

**ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
О ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК
ИСМАИЛА МОХАМЕДА ЭЛЬСАЙЕД ЭЛЬСАЙЕД АЛИ
«МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ
КОСАТКАМИ (*ORCINUS ORCA*) РЫБОЯДНОГО И ПЛОТОЯДНОГО ЭКОТИПОВ
ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ»
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1.5.12 – ЗООЛОГИЯ**

Объектом диссертационной работы Исмаила Мохамеда выбраны косатки (*Orcinus orca*). В работе комплексно, с различных сторон исследуется разделение косаток на экотипы. Работа проведена в морях северной части Тихого океана, поэтому рассматривается разделение, характерное для данного региона – на рыбадный (резидентный) и плотоядный (транзитный) экотипы.

Косатка, как хищник верхнего трофического уровня, играет важную роль в структуре экосистем. При этом косаток нельзя рассматривать как единый вид, поскольку разные экотипы, хоть и встречаются в одних и тех же районах, не вступают в социальные взаимодействия и являются репродуктивно изолированными, демонстрируют генетические и экологические отличия и специализируются на определённом типе добычи. Изучение и разработка мероприятий, направленных на сохранение косаток, должны проводиться по отношению к каждому экотипу отдельно, в противном случае не будут учтены отличительные экологические и биологические характеристики этих животных. Несмотря на огромное количество доказательств существования экотипов, в России данный вопрос всё ещё вызывает споры, что подчёркивает высокую актуальность данной работы.

Соискатель фокусирует внимание на отсутствие сравнения дальневосточных экотипов косаток по некоторым направлениям, и своим исследованием восполняет недостаток этих данных. Работа вносит существенный вклад в проработку данной тематики. Соискателем

самостоятельно проведен трудоемкий сбор полевых данных и проведена обработка этих данных.

В представленной диссертации вопрос разделения косаток дальнего востока России на экотипы комплексно рассматривается с различных сторон. Приведены результаты исследований различий по морфологическим признакам с использованием машинного обучения, различий в социальных связях и различий в питании. Синхронность результатов, полученных по этим трём направлениям, только подчёркивает правомерность выделения экотипов.

Полученные автором данные безусловно имеют высокое научное значение. С учетом имеющихся в научном сообществе сомнений и принципиальных разногласий относительно выделений экотипов, работа актуальна и вносит ценнейший вклад как в общие знания о косатках, так и в знания о различиях между экотипами.

Работа изложена на 139 страницах и состоит из следующих разделов: введение, обзор литературы, материалы и методы, три главы (в каждой представлены результаты и их обсуждение), заключение, выводы, благодарности, список литературы и приложения. Список литературы насчитывает 146 источников, из них 131 – зарубежные. Разделы результаты и обсуждения объединены и представлены в 3 главах. Это удачное решение для данной работы, поскольку все результаты, хоть и посвящены одной и той же проблеме, рассматривают её с разных сторон, и отдельное обсуждение каждой части сразу после результатов способствует более цельному пониманию.

В главе ВВЕДЕНИЕ соискателем сформированы актуальность темы исследования и степень её проработанности, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, сформированы цели и задачи исследования, а также положения, выносимые на защиту, описан личный вклад автора и апробация результатов диссертационного исследования.

В главе ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ приводится достаточная информация по биологии и экологии косаток. Подробно рассматриваются существующие в

мире разделения на экотипы, приводятся разносторонние доказательства правомерности выделения экотипов. Описывается изменчивость социальных связей и структуры групп у косаток разных экотипов. Отдельный раздел посвящён методам искусственного интеллекта (машинного обучения), их описанию и примерам применения для идентификации косаток и других морских млекопитающих. Добавление этого раздела является очень удачным, поскольку несмотря на активное развитие применения искусственного интеллекта в биологических исследованиях краткий «ликбез» в контексте конкретной диссертационной работы облегчает её понимание.

В главе МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ соискатель исчерпывающе описывает сбор данных и использованные методики обработки собранного материала. Стоит отметить лаконичное, но без потери смысла, описание методики работы моделей при машинном обучении.

В главе РАЗЛИЧИЕ ЭКОТИПОВ ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ рассматриваются результаты независимого машинного обучения на двух платформах (Edge Impulse и Google Cloud AutoML) по различению экотипов на выборках фотографий плотоядных и рыбацких косаток. В выборку для обучения моделей входили взрослые самки и только фотографии исключительного качества, что существенно сократило используемый материал, но выборка фотографий всё равно внушительна: 1084 фотографии, по 542 для каждого экотипа. При анализе на обеих платформах были сформированы обучающие выборки и выборки для тестирования, на которых проводилась оценка работы модели. Точность моделей на обеих платформах оказалась очень высокой (93,06 и 98,17% для разных платформ).

Хорошим подтверждением достоверности результатов является повторение исследования на рандомизированных выборках, которые включали равное количество фотографий рыбацкого и плотоядного экотипов – в данном случае при обработке на обеих платформах модели не смогли различить две группы.

При чтении данной диссертации не удалось быстро найти в опубликованной литературе опыта по применению машинного обучения для различения экотипов косаток. Таким образом, данный раздел диссертации соискателя представляет собой новую информацию и очень удачный пример применения машинного обучения в изучении морских млекопитающих. Использование искусственного интеллекта для обнаружения этих различий служит объективной валидацией и подтверждает, что наблюдаемые исследователями различия в экотипах не являются лишь предположениями или субъективными интерпретациями. С учётом постоянно возникающих споров о правомерности выделения экотипов и явной поляризованностью мнений полученные соискателем результаты вносят важнейший вклад в вопрос о выделении и различении экотипов.

В главе РАЗЛИЧИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ СВЯЗЯХ МЕЖДУ РЫБОЯДНЫМИ И ПЛОТОЯДНЫМИ ЭКОТИПАМИ КОСАТОК проведен качественный и широкий анализ социальных связей в группах рыбадных и плотоядных косаток. Показано, что у рыбадных косаток больше социальные кластеры (группы в среднем состоят из 10.21 особей против 5,3 у плотоядных), а также более высокая средняя сила связей. Достоверные различия выявлены по параметрам степени влияния, охвата, коэффициента кластеризации и связности групп. Для рыбадных и плотоядных косаток построены социальные сети, которые учитывают силу связей между особями. Все эти результаты вносят существенный вклад в понимание различий между плотоядными и рыбадными косатками и их социальной структуры, и безусловно являются ценным научным результатом.

В главе РАЗЛИЧИЯ В ПИТАНИИ МЕЖДУ РЫБОЯДНЫМИ И ПЛОТОЯДНЫМИ КОСАТКАМИ представлен разнообразный анализ питания косаток различных экотипов, полученный как при регистрации фактов охоты, так и анализом содержимого желудков выброшенных косаток. Для «жертв» при необходимости уточнения видовой принадлежности проводился генетический анализ, для рыбы проводилось определение вида по чешуе.

Экотип «хищника» в каждом случае определялся визуально, а при возможности – подтверждался анализом митохондриальной ДНК. Стоит отметить редкость и уникальность полученных данных, а также то, что в поле собирались все возможные материалы, которые редко попадают в руки исследователей, и соискателем был проведен максимально разносторонний анализ. Полученные результаты однозначно показывают дифференциацию питания у косаток различных экотипов. Интересным результатом работы является подтверждение питания плотоядных косаток не только морскими млекопитающими, но и головоногими моллюсками.

Вопросы и замечания к работе:

1. Для машинного обучения были использованы фотографии, которые уже были размечены как принадлежащие к рыбающему или плотоядному экотипу на основе многолетнего опыта и взаимодействия с косатками участниками проекта FEROP. Крайне интересно было бы взять имеющиеся фотографии без отметки о принадлежности к экотипу и попробовать с использованием машинного обучения разделить весь массив на категории, дать ИИ задачу на поиск различий. Проводились ли какие-то подобные работы, и не думали ли Вы сделать что-то похожее в будущем?

2. На стр. 77 написано, что «значимой разницы в индексе ассоциации между экотипами не обнаружено», а на стр. 78 написано «индекс ассоциации между особями у плотоядных косаток показывает несколько более низкое среднее максимальное значение 0,77 (SD = 0,32) по сравнению с рыбающими 0,82 (SD = 0,24)». Что такое «среднее максимальное значение» данного индекса и достоверны ли различия, упоминаемые на стр. 78? Какое значение индекса ассоциации (среднее, или какое-то другое) сравнивалось на стр. 77? Если то же самое – нет ли противоречия между этими двумя предложениями?

3. На стр. 92 сделано следующее заключение «Однако в данном исследовании не был зафиксирован ни один случай, когда одни и те же косатки питались как рыбой, так и морскими млекопитающими». Насколько можно судить по таблице 9, каждая косатка была встречена или обследована только один раз (к сожалению, в разделе материалы и методы этот момент чётко не

прописан). При однократной регистрации животного (особенно при визуальных встречах, которые составляли 55%) в принципе практически невозможно увидеть процесс питания более чем 1 раз, поэтому обсуждать, как вели себя одни и те же косатки, на мой взгляд, неправомерно, и соискателю стоило аккуратнее сформулировать данный вывод.

4. На рисунке 2 вариация седлового пятна «а», судя по подписи к рисунку, принадлежит и рыбающему, и плотоядному экотипу – это так?

5. По тексту работы регулярно используются синонимичные термины. В большей части случаев это позволяет избежать повторения одного и того же слова, однако в некоторых местах затрудняет понимание работы. Так, термины «рыбающие (резидентные, R-типа)» и «плотоядные (транзитные, T-типа)» постоянно чередуются в использовании, даже в разных положениях, выносимых на защиту, фигурируют разные термины. В других частях работы, насколько я поняла, связность сети и связность групп, а также индекс ассоциации и индекс связи Simple Ratio Index – это синонимичные термины, при этом в разделе материалы и методы объясняется один из пары этих терминов, а в результатах и обсуждениях используется уже другой;

6. Существование гаплотипов и их разделение между разными экотипами не описывается в обзоре литературы и впервые обозначения гаплотипов без их объяснения приводится на странице 85. Стоило описать уже существующие генетические исследования косаток в обзоре литературы;

7. Некоторые части методики описаны в разделах результаты и обсуждения (например, в главах 4.1.1.1. и 4.1.2.1);

Замечания носят редакционный характер и не влияют на общую значимость и высокий уровень диссертационного исследования. Задачи, поставленные соискателем, решены, а положения, выносимые на защиту, подтверждены. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.5.12 Зоология (по биологическим наукам), а также критериям, определенным п.п. 2.1-2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М. В.

Ломоносова». Диссертационная работа оформлена согласно требованиям «Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова».

Таким образом, соискатель Исмаил Мохамед Эльсайед Эльсайед Али заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.12 Зоология.

Официальный оппонент:

Кандидат биологических наук,

Старший научный сотрудник лаборатории Поведения и поведенческой экологии млекопитающих

ИПЭЭ РАН

СОЛОВЬЕВА Мария Андреевна

«20» февраля 2025 г.

Тел.: +

e-mail:

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
03.02.04 – Зоология (Биологические науки)

Адрес места работы:

Россия, 119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 33

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН)