL: <https://habinfo.ru/articles/obraz-zhizni/2439> (дата обращения: 05.04.2026). — Текст : электронный.

24. Пакудина, С. В. Определение типа внешнего поведения служебных собак / С. В. Пакудина // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, безопасности сырья и продукции и перспективы развития продуктивного и непродуктивного животноводства : Сборник научных трудов по материалам II Национальной научно-практической конференции с международным участием, Ярославль, 26 сентября 2024 года. – Ярославль: Ярославский государственный аграрный университет, 2025. – С. 14-20.

25. Отечественные породы служебных собак / Н. Г. Андрианова, В. М. Дубровская, Т. М. Иванова [и др.] ; составитель В. А. Калинин. — Санкт-Петербург: МП «Издатель», 1992. — 288 с.: ил. — ISBN 5-86466-015-9. — URL: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi55/0041518.pdf> (дата обращения: 07.10.2026). — Текст : электронный.

26. Основы Герд М. А. и др. Основы служебного собаководства //МА Герд, АП Мазовер, ВП Назаров—М.: Сельхозгиз. – 1958.

27. Осипов С. Ц-470: собачья служба / С. Осипов // Труд : сайт. — 2011. — 16 июня. — URL: [https://www.trud.ru/article/16-06-2011/264190\\_ts-470\\_sobachja\\_sluzhba.html](https://www.trud.ru/article/16-06-2011/264190_ts-470_sobachja_sluzhba.html) (дата обращения: 10.04.2026). — Текст : электронный.

28. утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы : постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 : ред. от 27 марта 2025 г. — Текст : электронный // КонсультантПлюс. — URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_223631/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_223631/) (дата обращения: 16.05.2026).

29. утверждении Порядка обращения со служебными животными в учреждениях и органах уголовно-исполнительной системы Российской Федерации: приказ ФСИН России от 31.12.2019 № 1210 : редакция от 15.07.2024 : зарегистрирован в Минюсте России 28.01.2020 № 57290 //

КонсультантПлюс : справочная правовая система. — URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_344255/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_344255/) (дата обращения: 19.04.2026). — Текст : электронный.

30. Немного истории породы ВЕО // Национальный клуб породы «Восточноевропейская овчарка» : официальный сайт. — URL: <https://www.veorkf.ru/ru/content/немного-истории-породы-вео> (дата обращения: 19.04.2026). — Текст : электронный.

31. Стандарт породы : утверждён решением Президиума СОКО РКФ от 18.03.2020 // Национальный клуб породы «Восточноевропейская овчарка» : официальный сайт. — URL: <https://www.veorkf.ru/ru/content/стандарт-породы> (дата обращения: 19.01.2026). - Текст : электронный.

32. Найденова Е. Ю., Юдина О. П. Сравнительная характеристика линий собак породы московская сторожевая //Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2019. – №. 1. – С. 122-124.

33. Мусина Н. И. Общая характеристика применения служебных собак в практической деятельности органов внутренних дел РФ //РЕМ: Psychology. Educology. Medicine. – 2016. – №. 4. – С. 38-44.

34. Михалёва, Ю. Лаять запрещается. О работе служебных собак ОМОН Росгвардии / Ю. Михалёва // Аргументы и факты — Хабаровск : сайт. — 2020. — 19 июня. — URL: [https://hab.aif.ru/society/layat\\_zapreshchaetsya\\_o\\_rabote\\_sluzhebnyh\\_sobak\\_omon\\_rosgvardii](https://hab.aif.ru/society/layat_zapreshchaetsya_o_rabote_sluzhebnyh_sobak_omon_rosgvardii) (дата обращения: 04.04.2026). — Текст : электронный.

35. Михайлов А. А. Рекомендации проведения занятий со специалистами кинологической службы войск Национальной Гвардии Российской Федерации по теоретическим основам дрессировки собак //Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. — 2022. – №. 3 (7). – С. 100-108.

36. КС: караульная служба // Национальный клуб породы «Южнорусская овчарка»: сайт. — URL:

<https://www.southernrussian.org/index.php/ks> (дата обращения: 05.04.2026). – Текст : электронный.

37. Красилов, И. В. Развитие служебного собаководства в России //Наука и современность. – 2014. – №. 31. – С. 86-91.

38. Калинин В.А. Иванова Т. М., Морозова Л. В. Отечественные породы служебных собак азиатского происхождения //Патриот. – 1992. – С. 14-15.

39. История породы // Национальный клуб породы «Восточноевропейская овчарка» : официальный сайт. — URL: <https://www.veorkf.ru/ru/history-nkp> (дата обращения: 18.03.2026). — Текст : электронный.

40. История создания породы московская сторожевая // Национальный клуб породы «Московская сторожевая» : официальный сайт. — URL: <https://nkp-moskstorozh.ru/?id=168> (дата обращения: 08.03.2026). — Текст : электронный.

41. История породы // Золотой Град : сайт питомника русских чёрных терьеров. — URL: <https://zolotoy-grad.ru/breed-history> (дата обращения: 19.01.2026). — Текст : электронный.

42. Ивонина, О. Ю. Анализ рабочих качеств собак породы русский черный терьер по караульной службе в питомнике "Плеяда Буяны" Г. Владивосток / О. Ю. Ивонина, А. А. Молькова, И. Н. Маркелова // НАУКА и ОБРАЗОВАНИЕ: СОХРАНЯЯ ПРОШЛОЕ, СОЗДАЁМ БУДУЩЕЕ : сборник статей XXI Международной научно-практической конференции, Пенза, 05 мая 2019 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. – С. 79-84.

43. Ибрагимова О. А. Ненецкая оленегонная лайка //Журнал института наследия. – 2018. – №. 1 (12). – С. 8.

44. Золотой Град : питомник русских чёрных терьеров. История породы. — Текст : электронный. — URL: <https://zolotoy-grad.ru/breed-history>.

45. Зиновьева, Н. А. Генетическая экспертиза сельскохозяйственных животных: применение тест-систем на основе микросателлитов / Н. А. Зиновьева, Е. А. Гладырь // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 9. – С. 19-20.
46. Зиннатова Ф. Ф., Зиннатов Ф. Ф. Роль генов липидного обмена (DGAT1, TG5) в улучшении хозяйственно-полезных признаков крупного рогатого скота // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. НЭ Баумана. – 2014. – Т. 219. – № 3. – С. 164-168.
47. Занегина, Н. В. Особенности статистического учета служебных собак ФСИН России: к вопросу о борьбе с проникновением запрещенных предметов // Вестник НГУЭУ. – 2023. – № 2. – С. 140-152.
48. Занегина, Н. В. Особенности статистического учета служебных собак ФСИН России: в поисках универсальной служебной собаки / Н. В. Занегина // Вестник НГУЭУ. – 2023. – № 4. – С. 109-119. – DOI 10.34020/2073-6495-2023-4-109-119.
49. Загороднев Ю. П., Кусова Т. А. Оценка пастушьего инстинкта собак разных пород // Наука и Образование. – 2021. – Т. 4. – № 4.
50. Дядичкина, Т. В. Нарушение половой функции у самцов собак / Т. В. Дядичкина, Н. Н. Ткачева, Ю. А. Бизюкова // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : Материалы XIII Национальной научно-практической конференции с международным участием, Кузбасский ГАУ, 26 июня 2025 года. – Кемерово: Кузбасский ГАУ, 2025. – С. 343-347.
51. Дудин, М. Н. Импортзамещение в АПК как стратегическое направление обеспечения национальной безопасности / М. Н. Дудин, З. К. Омарова // ЦИТИСЭ. – 2019. – № 2(19). – С. 10.
52. Долинина И. Г., Богданов С. Г. Становление и особенности развития кинологического образования в России // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия № 1. Психологические и педагогические науки. – 2022. – № 2. – С. 168-184.

53. Дементьева Н. В. и др. Взаимосвязь полиморфных вариантов в промоторе гена PRL эмбрионов и характеристик яйца для биопромышленности // Генетика и разведение животных. – 2020. – №. 4. – С. 43-48.
54. Гладырь, Е. А., Зиновьева, Н. А., Бурылова, С. С., Селионова, М. И., Моисейкина, Л. Г., Эрнст, Л. К., Брем, Г. Характеристика аллелофонда овец юга России // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 11. – С. 25–27.
55. Гладких, М. Ю. Сравнительная характеристика внутривидовых и межвидовых различий индексов телосложения собак служебных пород отечественной селекции / М. Ю. Гладких, Д. Н. Зорин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2026. – № 1(84). – С. 145-152. – DOI 10.24412/1992-2582-2026-1-145-152.
56. Галинская Т. В., Щепетов Д. М., Лысенков С. Н. Предубеждения о микросателлитных исследованиях и как им противостоять // Генетика. – 2019. – Т. 55. – №. 6. – С. 617-632.
57. Борисенко Е. Я. Разведение сельскохозяйственных животных/Е.Я. Борисенко // М.: Колос. – 1967. – С. 463.
58. Богословская, Е. Ненецкая оленегонная лайка // Друг. М. – 2000. – №. 4. – С. 6-11.
59. Баслык А. А. Особенности отбора щенков служебных собак // StudArctic forum. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Петрозаводский государственный университет», 2021. – Т. 4. – №. 24. – С. 4-8.
60. Алексеев А. Д. и др. Мероприятия по ликвидации хламидиоза в племенном питомнике служебного собаководства территориального органа Федеральной службы исполнения наказаний // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2021. – №. 26 (189). – С. 145-153.
61. Адаев, В. Н. Ненецкие оленегонные лайки Тазовской тундры // Ab Origine. – 2013. – С. 120-142.

62. Yuzhnorusskaya Ovcharka (South Russian Shepherd Dog) : FCI-Standard № 326 : 12.12.2017 / Fédération Cynologique Internationale. — 2017. — 10 p. — URL: <https://www.fci.be/Nomenclature/Standards/326g01-en.pdf> (дата обращения: 18.03.2026). — Текст : электронный.
63. Vaysse A. et al. Identification of genomic regions associated with phenotypic variation between dog breeds using selection mapping // PLoS genetics. — 2011. — Т. 7. — №. 10. — С. e1002316.
64. Sinding M. H. S. et al. Arctic-adapted dogs emerged at the Pleistocene–Holocene transition // Science. — 2020. — Т. 368. — №. 6498. — С. 1495-1499.
65. Shaffer L. G. et al. Standards and guidelines for canine clinical genetic testing laboratories // Human Genetics. — 2019. — Т. 138. — №. 5. — С. 493-499.
66. Ryabinina O.M. Mitochondrial DNA variation in Asian shepherd dogs // Russian Journal of Genetics. — 2006. — Т. 42. — №. 7. — С. 748-751.
67. Rokhsar J. L. et al. Web resource on available DNA variant tests for hereditary diseases and genetic predispositions in dogs and cats: An Update // Human genetics. — 2021. — Т. 140. — №. 11. — С. 1505-1515.
68. Rogozinnikova, Yu. V. Some Russian dog breeds not recognized by Fédération Cynologique Internationale (FCI) / Yu. V. Rogozinnikova, L. A. Loginovskikh // , 12 марта 2024 года. Секция: Филология: языковые компетенции студентов в межкультурном аспекте, 2024. — Р. 114-117.
69. Radko A., Podbielska A. Microsatellite DNA analysis of genetic diversity and parentage testing in the popular dog breeds in Poland // Genes. — 2021. — Т. 12. — №. 4. — С. 485.
70. Procedimiento de la FCI para el reconocimiento internacional de una nueva raza (a título provisional). — Текст : электронный // Fédération Cynologique Internationale (FCI) : [сайт]. — URL: <https://www.fci.be/medias/FCI-REG-ROI-PNR-ANN-005-es-17068.pdf> (дата обращения: 24.05.2026).
71. Pitulko V. V., Kasparov A. K. Archaeological dogs from the early Holocene Zhokhov site in the eastern Siberian Arctic // Journal of Archaeological Science: Reports. — 2017. — Т. 13. — С. 491-515.

72. Perfileva A.V., et al. Kazakh national dog breed Tazy: What do we know? //PLoS One. – 2023. – T. 18. – №. 3. – C. e028204.
73. Peakall R. O. D., Smouse P. E. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research—an update // Bioinformatics. – 2012. – T. 28. – №. 19. – C. 2537-2539.
74. Parker H.G., et al. Genomic analyses reveal the influence of geographic origin, migration, and hybridization on modern dog breed development //Cell reports. – 2017. – T. 19. – №. 4. – C. 697-708.
75. Morrill K. et al. Ancestry-inclusive dog genomics challenges popular breed stereotypes //Science. – 2022. – T. 376. – №. 6592. – C. eabk0639.
76. Mooney J. A., Yohannes A., Lohmueller K. E. The impact of identity by descent on fitness and disease in dogs // Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. 2021. Vol. 118, № 16. Article e2019116118. DOI: 10.1073/pnas.2019116118.
77. Molin A. M. et al. Genome-wide copy number variant discovery in dogs using the CanineHD genotyping array //BMC genomics. – 2014. – T. 15. – №. 1. – C. 210.
78. Misztal I., Lourenco D. Potential negative effects of genomic selection //Journal of animal science. – 2024. – T. 102. – C. skae155.
79. Mellersh C.S. DNA testing and domestic dogs //Mammalian Genome. – 2012. – T. 23. – №. 1. – C. 109-123.
80. Marsden C. D. et al. Bottlenecks and selective sweeps during domestication have increased deleterious genetic variation in dogs //Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2016. – T. 113. – №. 1. – C. 152-157.
81. MacLean E. L. et al. Highly heritable and functionally relevant breed differences in dog behaviour //Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2019. – T. 286. – №. 1912.
82. Lindblad-Toh K. et al. Genome sequence, comparative analysis and haplotype structure of the domestic dog //Nature. – 2005. – T. 438. – №. 7069. – C. 803-819.

83. Leroy<sup>1</sup> G. et al. Inbreeding impact on litter size and survival in selected canine breeds //The Veterinary Journal. – 2015. – Т. 203. – №. 1. – С. 74-78.
84. Leroy G. et al. Genetic diversity of dog breeds: between-breed diversity, breed assignation and conservation approaches //Animal Genetics. – 2009. – Т. 40. – №. 3. – С. 333-343.
85. Lazarowski L. et al. Selecting dogs for explosives detection: Behavioral characteristics //Frontiers in Veterinary Science. – 2020. – Т. 7. – С. 597.
86. Jansson M., Laikre L. Pedigree data indicate rapid inbreeding and loss of genetic diversity within populations of native, traditional dog breeds of conservation concern //Plos one. – 2018. – Т. 13. – №. 9. – С. e0202849.
87. Irion D.N. et al. Analysis of genetic variation in 28 dog breed populations with 100 microsatellite markers //Journal of Heredity. – 2003. – Т. 94. – №. 1. – С. 81-87.
88. Applied Genetics of Companion Animals : [workshop report, 2014] / International Society for Animal Genetics (ISAG). — 2014. — 7 p. — URL: [https://www.isag.us/Docs/AppGenCompAnim2014\\_cor.pdf](https://www.isag.us/Docs/AppGenCompAnim2014_cor.pdf) (дата обращения: 19.01.2026). — Текст : электронный.
89. Ichikawa Y., et al. Canine parentage testing based on microsatellite polymorphisms //Journal of Veterinary Medical Science. – 2001. – Т. 63. – №. 11. – С. 1209-1213.
90. Hradecká L. et al. Heritability of behavioural traits in domestic dogs: A meta-analysis //Applied Animal Behaviour Science. – 2015. – Т. 170. – С. 1-13.
91. Gojobori J. et al. The Japanese wolf is most closely related to modern dogs and its ancestral genome has been widely inherited by dogs throughout East Eurasia //biorxiv. – 2021. – С. 2021.10. 10.463851.
92. Kopaliani N. et al. Gene flow between wolf and shepherd dog populations in Georgia (Caucasus) //Journal of Heredity. – 2014. – Т. 105. – №. 3. – С. 345-353.

93. Gehring, T. M. VerCauteren K. C., Landry J. M. Livestock protection dogs in the 21st century: is an ancient tool relevant to modern conservation challenges? //BioScience. – 2010. – Т. 60. – №. 4. – С. 299-308.
94. Feuerborn T. R. et al. Modern Siberian dog ancestry was shaped by several thousand years of Eurasian-wide trade and human dispersal //Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2021. – Т. 118. – №. 39. – С. e2100338118.
95. Fels L., Distl O. Identification and validation of quantitative trait loci (QTL) for canine hip dysplasia (CHD) in German shepherd dogs //PloS one. – 2014. – Т. 9. – №. 5. – С. e96618.
96. Russkiy Tchiorny Terrier (Russian Black Terrier) : FCI-Standard № 327 : 10.01.2011/EN / Fédération Cynologique Internationale. — 2011. — 8 p. — URL: <https://www.fci.be/nomenclature/Standards/327g02-en.pdf> (дата обращения: 28.02.2026). — Текст : электронный.
97. Sredneasiatskaya Ovtcharka (Central Asia Shepherd Dog) : FCI-Standard № 335 : 09.02.2011/EN / Fédération Cynologique Internationale. – 2011. – 10 p. – URL: <https://www.fci.be/nomenclature/Standards/335g02-en.pdf> (дата обращения: 19.03.2026). — Текст : электронный.
98. Kavkazskaïa Ovtcharka (Caucasian Shepherd Dog) : FCI-Standard № 328 : 02.03.2011/EN / Fédération Cynologique Internationale. – 2011. – 9 p. – URL: <https://fci.be/nomenclature/Standards/328g02-en.pdf> (дата обращения: 07.03.2026). – Текст: электронный.
99. FCI breeds nomenclature / Fédération Cynologique Internationale // Fédération Cynologique Internationale : официальный сайт. – URL: <https://fci.be/en/Nomenclature/> (дата обращения: 26.03.2026). – Текст : электронный.
100. Dreger D. L. et al. Whole-genome sequence, SNP chips and pedigree structure: building demographic profiles in domestic dog breeds to optimize genetic-trait mapping //Disease Models & Mechanisms. – 2016. – Т. 9. – №. 12. – С. 1445-1460.

101. Donner J. et al. Genetic prevalence and clinical relevance of canine Mendelian disease variants in over one million dogs //PLOS Genetics. – 2023. – T. 19. – №. 2. – C. e1010651.
102. DeNise S. et al. Power of exclusion for parentage verification and probability of match for identity in American kennel club breeds using 17 canine microsatellite markers //Animal Genetics. – 2004. – T. 35. – №. 1. – C. 14-17.
103. Coppinger R. et al. A decade of use of livestock guarding dogs //Proceedings of the Vertebrate Pest Conference. – 1988. – T. 13. – №. 13.
104. Chen F.L., et al. Advancing genetic selection and behavioral genomics of working dogs through collaborative science //Frontiers in Veterinary Science. – 2021. – T. 8. – C. 662429.
105. Ceh, E., Dovc P. Population structure and genetic differentiation of livestock guard dog breeds from the Western Balkans //Journal of Animal Breeding and Genetics. – 2014. – T. 131. – №. 4. – C. 313-325. — URL: <https://doi.org/10.1111/jbg.12077>.
106. Calboli F.C.F. et al. Population structure and inbreeding from pedigree analysis of purebred dogs //Genetics. – 2008. – T. 179. – №. 1. – C. 593-601.
107. Bray E. E. et al. Enhancing the selection and performance of working dogs //Frontiers in veterinary science. – 2021. – T. 8. – C. 644431.
108. Bigi2 D. et al. Investigating the population structure and genetic differentiation of livestock guard dog breeds //Animal. – 2018. – T. 12. – №. 10. – C. 2009-2016.
109. Bigi D. et al. Genetic characterization of four native Italian shepherd dog breeds and analysis of their relationship to cosmopolitan dog breeds using microsatellite markers //Animal. – 2015. – T. 9. – №. 12. – C. 1921-1928.
110. Bergström A. et al. Grey wolf genomic history reveals a dual ancestry of dogs //Nature. – 2022. – T. 607. – №. 7918. – C. 313-320.
111. Bannasch D. et al. The effect of inbreeding, body size and morphology on health in dog breeds //Canine Medicine and Genetics. – 2021. – T. 8. – №. 1. – C. 12.

### Список сокращений и условных обозначений

|                        |                                                                                                                                       |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ДОСААФ                 | Добровольное общество содействия армии, авиации и флоту                                                                               |
| НИИ                    | Научно-исследовательский институт                                                                                                     |
| НКП                    | Национальный клуб породы                                                                                                              |
| ПЦР                    | Полимеразная цепная реакция                                                                                                           |
| РКФ                    | Российская кинологическая федерация                                                                                                   |
| РФ                     | Российская Федерация                                                                                                                  |
| СССР                   | Союз Советских Социалистических Республик                                                                                             |
| УИС                    | Уголовно-исполнительная система                                                                                                       |
| ФСИН                   | Федеральная служба исполнения наказаний                                                                                               |
| ЦК                     | Центральный комитет                                                                                                                   |
| ЦШСС                   | Центральная школа служебного собаководства                                                                                            |
| CNV                    | Copy Number Variation — вариация числа копий участков ДНК                                                                             |
| FCI                    | Fédération Cynologique Internationale — Международная кинологическая федерация                                                        |
| FST (F <sub>ST</sub> ) | Индекс фиксации — показатель генетической дифференциации популяций                                                                    |
| GWAS                   | Genome-Wide Association Studies — полногеномные исследования ассоциаций                                                               |
| ISAG                   | International Society for Animal Genetics — Международное общество генетики животных                                                  |
| NGS                    | Next-Generation Sequencing — секвенирование нового поколения                                                                          |
| ROH                    | Runs of Homozygosity — протяжённые участки гомозиготности                                                                             |
| SNP                    | Single Nucleotide Polymorphism — однонуклеотидный полиморфизм                                                                         |
| STR                    | Short Tandem Repeats — короткие tandemные повторы, микросателлиты                                                                     |
| WES                    | Whole Exome Sequencing — полноэкзомное секвенирование                                                                                 |
| WGS                    | Whole Genome Sequencing — полногеномное секвенирование                                                                                |
| PCA                    | Principal Component Analysis — метод главных компонент                                                                                |
| BLUP                   | Best Linear Unbiased Prediction — наилучшее линейное несмещённое предсказание (в селекции — метод оценки племенной ценности животных) |
| CAO                    | Среднеазиатская овчарка                                                                                                               |
| МСТ                    | Московская сторожевая                                                                                                                 |
| РЧТ                    | Русский чёрный терьер                                                                                                                 |
| ВЕО                    | Восточноевропейская овчарка                                                                                                           |
| КО                     | Кавказская овчарка                                                                                                                    |
| ОЛ                     | Оленегонная лайка                                                                                                                     |
| ЮРО                    | Южнорусская овчарка                                                                                                                   |
| Na                     | Наблюдаемое количество аллелей                                                                                                        |

|       |                                                                |
|-------|----------------------------------------------------------------|
| Ne    | Ожидаемое число аллелей                                        |
| Ho    | Наблюдаемая гетерозиготность                                   |
| He    | Ожидаемая гетерозиготность                                     |
| uHe   | Несмещенная ожидаемая гетерозиготность                         |
| AMOVA | Analysis of Molecular Variance - анализ молекулярной дисперсии |
| F     | Индекса фиксации                                               |
| I     | Информационный индекса Шеннона                                 |