

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова  
Российской академии наук (ИПЭЭ РАН)

*На правах рукописи*

**РОЗЕНФЕЛЬД Софья Борисовна**

**ГУСЕОБРАЗНЫЕ СЕВЕРНОЙ ПАЛЕАРКТИКИ: СТРУКТУРА И  
ЧИСЛЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ, МИГРАЦИОННЫЕ ПУТИ, ПРОБЛЕМЫ  
ОХРАНЫ И НЕИСТОЩИТЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Специальность 1.5.20 – Биологические ресурсы

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора биологических наук

Москва – 2025

Работа выполнена в Научно-информационном центре кольцевания птиц Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук

**Официальные оппоненты:**

**Чернецов Никита Севирович**

доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией орнитологии и директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Зоологический институт Российской академии наук» (ЗИН РАН)

**Бёме Ирина Рюриковна**

доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры зоологии позвоночных биологического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ имени М.В. Ломоносова)

**Артемьев Александр Владимирович**

доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории зоологии Института биологии, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук» (КНЦ РАН)

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Хабаровский федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук (ХФИЦ ДВО РАН), г. Хабаровск

Защита состоится \_\_\_\_\_ 2025 г. в \_\_\_\_\_ на заседании диссертационного совета 24.1.109.02. на базе ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН по адресу: 119071, Москва, Ленинский проспект, 33, e-mail: admin@sevin.ru, тел.: +7(495)9527324.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке Отделения биологических наук РАН по адресу: 119071, Москва, Ленинский пр-т, 33, и на сайте ИПЭЭ РАН по адресу [www.sev-in.ru](http://www.sev-in.ru) и на сайте ВАК Минобрнауки РФ по адресу [vak.minobrnauki.gov.ru](http://vak.minobrnauki.gov.ru).

Отзывы на автореферат (в двух экземплярах, заверенных печатью) просим отправлять по адресу: 119071, г. Москва, Ленинский проспект, 33, ИПЭЭ РАН. Ученому секретарю диссертационного совета 24.1.109.02.

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат биологических наук  
Кацман

Елена Александровна

## Общая характеристика работы

**Введение.** Наиболее интересной особенностью лебедей (*Cygnus*), гусей (*Anser*) и казарок (*Branta*) является их облигатная растительность, редко встречающаяся в классе птиц. Вымирание крупных травоядных мамонтовой фауны (Верецагин, 1977; Жегалло и др., 2001; Barnosky et al., 2004; Lyons et al., 2004; Zimov, 2005) сделало экологическую роль гусеобразных определяющей во многих местах Арктики (Madsen et al., 1999). Из всех птиц именно гусеобразные играли и играют важную роль в жизни человека, прежде всего в качестве ценного пищевого ресурса. На протяжении тысячелетий гуси и казарки были объектом промысла, а сезонная охота на гусеобразных порой определяла выживание целых племен и народов. Разумное использование и охрана любого мигрирующего вида птиц должны базироваться на достоверных оценках численности и ряда популяционных параметров (выживаемость, успех размножения), а также знаниях о маршрутах миграций. Однако сведения о пролетных путях, использовании различных местообитаний, численности гусей и казарок в России до сих пор недостаточны и не полностью систематизированы. Для грамотного использования и эффективной охраны необходимо выявить современные тренды численности, определить пролетные пути и границы популяций, провести оценку использования местообитаний и определить среди них ключевые, оценить влияние климатических и антропогенных факторов. Именно на такой базе может быть создана адекватная система мониторинга гусеобразных птиц; предложены новые особо охраняемые природные территории (ООПТ), которые действительно будут отвечать задаче сохранения гусей и казарок. Обычно в нашей стране авиаучеты водоплавающих птиц проводят с использованием крупных летательных аппаратов, таких как АН-2 или МИ-8, что существенно ограничивает возможности наблюдений, определения и учетов птиц и стоит очень дорого. Нами применен биотоп-ориентированный подход к выбору территории и маршрутов учетов. Гуси и казарки в период миграций и линьки образуют большие скопления в местообитаниях, которые должны отвечать целому ряду требований по доступности корма и безопасности. Основные учеты и были сосредоточены именно на таких территориях. Потенциальную пригодность биотопов мы оценивали исходя из литературных данных, данных кольцевания и дистанционного прослеживания и результатов своих наблюдений. Мы исходили из того, что численность и плотность каждого вида в разных типах биотопов будет различаться, и построили метод оценки численности не на экстраполяции числа встреченных птиц на всю территорию административного или географического региона, как делали ранее, а на плотности каждого вида в каждом конкретном местообитании в конкретный период годового цикла. Одним из наиболее эффективных методов сохранения гусеобразных птиц является создание зон покоя дичи в период весенней и осенней охоты и на местах массовой линьки (Baldassarre, Volen, 2006). Наш подход позволяет сразу понять какие типы биотопов важны для сохранения того или иного вида, что значительно упрощает планирование ООПТ или зон ограничения охоты. Для этого был построен и зарегистрирован легкий гидросамолет СТЕРХ С1, специально предназначенный для авиаучетов птиц в Арктике и не имеющий аналогов в мире. С его помощью были получены новые данные о численности и пространственном распределении гусей и казарок, заложена основа многолетнего мониторинга состояния их популяций, а для районов, на которых такие учеты были проведены в 1990-е годы, получены сравнимые данные. На основе оценки единовременной численности ряда видов были выделены ключевые районы. В ходе работ нами обоснован метод построения маршрутов

авиаучетов на основании биотопических предпочтений учитываемых видов; использования геоинформационных систем (ГИС), дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), пространственной модели обилия биологической популяции (GAM) и данных дистанционного прослеживания для интерпретации результатов и экстраполяционной оценки численности; создана база данных результатов авиаучетов (Розенфельд и др. 2017, 2023; Rozenfeld et al. 2019). До настоящего времени мы располагали весьма отрывочными (часто без описания метода) данными оценки численности водоплавающих птиц в немногих регионах России. В некоторых из них, в частности в ЯНАО, нам удалось сравнить данные старых учетов с нашими и показать полную несостоятельность первых: численность большинства видов в реальности оказалась на порядки меньше (Розенфельд и др., 2017). Полученные нами данные хорошо соотносятся с известными для ряда видов оценками численности (Fox, Leafloor, 2018).

**Актуальность.** Большие площади территории и федеративное устройство государства в Российской Федерации требуют периодического совершенствования путей и методов сохранения мигрирующих видов животных. Однако существующая информация для оценки мировой численности гусей и казарок получена в рамках программ международных учетов в странах зимовочного ареала; при этом данные, позволяющие судить о динамике численности именно российских популяций, отсутствуют. Соответственно использование ресурсов гусей и казарок в России является нерациональным, а охотничье и природоохранное законодательство противоречат друг другу. Ведение охоты на водоплавающих: территории, нормы добычи и сроки охоты; определяются регионами без учета характера пролета, численности и биотопического распределения не только редких, но и массовых видов. Действующая система ООПТ в Российской Федерации не обеспечивает решение задач по сохранению мигрирующих водоплавающих птиц, в основном потому, что эти территории ничтожны по площади в масштабе пролетных путей. Отсутствие ежегодных точных данных о путях пролета и динамике численности гусей и казарок делают невозможным грамотное управление их популяциями. Как следствие продолжает возрастать число видов водоплавающих в Красной книге Российской Федерации (2001, 2021).

**Цель работы.** Выявить количественные и пространственные параметры популяций лебедей, гусей и казарок Северной Палеарктики с учетом особенностей их биологии, географии миграционных путей и реакции на антропогенное и климатическое влияние для создания комплексной системы мониторинга, неистощительного использования и охраны гусеобразных птиц в России.

Для выполнения данной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. разработка и эффективное применение метода авиаучетов и мониторинга изучаемых групп гусеобразных Северной Палеарктики, основанного на их биотопических предпочтениях;
2. проведение детального анализа численности и пространственного распределения птиц на основе оригинальной системы получения и обработки данных для корректной экстраполяции материалов авиаучетов на обширных территориях;
3. выявление ключевых территорий, имеющих большое влияние на обеспечение стабильного существования и устойчивое воспроизводство популяций;
4. определение современной картины основных пролетных путей гусеобразных птиц: анализ структуры сложившихся миграционных потоков и выявление закономерностей формирования новых пролетных путей;

5. оценка влияния природных и антропогенных факторов на численность популяций, структуру и динамику ареала; выявление биологических особенностей, предопределяющих реакцию разных видов на это влияние;
6. разработка и представление рекомендаций, направленных на оптимизацию параметров охоты, поддержание и развитие сети ООПТ.

**Научная новизна.** Впервые в России объединены данные кольцевания и дистанционного прослеживания, авиаучетов с легкого гидросамолета, ГИС, математического моделирования и ДЗЗ для планирования мер охраны и неистощительного использования арктических гусей и казарок. Авиаучетами охвачена вся территория Арктического побережья России, ряда островов и материковых районов ЯНАО, НАО, Красноярского края, Якутии и ЧАО. Многие обследованные места до сих пор оставались белыми пятнами на орнитологической карте.

Впервые полученные оценки численности гусеобразных на осеннем пролете можно рассматривать как основу для дальнейшего мониторинга. По результатам авиаучетов и дистанционного прослеживания выявлены ключевые территории гусей и казарок в НАО и ЯНАО, на которых необходимо создание ООПТ с режимом ограничений охоты на водоплавающих птиц, при этом в ЯНАО уже создано 8 зон покоя дичи в период весенней охоты, а в НАО – 4 региональных заказника для сохранения водоплавающих птиц.

Впервые проведены масштабные учеты гусей и казарок в тундровой зоне полуострова Таймыр, где в конце гнездового и в послегнездовой период концентрируется значительная часть российских популяций белолобого гуся (*Anser albifrons*), гуменника (*Anser fabalis*), краснозобой казарки (*Branta ruficollis*) и пискульки (*Anser erythropus*). Открыты новые места линных скоплений.

Впервые получены свидетельства того, что современная численность гусей и казарок, гнездящихся в Арктике и Субарктике, в первую очередь зависит от антропогенных факторов; среди других причин на первом месте адаптивная роль пластичности кормового спектра, обеспечивающей способность к трофическим переключениям, в том числе на питание культурными растениями.

Впервые примененный для природоохранных целей анализ данных кольцевания показал, что лесной гуменник (*Anser fabalis fabalis*) в среднем проживает меньше, чем его тундровый конспецифик (*Anser fabalis rossicus*), испытывая бóльший пресс охоты. Все это указывает на необходимость пересмотра сроков и ограничения весенней охоты, а также принятия дополнительных мер по охране лесного гуменника и, в целом, важности регионального подхода к включению подвидовых таксонов в Красные книги.

**Теоретическая и практическая значимость исследования.** Результаты дистанционного прослеживания и анализа данных кольцевания позволили существенно расширить наши знания о глобальной воздушной карте миграционных путей водоплавающих птиц: фактически открыты 4 новых ветви пролетных путей гусеобразных в Западной Сибири, ведущих в Северную, Западную и Центральную Европу, Африку, Индию, Центральную и Юго-Восточную Азию. Сформулирована гипотеза о механизме формирования новых маршрутов миграций. Показано, что площадь ареала напрямую зависит от численности, новые маршруты миграции возникают при увеличении как общей численности, так и доли выживших молодых птиц, что влечет за собой и расширение гнездовой части ареала. Этому способствуют меры охраны на местах гнездования и зимовок.

Повторение авиаучета 1990-х гг. в тундрах Северо-востока Азии показало, что происходит прогрессирующее снижение численности размножающейся популяции

тихоокеанской черной казарки (*Branta bernicla nigricans*), численность белошея (*Anser canagicus*) в России не растёт, и он по-прежнему нуждается в защите как редкий вид. Значительное увеличение численности малого белого гуся (*Anser caerulescens caerulescens*) на острове Врангеля и иммиграционные потоки с Североамериканского континента в Азию (о чем свидетельствует рост числа зимующих в Японии птиц) создают благоприятные условия для восстановления вида и образования постоянных колоний в материковых тундрах северного побережья Чукотки, но этого не происходит. Популяцию азиатской пiskuльки можно оценить в 24 тыс. особей, независимо от потомства, что противоречит существующим оценкам, основанным на зимних учетах в Китае.

Гипотеза о рассинхронизации фенологических явлений в арктических сообществах и ее отрицательных последствиях для белошеюй казарки (*Branta leucopsis*) не подтверждается.

Полученные результаты проливают свет на тему сохранения ресурсов мигрирующих гусеобразных птиц. Приведены доказательства решающей роли человека в изменении численности и ареалов гусей и казарок – важнейшего звена арктических экосистем; доказана эффективность примененных методов для оценки численности, динамики популяций, а также механизмов образования новых путей миграции. Полученные данные позволят оптимизировать охрану и использование гусей и казарок в масштабах пролетных путей не только в России, но и в других странах ареала. Полученные данные могут быть использованы для научно-обоснованного управления популяциями массовых охотничьих видов гусей и казарок в пределах отдельных административно-территориальных единиц.

В России принята система разработки стратегий сохранения по отдельным особо ценным видам животных. Впервые такая стратегия разработана для целой группы видов в масштабах пролетных путей: стратегия, которая определяет принципы, цели, задачи и основные направления государственной политики и деятельности в области охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного мира, устойчивого управления популяциями гусеобразных птиц и повышение эффективности государственного управления в данной сфере.

**Методология исследований.** Учитывая комплексный характер проводимых исследований и их природоохранный характер, методическая часть разделена на три блока: обоснование «биотоп-ориентированного» подхода, основанного на проектировании маршрутов авиаучетов и анализе полученных данных на базе предварительной оценки пригодности местообитаний для гусей и казарок; анализ данных кольцевания и дистанционного прослеживания для выявления как путей миграций, так и географических границ популяций; анализ соотношения влияния природных (морфология, питание и климат) и антропогенных факторов на динамику численности и ареала гусей и казарок.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Разработанный на основе предпочтений местообитаний «биотоп-ориентированный метод» авиаучетов гусеобразных в России лучше работает для оценки численности, популяционных параметров и определения ключевых мест, чем «метод случайно выбираемых трансект», применяемый ранее.
2. Показано, что динамика численности определяет динамику ареала, растущие в численности популяции гусеобразных не только стремятся расширить ареал, но и

формируют новые миграционные пути и осваивают новые места зимовок. Открыты 4 новых ветви пролетных путей гусеобразных птиц Западной Сибири и п-ова Таймыр. Определены места зимовок гнездовых популяций для каждого арктического региона России.

3. Получены современные данные о статусе нескольких редких и уязвимых таксонов гусеобразных при масштабном обследовании тундр Северо-востока Азии, которые свидетельствуют об определяющем антропогенном воздействии на динамику популяций.
4. Природные факторы, в том числе изменение климата, не оказывают определяющего влияния на динамику численности и ареалов гусей и казарок, гнездящихся в Арктике и Субарктике. Современная численность и ареалы этой группы птиц в первую очередь зависят от антропогенных факторов (охота и браконьерство, сельское хозяйство).
5. На основании новых данных и подходов разработана методика мониторинга состояния популяций гусеобразных в ряде регионов российской Арктики, а также проект Стратегии, которая определяет принципы, цели, задачи и основные направления государственной политики и деятельности в области охраны и устойчивого управления популяциями гусеобразных птиц.

**Апробация работы и публикации.** Основные результаты и теоретические положения, изложенные в диссертации, были опубликованы в монографиях (2), коллективной монографии (1), главах в монографии (7), 59 статьях (в том числе 35 в изданиях из списка ВАК) и 16 тезисных сообщениях по материалам докладов. Результаты диссертационной работы включены в 56 отчетов о научно-исследовательской работе (НИР). Основные результаты были представлены на 32-х международных и российских научно-практических конференциях, восьми международных симпозиумах, доложены на более, чем 50 совещаниях и круглых столах. По результатам работ было создано 8 ООПТ в ЯНАО и 4 ООПТ в НАО. Материалы работы обсуждались на коллоквиумах ИПЭЭ РАН.

**Личный вклад автора** составляет около 80%. Автором выполнены все полевые исследования, включая их организацию и планирование, исследование питания, проведен анализ литературных источников, поставлены цель и задачи работы, сформулированы положения и выводы, проведен основной анализ данных, сделана интерпретация результатов, написаны публикации (в том числе в соавторстве). Роль коллег, участвующих в обработке и анализе полученных данных, описана в разделе «Благодарности».

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из Введения, раздела «Материал и методы», восьми глав, выводов, списка литературы, содержащего 391 наименование (из них 204 на иностранных языках), основных работ по теме диссертации. Диссертация изложена на 242 страницах, содержит 70 рисунков и 29 таблиц.

**Благодарности.** ГИС выполнены Н.В. Роговой. Моделирование и помощь в статистической обработке данных – М.Ю. Соловьев. База данных администрируется Н.В. Мелиховой. Данные кольцевания обработаны совместно с И.Н. Пановым. Определение птиц по фотографиям частично выполнено В.В. Даниловой.

Строительство и пилотирование гидросамолета выполнено Г.В. Киртаевым. Помощь в статистической обработке данных по питанию – И.С. Шереметьев. Предоставление данных спутникового прослеживания пiskuльки и помощь в обработке данных учетов 1990-х гг. – Д.В. Соловьева и Д.А. Барыкина. Кроме упомянутых выше членов команды, огромную благодарность выражаю Е.Е. Сыроечковскому (старшему), Е.Е. Сыроечковскому (младшему), Е.В. Сыроечковскому, Э.В. Рогачевой. А также всем тем, кто оказывал нам логистическую и моральную поддержку в экспедициях, охвативших все арктическое побережье России (и даже больше), и всем моим спутникам в экспедициях. Благодарю коллектив Центра кольцевания птиц ИПЭЭ РАН. За моральную и организационную поддержку отдельно благодарю Б.И. Розенфельда. Работа выполнена при финансовой и логистической поддержке Ассоциации РГГ, Правительств Ненецкого, Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов и Республики Саха (Якутия), АНО «Общество дикой природы», НП «Онежское поморье», ПАО «НК «Роснефть», ФГБУ «Объединенная дирекция заповедников Таймыра», ФГБУ ГПЗ «Верхне-Тазовский», ФГБУ НП «Гыданский», ФГБУ ГПЗ «Корякский», ФГБУ ГПЗ «Медвежьи острова», НП «Кыталык», ФГБУ ГПЗ «Усть-Ленский», НЦ «Ямал-Арктика», Российского центра освоения Арктики, ЭЦ ПОРА, ООО «Фрэком», ООО «Ханавэй», заказника «Плейстоценовый парк», ИБПС ДВО РАН, а также в рамках грантов международных проектов AEWA, LIFE (NAT/BG00847), Wetlands International, US FWS, Исследовательского центра по экологическим наукам Китайской академии наук, программы «Foster a goose» (Япония), Центра кольцевания птиц Бельгии и др.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### Авиаучеты

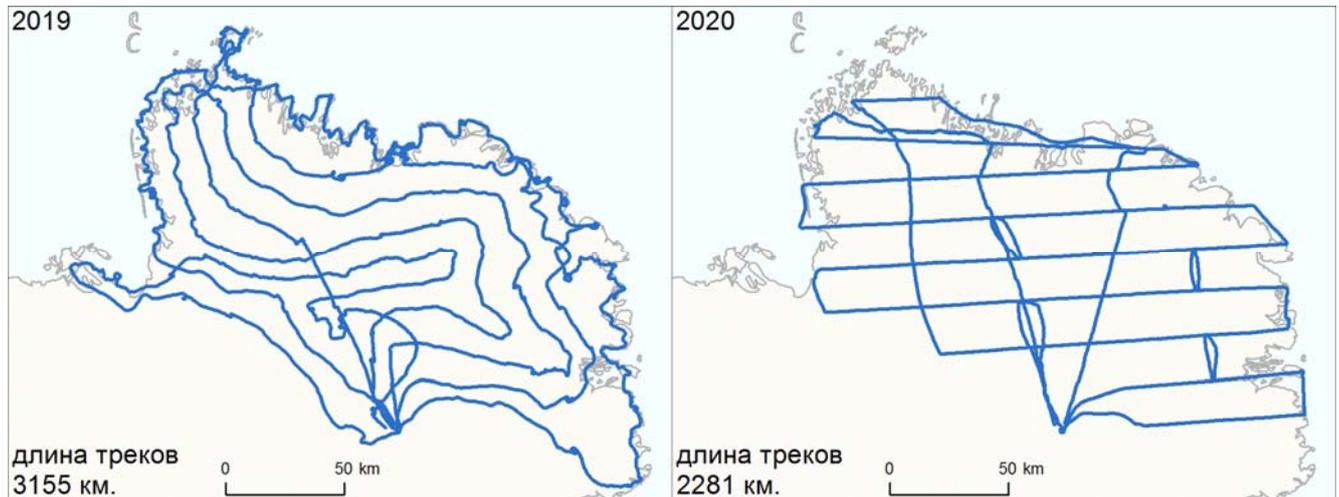
Длина маршрутных учетов составила 210000 км, территория экстраполяции составила 1312800 км<sup>2</sup>. Проанализировано более 200 тысяч снимков. Был разработан и опробован «метод биотоп-ориентированных учетных маршрутов». Его выбор в отличие от «метода случайно выбираемых трансект», применяющийся при авиаобследовании североамериканских территорий (Поярков и др., 2000; Bowman, 2014), определяется особенностями условий работы в России: обширными труднодоступными территориями, необходимостью завоза топлива в районы Арктики зимой, отсутствием в районах работ соответствующих целям исследования летательных аппаратов и, как следствие, возможностью проведения учетов единственной командой из двух человек. Помимо этого, в Российской Арктике значительная часть трансект пролегла бы над «пустыми» территориями. Поэтому был применен метод, предполагающий предварительную оценку пригодности местообитаний для гусей и казарок. Учетные маршруты закладывали на выбранных заранее по топографическим картам и данным дистанционного зондирования (Landsat 8 и Sentinel-2) участках с потенциально пригодными для гусеобразных биотопами. Протяженность маршрутов и интервалы между ними варьировали в зависимости от местоположения и площади участка, который предполагалось обследовать (Розенфельд и др., 2017; Розенфельд и др., 2023).

### *Различия в качестве данных, полученных методом биотоп-ориентированных учетных маршрутов и методом случайно выбираемых трансект на примере дельты Лены (Якутия)*

Полевое обследование дельты Лены методом определения учетных маршрутов с использованием карты местообитаний проведено летом 2019 г. В 2020 г. территория

дельты Лены была обследована методом случайно выбираемых трансект, точно повторяющих маршруты обследования 1990-х гг. (Поярков и др., 2000).

В результате сравнения полученных данных мы можем констатировать, что метод случайно выбираемых трансект не только не позволяет провести полноценные учеты, но и приводит к пропускам видов, населяющих дельту, а также больших колоний гусеобразных птиц (рис. 1, табл. 1). Результаты учетов 2020 гг. показали, что при использовании метода случайно выбираемых трансект число обнаруженных видов меньше, а их численность существенно ниже, чем в реальности.



**Рис. 1.** Маршруты авиаобследования дельты Лены методом биотоп-ориентированных учетных маршрутов (2019) и методом случайно выбираемых трансект (2020).

**Таблица 1.** Полученные данные для оценки численности некоторых подвидов гусей и казарок в результате применения двух методов авиаучета в дельте Лены в 2019 и 2020 гг.

Вид	2019 г. (метод биотоп-ориентированных учетных маршрутов)	2020 г. (метод случайно выбираемых трансект)
Пискулька	263 (включая выводки)	0
Тихоокеанская черная казарка	1689 (включая выводки)	43 (без выводков)
Восточный тундровый гуменник ( <i>Anser fabalis serratirostris</i> )	4378 (включая выводки)	500 (без выводков)

С 2016 г. учеты (в период 2010-2015 гг. использовали самолет А-27) проводили на гидросамолете СТЕРХ С1 с двухпорным поплавковым шасси (рис. 2) на территории российского побережья Арктики и ряда ее островов, а также в материковой части НАО, ЯНАО, Красноярского края, Якутии и Чукотки (рис. 3).

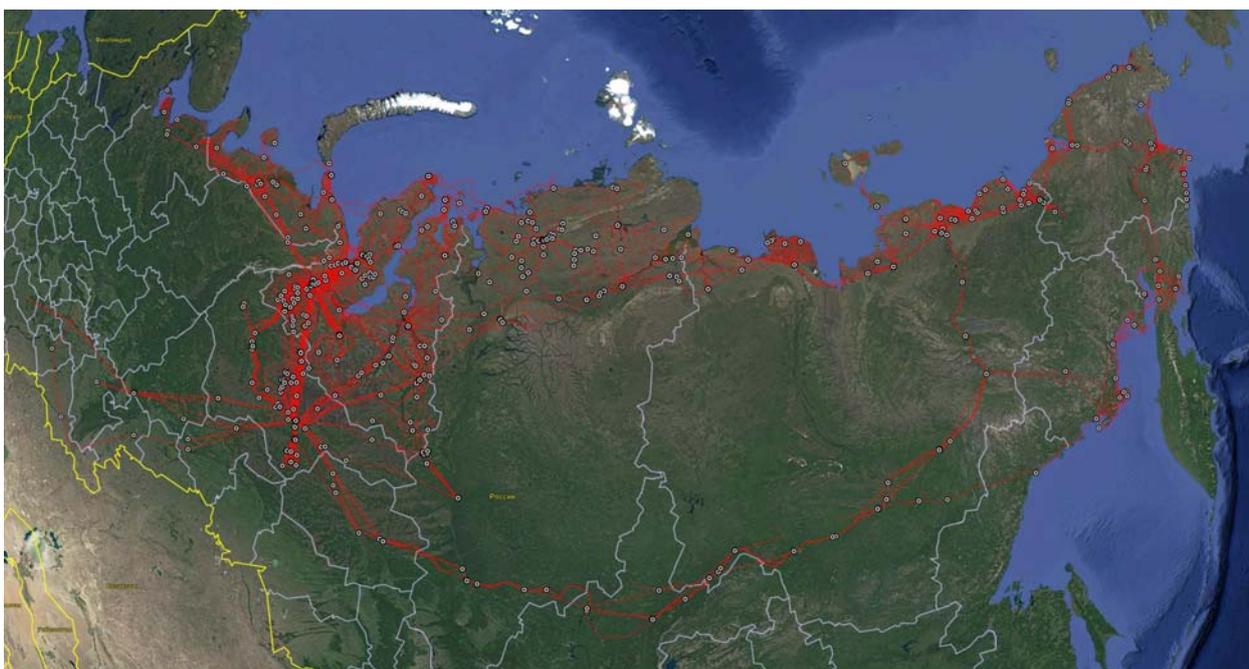
#### *Определение сроков авиаучетов с применением телеметрии*

В период миграции авиаучеты начинали после того, как получали информацию о начале перемещения трех видов птиц, помеченных передатчиками (всего 149) в рамках разных проектов (BeBirds, Movebank, Ecotone, Druid). Авиаобследование летних

территорий также корректировали данными телеметрии. Так, например, если сигнал от птицы в период гнездования поступал из неизвестного ранее места, его обследовали. Это позволило нанести на карту неизвестные ранее места гнездования, линьки и миграционных остановок птиц.



**Рис. 2.** Самолет СТЕРХ С1, специально созданный для авиаучетов водоплавающих и околоводных птиц.



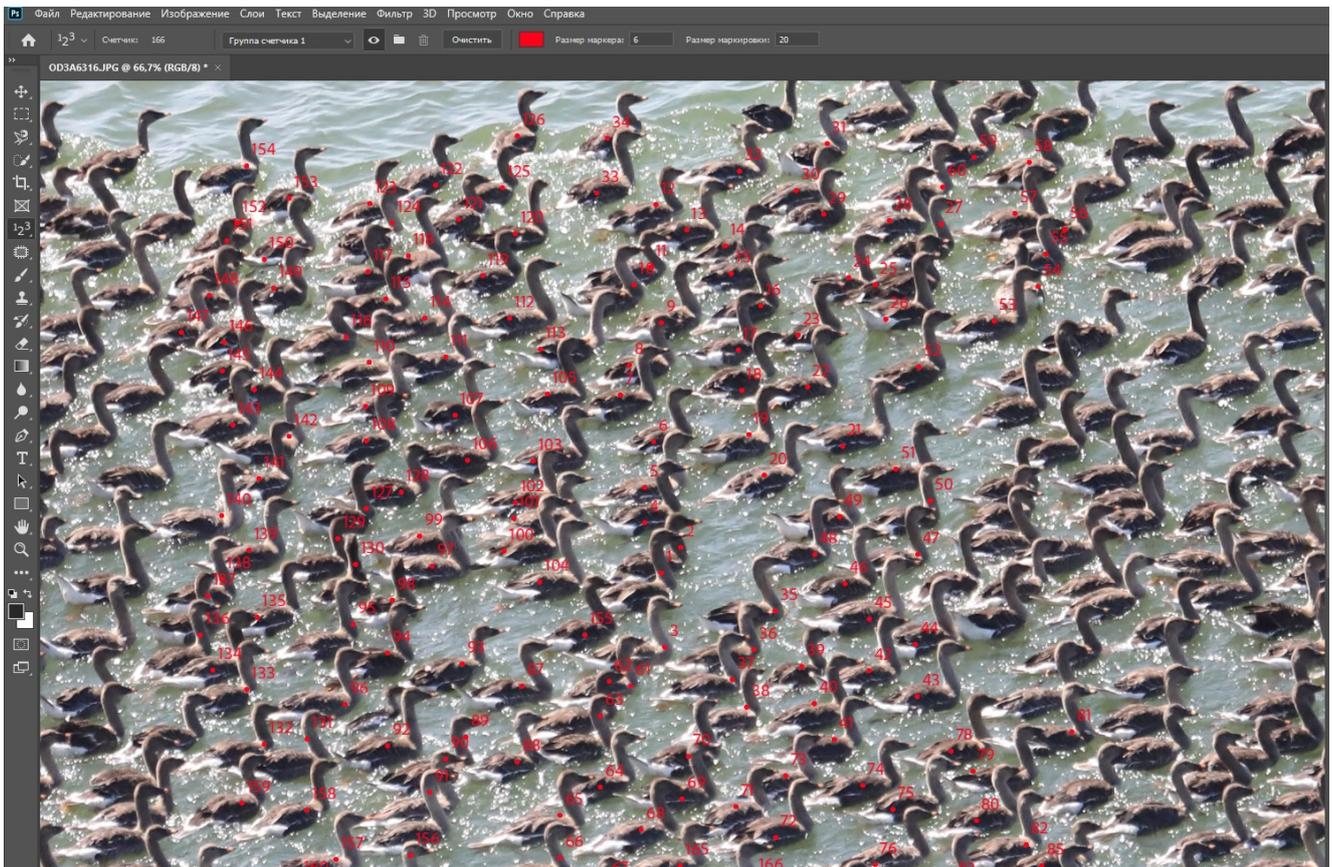
**Рис. 3.** Маршруты авиаучетов 2012-2024 гг. Кружками показаны точки посадок.

Сроки учетов в гнездовой период были спланированы в соответствии со сроками выплывания птенцов и линьки взрослых птиц. Адекватный учет в более ранние даты осложнен трудностями с обнаружением сидящих на гнездах птиц. В более поздние сроки часть перелинявших птиц уже приобретает способность к полету и может совершать предмиграционные кочевки. Сроки авиаучетов и график маршрутов определяли, исходя из погодных условий, используя данные сайта <https://www.windy.com/>, маршруты учетов прокладывали, используя мировую карту погоды и ветра (<http://earth.nullschool.net/#current/wind/isobaric/1000hPa/orthographic>).

### *Проектирование учетных маршрутов*

На выбранных заранее по топографическим картам и снимкам Landsat участках с потенциально пригодными биотопами закладывали учетные маршруты. Длина маршрутов и интервал между ними варьировали в зависимости от местоположения и площади участка, который предполагалось обследовать. Трек полета записывали с помощью GPS Garmin. Во время учета скорость движения самолета составляла 70–120 км/час, а высота полета – 15-100 м. Учет птиц в скоплениях проводили в полосе 800 м с каждого борта самолета; учет гнездовых пар – в полосе 400 м. Фотоидентификацию и картирование птиц, а также антропогенных объектов проводили с помощью фотокамеры Canon 700 D (для географической привязки фотографий время на фотоаппарате и GPS навигаторе было синхронизировано, а далее фотографии привязывали к точкам трека в свободно распространяемой программе GEOSSETTER) или Canon MARK IV со встроенным GPS. Для определения видов птиц и расчета их долей в стае, мы, подлетая к ней, снижали высоту до 15–20 м для фотографирования (использовали объектив Canon 77 (100-400 мм)) или наблюдения в бинокль (использовали модель Swarovski 10x42). Всего проанализировано более 200 000 фотографий. Фотография была привязана как к координате с точностью до 0001 градуса, так и к моменту времени с точностью до 1 секунды. Подсчет числа птиц и доли видов в скоплениях осуществляли путем непосредственного подсчета птиц на фотоснимках (рис. 4).

При подсчете использовали растровую решетку, делящую фотографии на квадраты. Для исключения завышения числа птиц участки перекрывания на фотографиях определяли с помощью программы Adobe Photoshop CS4 (11.0.2 - 21.1.3) Детальные описания процедур учета и обработки данных опубликованы нами ранее (Розенфельд и др., 2017; 2019). В 2020-2021 гг. методика авиаучета вдоль субмеридиональных или перпендикулярных морской береговой линии трансект в Якутии и на Чукотке имела незначительные отличия от более ранней, описанной подробно (Поляков и др. 2000). Координаты трансект по материалам учетов 1990-х гг. были получены нами от сотрудников Службы Рыбы и Дичи США (Аляска) перед началом учета. Сроки проведения авиаучетов в значительной степени совпадали. Существенным отличием учета 2021 г. явилось использование фотографирования птиц вместо записи на диктофон, фотографирование велось с обоих бортов. Данные для ГИС представлены в формате шейп-файлов в конической системе координат Asia\_North\_Albers\_Equal\_Area\_Conic. Система включала в себя следующие слои: векторный слой карты мира, маршруты авиаучетов 2020 и 2021 гг., и полигоны учетов 1993-1995 гг., эта же система позволяла подсчитать дистанции учета. Оценка численности для каждой области была проведена для площади экстраполяции, приведенной в учете 1990-х гг. (Поляков и др., 2000).



**Рис. 4.** Фото стаи линных гуменников, использованное для подсчета птиц в программе Photoshop.

#### *Определение птиц на фотографиях*

Кроме общего облика использовали следующие критерии: соотношение длины головы к длине клюва, цвет и форма клюва, форма головы, длина шеи. Использование в качестве определяющего признака именно пропорций (а не только и не столько размера) тела позволяет уверенно различать такие виды, как белолобый гусь и пискулька, а также разные подвиды гуменников. Фотосъемка при авиаучете не всегда позволяет надежно определить птиц. Поэтому в отдельную категорию выносили особей как «не определенных до вида». В ряде случаев при оценке численности для конкретной территории мы использовали процент соотношения неидентифицированных и идентифицированных птиц.

#### *Создание карт местообитаний*

Карты местообитаний играют ключевую роль в планировании маршрутов авиаучетов и необходимы для применения разработанной методики. В настоящее время достаточно широкое распространение получило создание растровых тематических карт на основе прямого дешифрирования материалов ДЗЗ. Однако большинство подобных разработок сделаны либо на основе ДЗЗ низкого разрешения (в основном мультиспектральной съемки MODIS – 1000 м пиксел (Raynolds и др., 2019)), либо на ограниченные по площади участки, либо направлены на выявление какого-либо одного экологически узкого биотопа (Поспелов, 2005). Наша задача состояла в создании растровой карты типов местообитаний гусеобразных птиц на беспрецедентно большие районы: весь Таймырский полуостров к северу от северной границы леса; вся территория ЯНАО и НАО. Поскольку мы рассматривали не только гнездовые местообитания, но и местообитания другого статуса пребывания (районы линных

скоплений птиц и их миграционных остановок), предполагался также охват внутриматериковых и прибрежных морских акваторий. Естественно, что по спектральным характеристикам территория очень изменчива, однако использование автоматических алгоритмов классификаций для крупных арктических районов на уровне ДЗЗ высокого разрешения практически не отработано. Анализ спутниковых изображений (Landsat 8 и Sentinel-2) и выделение классов проводили методами визуального и автоматического дешифрирования методом нейронных сетей с обучением в программе ScanEx IMAGE Processor. Дополнительную обработку, подсчет площадей делали в программе QGIS. Для количественной характеристики местообитаний были использованы данные по рельефу в районе исследований, полученные из проекта ArcticDEM (<https://www.pgc.umn.edu/data/arcticdem/>). Цифровая модель рельефа (ЦМР) доступна с максимальным горизонтальным и вертикальным разрешением 2 м, однако, использование такого разрешения для огромной территории, во-первых, создает трудноразрешимые вычислительные проблемы, а во-вторых, не имеет смысла, поскольку при скорости движения самолета (в среднем) 100 км/час координаты встреченных птиц с такой точностью определить невозможно. Поэтому мы использовали вариант ЦМР с горизонтальным разрешением 100 м. (Circumpolar Arctic Vegetation Map (CAVM); Raynolds et al., 2019). Использовали также цифровую модель местности (ArcticDEM). Высоты в рамках проекта ArcticDEM даны относительно эллипсоида WGS84, поэтому мы привели их к уровню моря путем вычитания значений поверхности геоида модели egm2008. Далее для ячеек области экстраполяции и сегментов полосы учета в программе QGIS 3.12 были рассчитаны средние, минимальные и максимальные значения высоты, уклона, экспозиции склона и индекса пересеченности. Для первичной классификации биотопов была использована ландшафтная карта СССР (1980 г., масштаб 2500000). Дополнительно учитывали тип местообитания, удаленность от берега моря и ключевых для водоплавающих местообитаний, количество водоемов, направление основных миграционных путей. Например, тундры были разделены на несколько классов на основе количества водоемов.

#### *Экстраполяция численности*

Пространственное распределение гусей и казарок обусловлено биотопическими предпочтениями разных видов, т.е. требованиями к определенным условиям гнездовых местообитаний, выводковых стаций, мест линьки, миграционных остановок, особенностями рациона и кормодобывания и т.д. Этот факт кажется совершенно очевидным, однако игнорировался многими исследователями прошлых лет при экстраполяционных оценках численности животных. Наша методика, которую можно назвать биотоп-ориентированной экстраполяцией, учитывает целый ряд факторов, на которых могут быть основаны предпочтения разных видов при выборе местообитаний. Даже близкие виды проявляют разные предпочтения по отношению к выровненности рельефа, степени обводненности, характеристикам растительного покрова. Такой подход способствует более адекватной общей оценке и предоставляет возможность прогнозирования обилия и плотности птиц в разных частях ареала. Экстраполяцию проводили методом статистического моделирования, который позволяет рассчитать численность животных на необследованных территориях, используя в качестве независимых переменных как качественные (например, тип местообитания), так и количественные (например, высота над уровнем моря) данные. Моделирование позволяет отказаться от широко распространенного при авиаучетах подхода, основанного на предварительном выделении трансект (Соловьев и др., 2017). Для всех

видов наилучшее качество экстраполяции достигалось при использовании в качестве независимых переменных как типа местообитания, так и параметров рельефа. О качестве экстраполяции можно судить по таким показателям, как стандартная ошибка (SE), коэффициент вариации (CV), доверительный интервал оценки численности, в который она попадает с вероятностью 95 % (ACI), и доля общей изменчивости, которую объясняет модель (DE). Для экстраполяции численности птиц использовали метод моделирования поверхности плотности (Miller et al., 2013). Это пространственная модель обилия биологической популяции, основанная на использовании обобщенных аддитивных моделей (GAM). Например, при учетах птиц в скоплениях ширина полосы составляла 1,6 км, что определило вариант анализа с постоянной шириной учетной полосы. Метод требует разбиения полосы учета на последовательные сегменты, и мы использовали сегменты длиной 1,6 км, площадь которых, соответственно, равнялась 2,56 км<sup>2</sup>. Район для экстраполяции также разбивали на ячейки площадью 2,56 км<sup>2</sup>. Для моделирования в качестве независимых переменных использовали координаты центроида (для учета пространственной автокорреляции), тип местообитания и количественные характеристики рельефа в пределах сегмента учетной полосы и ячейки области экстраполяции. В обобщенной аддитивной модели число птиц в каждом сегменте моделируется как сумма функций сглаживания независимых переменных. Для расчета стандартной ошибки и доверительных интервалов оценки численности использовали теорию GAM для расчета неопределенности. Вычисления были выполнены в пакете dsm 2.2.17 (Miller et al., 2013, 2019) статистического языка R 3.5.3 (R Core Team, 2013-2019). Расчеты, требующие использования географических операторов, проводили в ГИС Manifold System 8.0 и Manifold System 9.0; прочую обработку данных осуществляли в системе управления базами данных (СУБД) Paradox 11.0.

#### *База данных по результатам авиаучетов гусеобразных птиц России*

Для аккумуляции, наглядного отображения и последующего анализа результатов авиаучетов гусеобразных птиц впервые в России разработан и создан сайт «База данных по результатам авиаучетов и дистанционного прослеживания гусеобразных птиц России». Структура сайта представляет собой реляционную базу данных, сервер приложений и веб-клиент. База данных реализована с использованием системы управления базами данных (СУБД) PostgreSQL. Имеющиеся данные авиаучетов, хранящиеся в формате Excel, трансформированы в форму SQL-запросов и импортированы в базу данных. Функционал и дизайн веб-клиента реализованы на языке программирования JavaScript. Созданный сайт «База данных по результатам авиаучетов и дистанционного прослеживания гусеобразных птиц России» выложен на постоянный хостинг (hostland.ru). Для доступа к сайту зарегистрировано доменное имя **<http://rggsurveys.ru/>**. На платформе Node.js реализован сервер приложений, осуществляющий взаимодействие базы данных и веб-клиента. Основным функционалом веб-клиента является отображение на динамической карте GPS-точек встреч видов, а также табличное отображение этих точек с возможностью центрирования точки на карте при выделении соответствующей табличной строки. В качестве подложки для карт использованы Яндекс.Карты. Реализованы возможности: 1) отдельного отображения взрослых птиц, птенцов, гнезд, гнездовых колоний, сопутствующих данных учетов (не гусеобразные птицы, млекопитающие), факторов беспокойства (населенные пункты, лодки, охотники и т.д.); 2) фильтрации данных по конкретной территории, периоду учетов, по видам и по субъектам Российской Федерации; 3) выгрузки всех или отфильтрованных данных в формате Excel.

Существует возможность фильтрации данных (основных учетов, сопутствующих учетов и факторов беспокойства) путем отрисовки на карте произвольного контура; англоязычная версия сайта; страница для добавления новых данных в базу данных из

Excel файла. Функционал страницы включает в себя механизм проверки исходных данных на дубликаты и соответствие типов данных, предварительный просмотр загружаемых данных на карте и в табличном виде с возможностью отмены загрузки, окончательную загрузку новых данных в базу.

#### **Анализ данных дистанционного прослеживания**

Логгеры GPS-GSM (всего 149) были использованы для птиц четырех видов (гуменник, малый лебедь (*Cygnus bewickii*), белолобый гусь и краснозобая казарка). Информация о нахождении каждой меченой птицы передавалась каждые 3-4 ч. с точностью 5–20 м. Данные получали в проектах Ecotone, Ornitela и Druid. При обработке данных использовали программы Microsoft Office Excel и Google Earth Pro. В общий маршрут миграции включали только активную миграцию и не учитывали локальные перемещения. Статистическая обработка проводилась в программе Statistica 8.0 (StatSoft, Inc., 2007).

#### **Анализ данных кольцевания**

Проанализировано 4233 возврата колец от 31 вида. Возвраты условно делили на прямые (между моментами кольцевания и встречи прошло не более одного полного периода миграций) и непрямые. Если, согласно местоположению второй встречи, птица не приступила к миграции или находится в самом начале миграционного пути, считали, что период миграции еще не пройден. При этом если птица была найдена осенью в отдаленном регионе зимовок, считали, что она завершила осеннюю миграцию. Для сравнения рядов дожития и дат применяли тест Манна-Уитни, для сравнения долей – критерий  $\chi^2$  Пирсона. Использовали статистическую программу Past 3.0. Для оценки различий в распределении находок применяли тест Мардиа (Mardia, 1967; Batchelet, 1972), процедура вычисления с усреднением совпадающих рангов (Robson, 1968), которая, в том числе, определяет средние координаты совокупности точек в формате градусы-минуты. Программа написана James E. Hines и С.П. Харитоновым. Картографическую обработку данных проводили в программе Mapinfo Professional 12.5. Для анализа пространственного распределения находок составлены карты возвратов колец.

#### **Анализ питания**

Применен метод копрологического кутикулярного анализа (Owen, 1975; Розенфельд, 2009; 2011). Для лабораторного анализа методом микроскопирования брались образцы помета, которые сохраняли в 5 % растворе глицерина и предварительно тщательно перемешивали. Из такой пробы получалось 5 препаратов на стеклах 22x50 мм. Через каждые 5 мм стекло делили 4-мя трансектами, что давало 200 рассматриваемых точек. Из них около 100 попадали на фрагмент растения, т. е. получалось 100 записей. Если 100 фрагментов не набирали, готовили следующий препарат. Анализ продолжали до тех пор, пока в пробе не переставали появляться новые виды растений. Всего проанализировано более 1000 проб от восьми видов гусей и казарок.

#### **Оценка антропогенного влияния на численность и ареалы**

Мы предположили, что незначительная роль адаптивных способностей в динамичной среде обитания арктических гусей и казарок, в том числе, и связанных с питанием, должна показывать высокую степень антропогенного влияния на популяции

и необходимость природоохранных усилий и/или специального управления популяциями. Если роль адаптивных способностей значительна, то изменения ареалов и численности имеют скорее естественные причины, а охранные меры могут иметь только локальный эффект. Оценен вклад следующих характеристик: тип питания, масса тела, длина тела, соотношение длины головы к длине клюва (индекс клюва), способность гнездиться колониями, типы гнездовых местообитаний, привязанность к морскому побережью, продолжительность периода гнездования, продолжительность периода подъема на крыло, число видов корма и доля кормов животного происхождения в разные периоды онтогенеза, продолжительность перехода птенцов на кормовой спектр взрослых птиц. Количественная оценка связи между всеми характеристиками выполнена с помощью непараметрического корреляционного анализа (коэффициент Спирмена, SR). Все расчеты произведены с использованием Statistica 10 (2011).

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1. Оценка пространственно-биотопического распределения гусей и казарок в период миграций

Для обоснования создания охраняемых территорий необходимы не только знания по численности и динамике популяций гусеобразных, но также выявление ключевых участков остановок охотничьих и редких видов в период миграций. На огромных труднодоступных пространствах единственным возможным способом получения таких данных является обследование территории с помощью малой авиации. Нами проведено осеннее обследование территории Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), Ханты-Мансийского автономного округа-Югры (ХМАО-Югры) и Ненецкого автономного округа (НАО). Получены оценки единовременной численности и выделены ключевые места миграционных остановок. В главе обсуждается оценка пространственно-биотопического распределения в период осеннего пролета в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО), Ненецком автономном округе (НАО) и Ханты-Мансийском автономном округе-Югре (ХМАО-Югре).

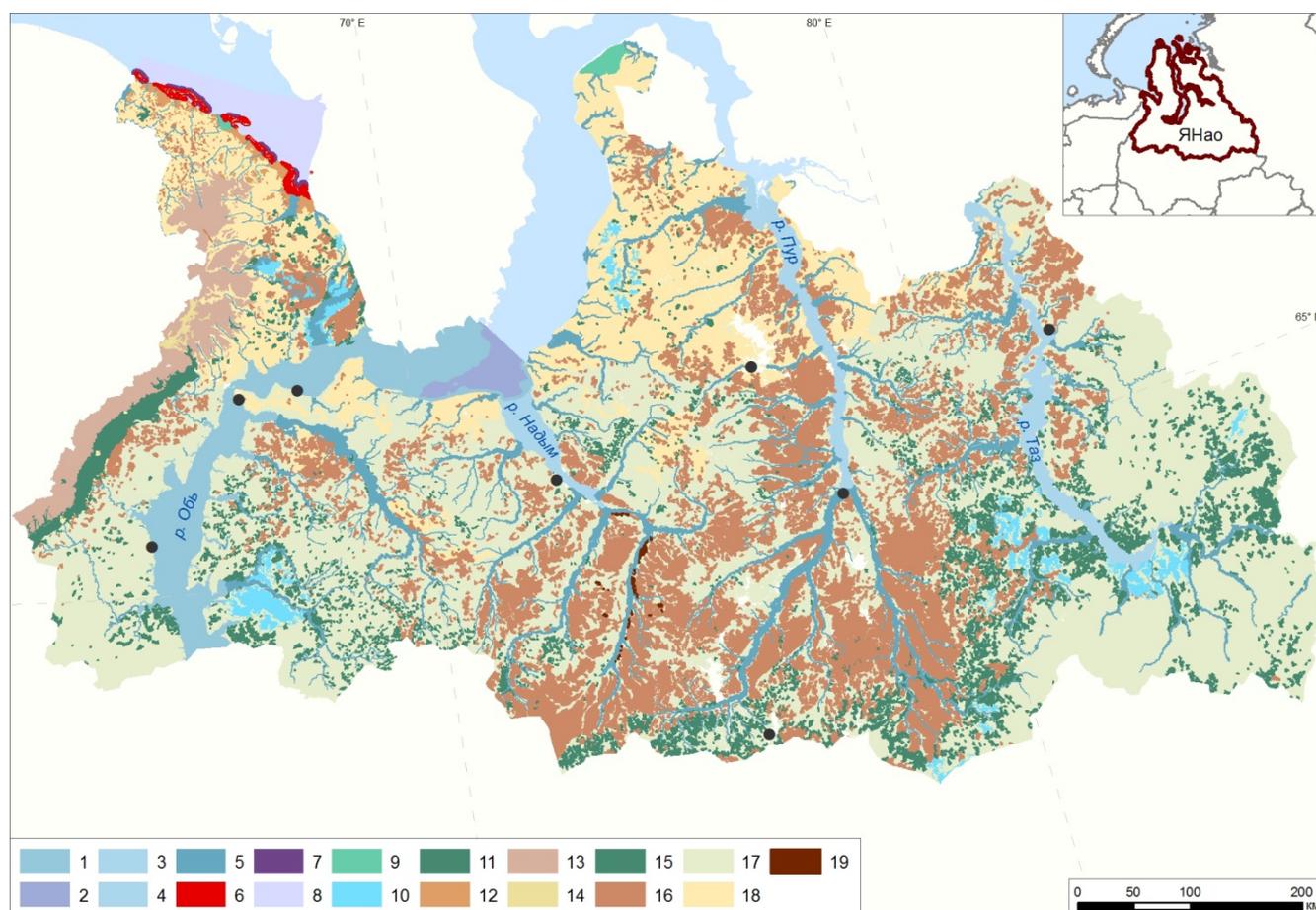
Данные по общему числу зарегистрированных нами птиц и их оценочная численность представлены в таблице 2.

**Таблица 2.** Оценка численности (особей) гусей и казарок после сезона размножения в период осенней миграции.

Вид	Учтенная численность		Экстраполяционная численность		Численность на зимовках (по Fox, Leafloor, 2018)
	ЯНАО	НАО	ЯНАО	НАО	
Западный тундровый гуменник	8677	39828	50640	472450	600000
Белолобый гусь	16697	126220	147550	207490	478000
Пискулька	3655	1547	25900	19360	30000
Белощекая казарка	-	103180	-	1293300	1200000
Краснозобая казарка	5552	-	23570	-	50000-100000
Черная казарка ( <i>Branta bernicla bernicla</i> )	5465	20732	15520	115000	211000

Хотя фактически все обследованное пространство используется мигрирующими водоплавающими птицами, могут быть выявлены определенные места, где их численность особенно высока и где предпочитают останавливаться редкие виды гусеобразных (Розенфельд, 2014). При определении таких участков мы руководствовались следующими критериями: общая численность водоплавающих, видовое разнообразие (число видов), наличие миграционных стоянок, наличие редких видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации или Красную книгу округа (Розенфельд и др., 2021).

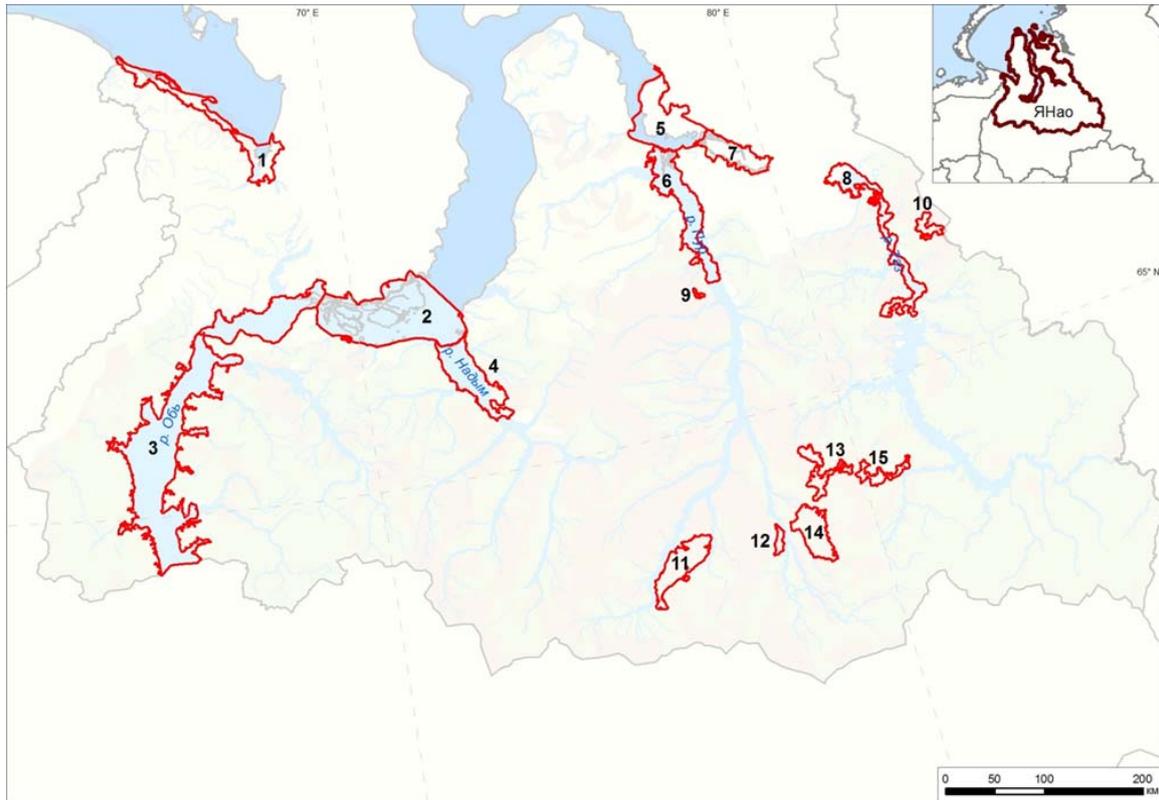
Протяженность маршрутов авиаучетов в ЯНАО и ХМАО-Югре составила 18485 км. Выделено 19 типов местообитаний (биотопов). Общая площадь авиаучета составила 300 080 км<sup>2</sup>. Карта основных биотопов была создана путем дешифрирования свободно распространяемых космических снимков Landsat (рис. 5). Мы выделили 15 ключевых мест (рис. 6), и в восьми из них были созданы зоны покоя с ограничением охоты на водоплавающую дичь в период весенней охоты.



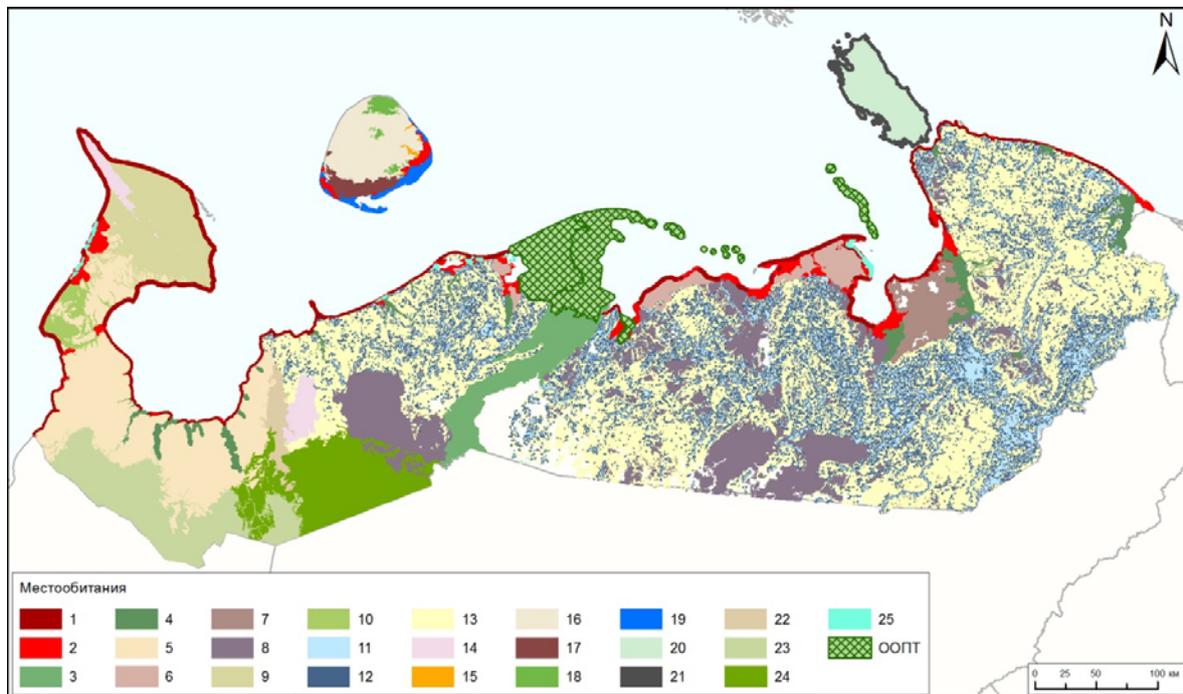
**Рис. 5.** Карта местообитаний, на площадь которых проводилась экстраполяция численности птиц в ЯНАО.

На настоящий момент полевое обследование столь обширной территории НАО в крайне сжатые сроки остается для России уникальным. Общая площадь визуально обследованной территории (общая протяженность маршрутов – 9341 км) – 7360 км<sup>2</sup>. Выделено 25 типов местообитаний (биотопов) (рис. 7). Общая площадь территории, на которую были проведены экстраполяция, дешифрирование космических снимков и создание ГИС – 171032 км<sup>2</sup>. На территории НАО, были выявлены 19 ключевых мест,

наиболее важных для водоплавающих птиц в период миграций (рис. 8). На четырех из этих территорий были созданы ООПТ с режимом запрета охоты на водоплавающих, однако большая часть ключевых мест пока не охраняется.

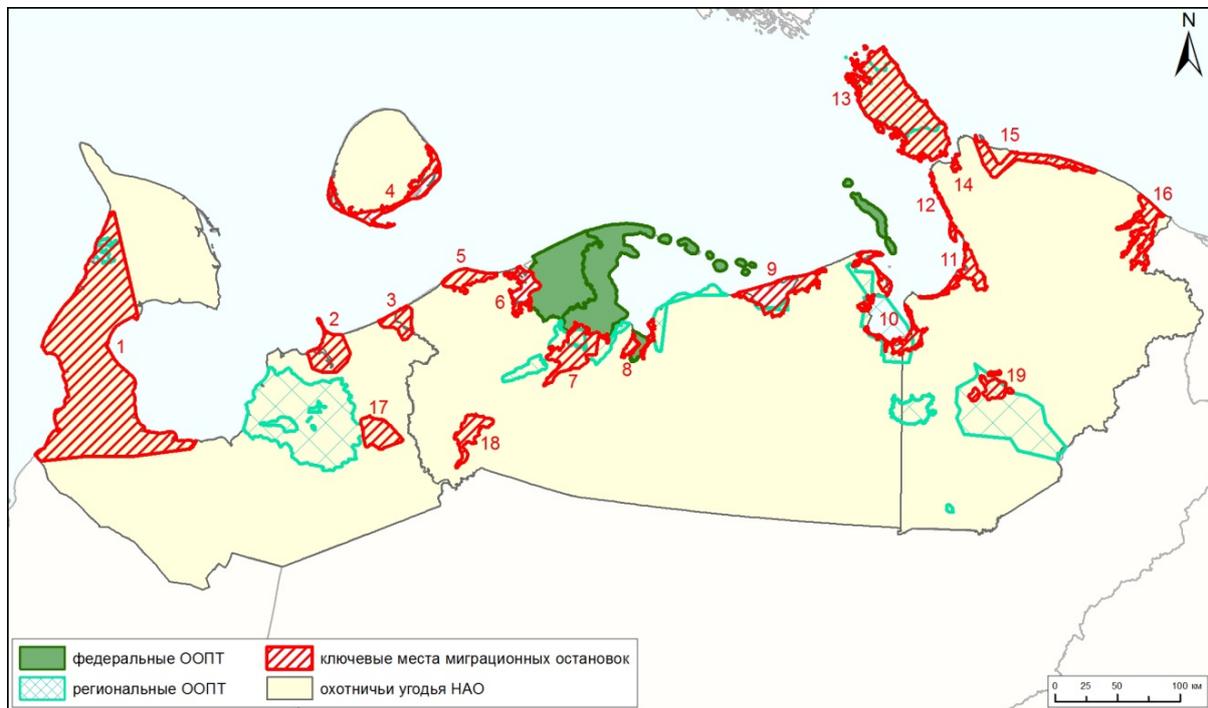


**Рис. 6.** Ключевые места водоплавающих птиц на осеннем пролете в ЯНАО.

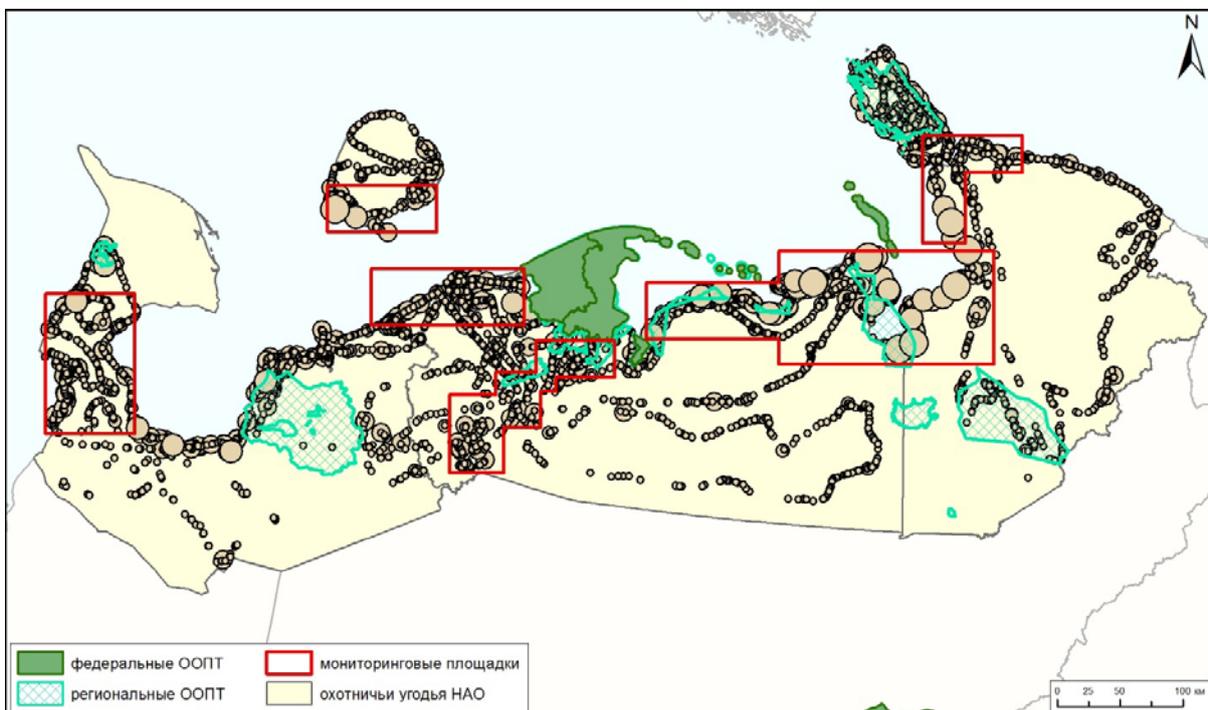


**Рис. 7.** Карта местообитаний, на площадь которых проводилась экстраполяция численности водоплавающих птиц в период осеннего пролета в ЯНАО.

Для получения рядов данных, необходимых для оценки динамики и трендов численности водоплавающих птиц в НАО, нужен долговременный мониторинг. Мы предлагаем проводить регулярные авиаучеты не на всей территории округа, а на шести площадках мониторинга (Розенфельд и др., 2021), что может существенно сократить временные и финансовые затраты (рис. 9).



**Рис. 8.** Ключевые участки водоплавающих птиц на осеннем пролете в НАО.



**Рис. 9.** Предлагаемые площадки долговременного мониторинга водоплавающих птиц в НАО в период осенней миграции. Кружки – места регистрации птиц в период осенней миграции (размер кружка зависит от учтенной численности).

## Глава 2. Опыт оценки численности и распределения гусей и казарок методом авиаучета в летний период на полуострове Таймыр

В главе обсуждаются подходы к оценке численности четырех видов арктических гусей и казарок в период летнего пребывания в тундровой зоне п-ова Таймыр методом авиаучетов и моделирования. В последние годы были предприняты попытки статистического моделирования распространения гусей в Российской Арктике (Solovyeva et al., 2021; Tian et al., 2021), однако, их авторы использовали преимущественно данные о встречаемости птиц (присутствие/отсутствие). Наши работы являются единственным примером использования авиаучетов и статистического моделирования для оценки численности гусей и казарок на столь обширной территории Российской Арктики.

Полуостров Таймыр уникален тем, что гнездящиеся там птицы используют пять из восьми глобальных пролетных путей: восточно-атлантический, черноморско-средиземноморский, западноазиатско-восточноафриканский, центральноазиатский и восточноазиатско-австралийский, т.е. все миграционные пути, пролегающие через Евразию (Voege and Stroud, 2006). Впервые предпринятая нами попытка оценить обилие ресурсов гусей и казарок на всей территории тундровой зоны Таймыра позволяет обсуждать роль этого региона в поддержании мировых популяций нескольких видов гусеобразных. Наиболее адекватной можно считать оценку при использовании результатов учетных работ, проведенных в период вождения выводков и линьки, т.к. в это время гуси и казарки образуют крупные скопления на водоемах или в непосредственной близости от них, а при опасности сходят в воду (Сыроечковский, 2013).

Сроки учетов были приурочены к середине периода линьки неразмножавшихся птиц, линяющих раньше, чем размножавшиеся. К этому времени уже происходит вылупление птенцов, и гуси с выводками, хотя некоторые из них еще и не линяют, легко обнаруживаются. На Таймыре пары с птенцами часто держатся вместе с линяющими неразмножавшимися птицами. Тип местообитания мы определяли, используя опубликованную в 2019 г. растровую версию Циркумполярной карты арктической растительности (Circumpolar Arctic Vegetation Map (CAVM), Reynolds et al. 2019), имеющую пространственное разрешение 1 км. Учетная численность (взрослые/молодые) в районе работ в 2019 г. составила: белолобый гусь – 112175/3129; гуменник – 7972/529; краснозобая казарка – 2204/76; черная казарка – 3875/102, пискулька – 1783/119. Если считать, что соотношение видов в группе «не определенные до вида» соответствует их процентному соотношению в массиве «определенные», то учетные данные по этим видам, соответственно, составят: 155568, 11404, 3029, 5346 и 2495 особей (рис. 10).

Среди определенных до вида гусей доминировал белолобый гусь (87.3 %). Доли гуменника, черной казарки, краснозобой казарки и пискульки составили 6.4, 3.0, 1.7 и 1.4 %, соответственно. Доли молодых птиц – по 2.7 % у белолобого гуся и черной казарки, 3.3 % у краснозобой казарки, 6.2 % у гуменника и 6.3 % у пискульки. Это может свидетельствовать о высоком успехе гнездования, что, в свою очередь, может быть связано с относительно низким прессом хищников из-за достаточно высокого обилия их основного корма – леммингов, зарегистрированного в этом году в нескольких районах исследований на Таймыре (Морозов и др., 2020).

Для всех видов наилучшая модель включала в качестве независимых переменных как тип растительности, так и такие параметры рельефа, как средняя высота и уклон.

Представляется очевидным, что скопления водно-болотных птиц должны быть расположены в низинах, невысоко над уровнем моря. Однако выяснилось, что столь же существенное значение как абсолютная высота имеет уклон рельефа: более высокая численность птиц отмечена на более высоких, но выровненных участках, чем на более низких, но относительно крутых склонах.

Вместе с тем, использование в модели одних только параметров рельефа, без учета типа растительности, резко ухудшало качество модели. По результатам экстраполяции на необследованные участки, проведенной с учетом пригодности определенных местообитаний в тундровой зоне полуострова Таймыр, можно предположить, что в районе исследований в конце гнездового и в послегнездовой период концентрируются около 1.6 млн. белолобых гусей, 447 тыс. гуменников, 78.5 тыс. краснозобых казарок и 43 тыс. пискулек. Это не только птицы, гнездящиеся в тундрах полуострова, но и прилетающие туда (не размножившиеся или потерявшие кладки и птенцов) из соседних регионов – как с запада, так и с востока, проводящие на Таймыре период линьки.

С учетом таких параметров, как SE, CV и DE, результаты экстраполяции оказались наиболее адекватны для белолобого гуся и краснозобой казарки. Отношение стандартной ошибки к оценке численности для этих двух видов составило 0.03 и 0.01, соответственно, что можно отнести к диапазону невысоких значений. При дальнейшем проведении мониторинга популяций пересечение доверительных интервалов (ACI) оценок численности в разные годы будет указывать на отсутствие изменений экстраполированной численности для выбранного уровня значимости.

Результаты экстраполяции обилия прочих видов гусей и казарок тоже вполне приемлемы в контексте имеющихся знаний о численности этих видов. Исключением является черная казарка, с экстраполяцией численности которой на необследованные участки возникли серьезные проблемы. При учтенных 3875 особях результат экстраполяции составил 573926, что является очень завышенной оценкой. Сложности экстраполяции численности этого вида вызваны весьма неравномерным распределением черных казарок в разных частях полуострова даже в местах с биотопами, потенциально пригодными для их обитания. Чтобы получить адекватные оценки численности черной казарки необходимо более тщательное обследование участков, ранее не охваченных учетными работами. Помимо этого, для оценки ресурсов этого вида, необходимы многолетние исследования, поскольку его успех гнездования (и, соответственно, число молодых птиц в скоплениях) в разные сезоны колеблется в широчайших пределах (Spraans et al., 1993; Ebbinge et al., 2013).

Авиаучеты показали, что большинство «традиционных» мест скоплений гусей и казарок в период линьки сохраняет свое значение. Помимо этого выявлены значимые места концентрации водоплавающих птиц, о существовании которых ранее известно не было. Во время авиаучетов 2019 г. многотысячные скопления белолобых гусей, многочисленные крупные стаи гуменников и наиболее крупные скопления пискульки были зарегистрированы в дельте р. Пясины и водно-болотных угодьях в ее бассейне, что подтверждает важнейшую роль этого района в поддержании мировых популяций этих видов. Наши оценки численности всех видов в этом районе превосходят оценки 1980–2000-х гг. Исключение представляет черная казарка, которой в дельте Пясины и на островах Карского моря в этом районе оказалось значительно меньше, чем раньше (Ebbinge et al., 2013).

Выявлены и неизвестные ранее места относительно больших скоплений краснозобых казарок в центральной части полуострова. Там же обнаружены многочисленные группы линявших пискулек, наиболее крупная – в дельте р. Верхней

Таймыры; однако больше всего этих гусей было в дельте Пясины (<http://rggsurveys.ru>). Для двух наиболее важных охотничьих видов гусей – белолобого и гуменника – на основе статистической модели были созданы карты их распределения в пределах тундровой части Таймырского муниципального района (рис. 11). Они могут быть использованы для научно-обоснованного управления использованием популяций этих видов в пределах отдельных административно-территориальных единиц Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района.

Присутствие в тундровой зоне Таймыра в период гнездования, послегнездовых кочевок, линьки и миграций птиц и из европейских, и из азиатских популяций подтверждено данными кольцевания и спутникового мечения для большинства видов гусей и казарок (Литвин, 2014; данные Центра кольцевания птиц). Поскольку определить процентное соотношение прилетающих на Таймыр с запада и востока птиц не представляется возможным, мы рассматриваем суммарные оценочные численности «западных» и «восточных» популяций. Наиболее многочисленный вид гусеобразных тундровой зоны Таймыра – белолобый гусь.

Наша оценка его численности превышает 1.5 миллиона, а с наиболее вероятным допущением того, что подавляющее большинство гусей, не определенных до вида, тоже были белолобыми, она может превысить 2 миллиона. Это не противоречит современной оценке численности всей евразийской популяции вида и показывает ее рост (Fox and Leafloor, 2018; Розенфельд и др., 2023).

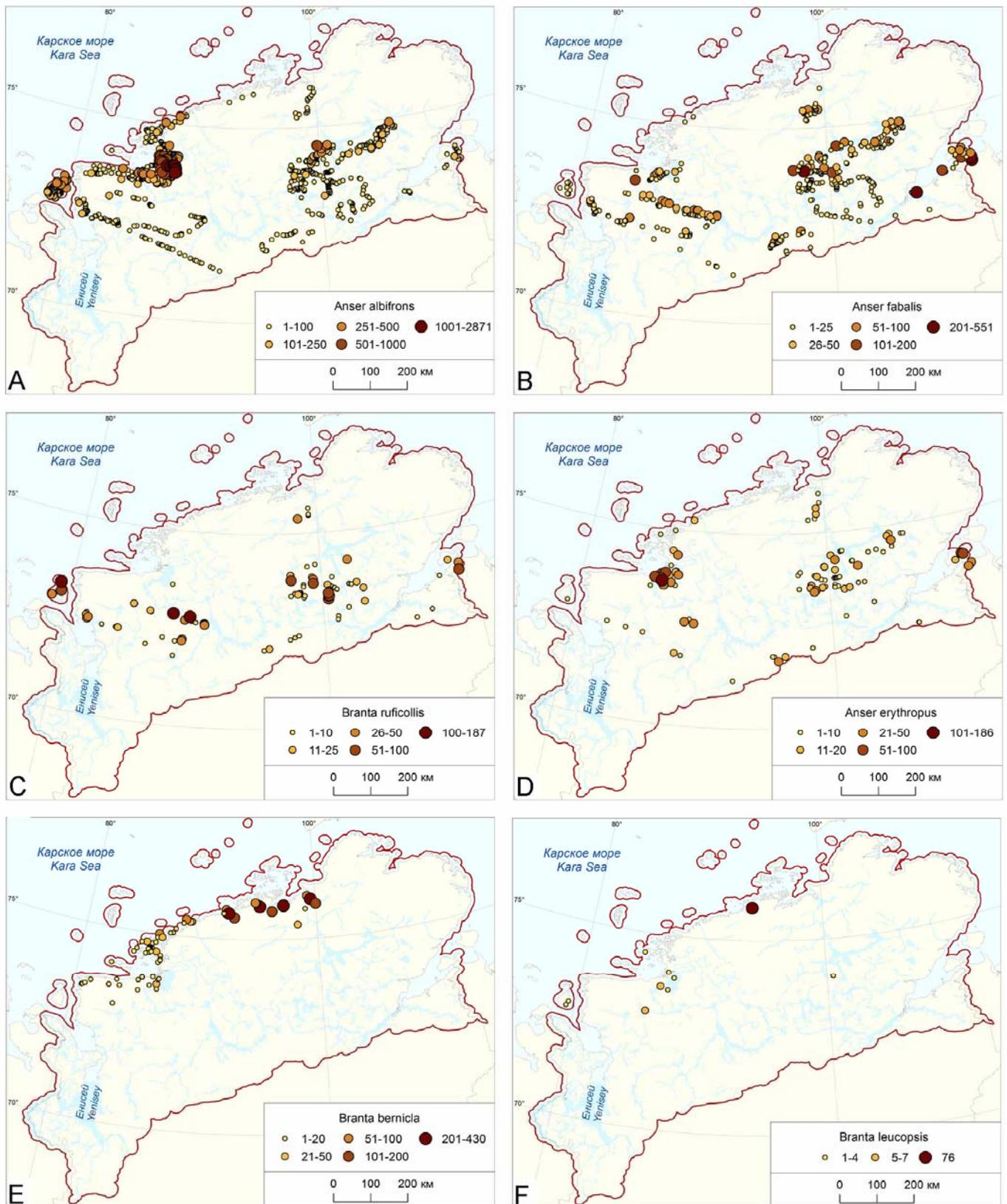
В весенне-летний период на Таймыре присутствует больше половины мировой популяции тундрового гуменника. Как показали наши исследования 2022 г. с применением спутникового мечения и анализом фото- и видеоматериалов, на которых просмотрено более 5000 особей этого вида, большинство гуменников в дельте Пясины принадлежит к восточному подвиду (*Anser fabalis serratirostris*). С его экспансией на запад мы связываем локальное увеличение численности гуменника в целом на западном и центральном Таймыре, где ранее преобладали гуси западного подвиды (*A.f. rossicus*), зимующие в Европе (Розенфельд и др., неопубл. данные).

Вся мировая популяция находящейся под угрозой исчезновения пискульки в сводке CAFF (Fox and Leafloor 2018) по данным на 2015–2016 гг. оценивается в 46000 особей (30000 из них зимуют в Европе; численность пискульки, зимующей на Ближнем Востоке, а также в Крыму и Причерноморье, неизвестна), а наша оценка для Таймыра составляет 43000 особей. Согласно более поздним оценкам по результатам учетов пискульки во время осенней миграции на востоке Ненецкого автономного округа, численность только европейской популяции достигает 48600 особей (Rozenfeld et al. 2016; Rozenfeld and Kirtaev 2017; Rozenfeld et al., 2019; Морозов, 2021). В тундровой зоне Таймыра проводят период линьки не только размножающиеся там пискульки, но и гуси, гнездящиеся в зоне лесотундры и в соседних с Таймыром регионах, поэтому наша экстраполированная оценка численности представляется вполне оправданной.

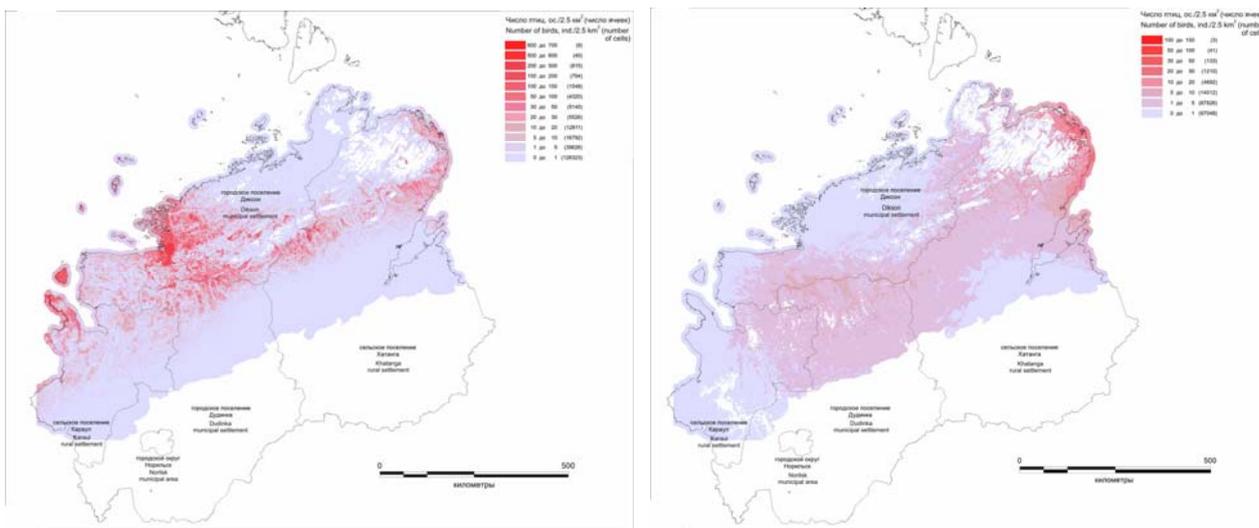
Оценка численности краснозобой казарки (78430 особей при ACI 59 480–103 418), гнездящейся практически только на полуострове Таймыр, вполне совпадает с современными оценками численности мировой популяции на зимовках и миграционных остановках в Северном Казахстане – 80–100 тыс. (Розенфельд, 2021).

Сопоставление наших оценок численности гнездящихся и линяющих на Таймыре белолобых гусей, гуменников, краснозобых казарок и пискулек с современными оценками численности мировых популяций этих видов (табл. 2) подтверждает

ключевую роль полуострова Таймыр в поддержании популяций редких и хозяйственно значимых видов гусеобразных.



**Рис. 10.** Точки регистрации гусей и казарок в тундровой зоне полуострова Таймыр в 2019 г. А – белолобый гусь; В – гуменник; С – краснозобая казарка; D – пискулька; E – черная казарка; F – белошекая казарка.



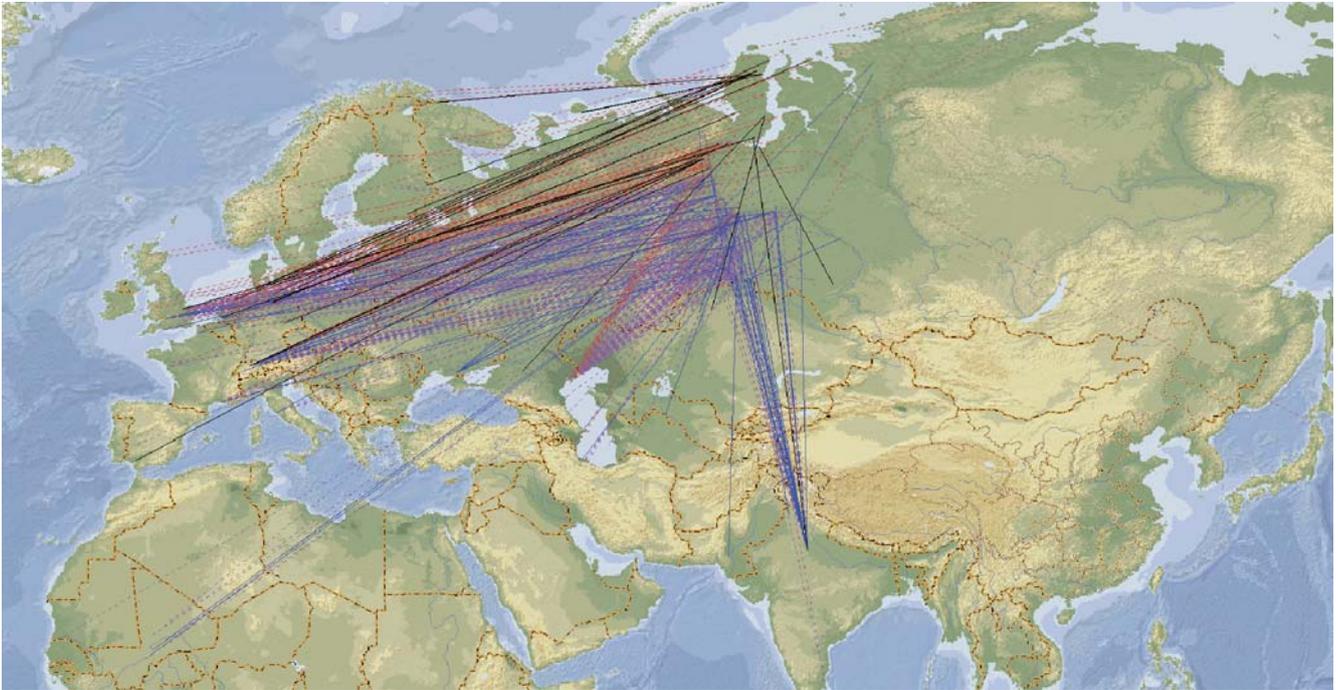
**Рис. 11.** Карта распределения белолобого гуся (слева) и гуменника (справа) в пределах тундровой части Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района, созданная на основе пространственной статистической модели.

### Глава 3. Определение трасс пролетных путей методами кольцевания и дистанционного прослеживания

Истощительное использование гусеобразных во многом обусловлено недостатком данных о пролетных путях и численности гусей и казарок в период осенней или весенней миграции. В главе приведен обзор данных кольцевания и дистанционного прослеживания ряда видов гусеобразных птиц, которые позволили выявить основные пролетные пути в Западной Сибири. Открыты четыре новых ветви пролетных путей. Два метода мечения являются взаимодополняющими, и один ни в коем случае не может заменять другого. Только кольцевание дает возможность получить массовые (усредненные по множеству особей) данные, и рассчитать демографические параметры популяций (в первую очередь, выживаемость). Спутниковое прослеживание дает информацию о полных маршрутах индивидуальных особей и позволяет понять, как происходит выбор районов линьки и в дальнейшем – пролетных путей, как и почему птицы меняют районы гнездования и места зимовок в разные годы.

Представление о географических популяциях оказалось ключевым среди биологических характеристик птиц и поэтому легло в основу ныне широко распространенной концепции «миграционных путей» (flyways) (Boere, Stroud, 2006). Известно, что у наиболее массовых видов гусеобразных в Палеарктике географические популяции часто перекрываются (Полевой определитель..., 2011). Соседние географические популяции могут улетать на зимовки в далеко отстоящие друг от друга регионы (Шеварева, 1968, 1974; Dobrynina, Kharitonov, 2006; Ванжелов и др., 2017). Миграционные связи водоплавающих птиц севера Западной Сибири рассмотрены на основе обработки материалов находок меченых птиц из базы данных Научно-информационного центра кольцевания птиц ИПЭЭ РАН. Использовали 3531 возврат колец от водоплавающих птиц 29 видов. Водоплавающие птицы региона характеризуются исключительно широкими связями и встречаются в разные сезоны в большинстве регионов Старого Света в пределах северного полушария: от Исландии до Японских о-вов и от Западной Африки до п-ова Индостан и бассейна р. Янцзы. На

основании анализа картографического материала и данных о сроках находок выделены 10 регионов зимовок. Материалом для этого послужили 1788 встреч на зимовках западносибирских птиц (включая 681 птицу с севера региона). Общая картина перемещений водоплавающих птиц севера Западной Сибири (рис. 12) складывается из находок птиц во время миграций к местам зимовок и на зимовках, а также встреч птиц, окольцованных в районах скопления на линьке, и перемещений особей, сменивших гнездовой регион в последующие годы.



**Рис. 12.** Перемещения окольцованных гусеобразных птиц, связанные с западносибирскими регионами. Сплошные линии – прямые перемещения, в т.ч. черные – птицы, окольцованные или найденные на территории ЯНАО; синие – птицы, окольцованные или найденные на территории ХМАО и Тюменской обл. Пунктирные линии – не прямые перемещения, в т.ч. красные – птицы, окольцованные или найденные на территории ЯНАО; малиновые – птицы, окольцованные или найденные на территории ХМАО и Тюменской обл.

Существенное число возвратов получено для Западной Сибири от двух видов гусей: гуменника и белолобого гуся. Однако в обоих случаях распределение находок на зимовках сильно локализовано и связано с программой кольцевания гусей в Нидерландах. Это существенно искажает картину, поскольку известно, что данные виды зимуют во всех выделенных регионах за пределами тропиков (Cramp, Simmons, 1977; SAFF, 2018). Однако происхождение зимующих птиц без мечения на местах гнездования или зимовок выяснить не представляется возможным.

Примером вида, по которому был достигнут прогресс в наших представлениях о разлете на зимовки, может служить малый лебедь – вид, по которому до последнего времени данных не было (рис. 13).

Мечение цветными шейными кольцами птиц из Западной Сибири позволило получить находки в Юго-Восточной Азии, а спутниковое прослеживание – прочертить маршруты отдельных особей (рис. 13), в т.ч. менявших регионы зимовок в разные годы (Ванжелюв и др., 2017; Розенфельд и др., 2019; Панов и др., 2023). Для гусей, так же как

и для уток, подавляющее большинство окольцованных птиц, добываемых и встреченных на изучаемой территории, было помечено в Западной Европе. При этом сюда включены, прежде всего, массовые охотничьи виды – гуменник и белолобый гусь, гнездящиеся широко на территории ЯНАО. Также в Западной Европе находятся зимовки и многочисленной на пролете черной казарки номинативного подвида, которая гнездится на территории ЯНАО вплоть до островов Шараповы Кошки на западе (<http://rggsurveys.ru>).



**Рис. 13.** Перемещения малого лебедя, связанные с западносибирскими регионами (красные треки – результаты спутникового прослеживания; желтые линии – перемещения птиц по результатам прочтения цветных меток).

Данные дистанционного прослеживания позволили уточнить и расширить картину миграционных связей гусей Западной Сибири (Литвин, 2014). Так, белолобые гуси, помеченные на зимовках в Венгрии, мигрировали за Уралом на места летнего пребывания не только на Таймыр, но и на Гыданский п-ов. На таймырских линниках смешиваются белолобые гуси как с южноевропейских, так и со средневропейских зимовок, и все эти птицы летят через ЯНАО, ХМАО-Югру и Тюменскую обл. Краснозобая казарка, гнездящаяся в массе на Таймыре и в небольшом числе в ЯНАО, имеет различия в миграционных путях весной и осенью, но все в пределах Западной Сибири. Мигрируя через Северный Казахстан, казарки летят на зимовки в Южной Европе, от Кума-Манычской низменности вплоть до Греции (Розенфельд, Ванжелюв,

2014). Для пiskuльки особое значение имеет Двубье, через которое пролегает пролетный путь птиц нескольких популяций и гнездовых группировок от Норвегии до плато Путорана (Литвин, 2014). По результатам кольцевания было известно, что зимовки располагаются на юго-западе Каспия. Мечение передатчиками гнездящихся на Приполярном Урале птиц показало, что пiskuльки мигрируют через Азербайджан и Турцию в Месопотамию и зимуют в Ираке (Морозов, Аарвак, 2004). Новые сведения появились о западном лесном гуменнике. Данные кольцевания показали, что этот подвид летит весной южнее, чем тундровый гуменник, также зимующий в Средней Европе (Панов и др., 2021; Розенфельд и др., 2024). Дистанционное прослеживание позволило получить уникальные данные по зимовкам лесного гуменника, гнездящегося в ЯНАО. Оказалось, что гуси мигрировали осенью через Томскую обл., Алтайский край на восток Казахстана и зимовали на северо-западе Китая (Розенфельд и др., 2018).

Для западносибирских водоплавающих птиц характерны дальние перелеты на линьку и большие линные скопления. Судя по всему, перелеты на линьку идут в двух направлениях – на север, в том числе к побережью арктических морей и к озерам в тундре и лесотундре, и на юг – к степным озерам и побережью Каспийского моря. Птицы, линяющие на севере, пользуются в дальнейшем западными пролетными путями и зимуют в Западной Европе и, возможно, в западном Средиземноморье и Западной Африке. Большая часть птиц, линяющих в бассейне Каспия, продвигается по юго-западным путям в Черноморский бассейн и Средиземноморье, а также на юг – в Переднюю Азию и Африку. Со степных озер птицы разлетаются по юго-западным и южным направлениям. Таким образом, уточнен список стран и субъектов России пролетного пути нескольких популяций гусей и казарок. ЯНАО является своеобразным перекрестком глобальных пролетных путей гусеобразных птиц, ведущих в Северную, Западную и Центральную Европу, Африку, Индию, Центральную и Юго-Восточную Азию. Эти данные могут быть использованы для неистощительного использования охотничьих видов на региональном и международном уровне, что обеспечило бы процент изъятия, безопасный для выживания популяций и эффективную охрану редких видов.

Сформулирована гипотеза о механизме формирования новых маршрутов миграций. Показано, что площадь ареала напрямую зависит от численности, новые маршруты миграции возникают при увеличении как общей численности, так и доли выживших молодых птиц, что влечет за собой и расширение гнездовой части ареала. Этому в первую очередь способствуют меры охраны на местах гнездования и зимовок.

Данные телеметрии (Ванжелюв и др., 2017), дополненные данными кольцевания (Панов и др., 2021) и авиаучетов (Розенфельд и др., 2019), в случае с малым лебедем показали, что происходит формирование новых путей миграций, а также их смена.

Мы предполагаем, что при увеличении численности популяции, связанной с эффективной охраной в гнездовых и зимовочных местообитаниях, и, соответственно, увеличении доли выживших молодых птиц, именно они стали причиной появления новых путей миграций и мест зимовок. При благоприятном стечении обстоятельств (наличие пригодных водоемов и кормовых станций, отсутствие истребления) молодые птицы выживают, осваивают новые пути миграции и станции зимовки, а затем ведут туда своих птенцов. Параллельно происходит расширение гнездовой части ареала с востока на запад (Розенфельд и др., 2019).

Эту гипотезу удалось подтвердить анализом данных кольцевания и спутникового мечения малого лебедя и восточного тундрового гуменника на п-ове Таймыр. В

последние годы по результатам учетов численность этих видов здесь сильно возросла (Rees et al., 2024; <http://rggsurveys.ru>).

Численность малого лебедя на Таймыре оценена нами в 26 тысяч особей, при том, что еще 10 лет назад этот вид считался на полуострове крайне редким. Доля гуменника в населении гусей Таймыра за 30 лет выросла более чем в два раза.

Данные телеметрии подтвердили связь малого лебедя и гуменника с китайскими зимовками. Анализ фотографий тундрового гуменника на западном Таймыре показал, что из проанализированных 10 тысяч особей более 90% птиц относятся к восточному подвиду. Аналогичное исследование было посвящено белолобому гусю, численность которого на Таймыре остается стабильной. Оно показало, что белолобые гуси, гнездящиеся и линяющие на Таймыре, используют два традиционных пролетных пути на зимовки: северный (вдоль арктического побережья в Северную Европу) и южный (через Казахстан в Центральную Европу), что согласуется с имеющимися данными кольцевания.

#### **Глава 4. Повторение авиаобследования тундр Северо-Востока Азии спустя тридцать лет**

В главе обсуждаются результаты, полученные методом повторения исторического авиаучета, сделанного в 1990-х годах специалистами Службы рыбы и дичи США и российскими коллегами на самолете Beaver 774 (Поярков и др., 2000). В 2019-2021 гг. нами были повторены все трансекты полетов 1992-1995 гг. Кроме того, в 2021-2024 гг. дополнительно была обследована часть, не охваченная учетами 1990-х: Нижнеанадырская низменность, Восточная и Юго-Восточная Чукотка. Новые данные получены по таким видам, как тихоокеанская черная казарка, азиатская пискулька, белошей и малый белый гусь.

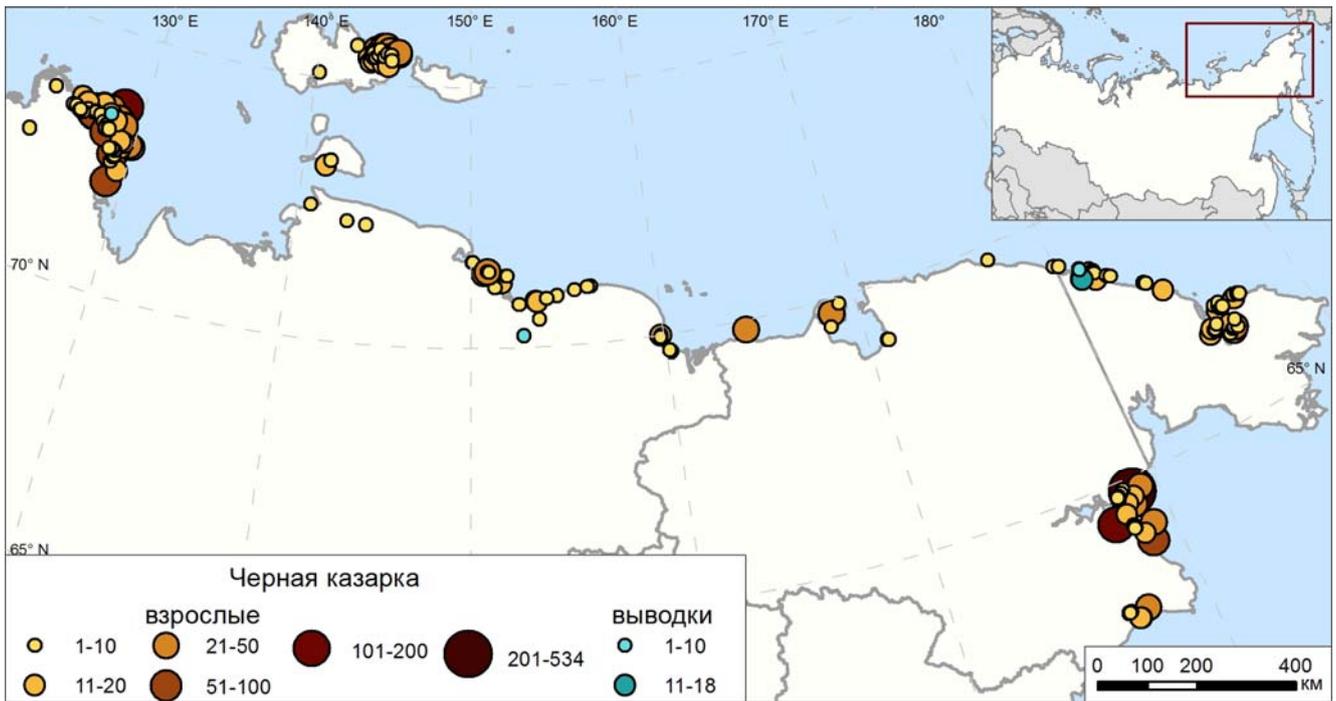
##### *Снижение численности тихоокеанской черной казарки*

Учеты 2019-2021 гг. показали, что черные казарки перестали встречаться на следующих территориях: мыс Буор-Хая, мыс Лопатка, междуречье Индигирки-Яны и дельта Яны (рис. 14). Всего нами отмечено 17404 птиц (в 1990-е - 1730 птиц). При этом основная масса (95.2%) всех встреченных казарок (без выводков) отмечена на Новосибирских островах - 16574 особи. Таким образом, происходит прогрессирующее снижение численности размножающейся популяции черной казарки, что отмечается и в Канаде (Sedinger, неопубл. данные).

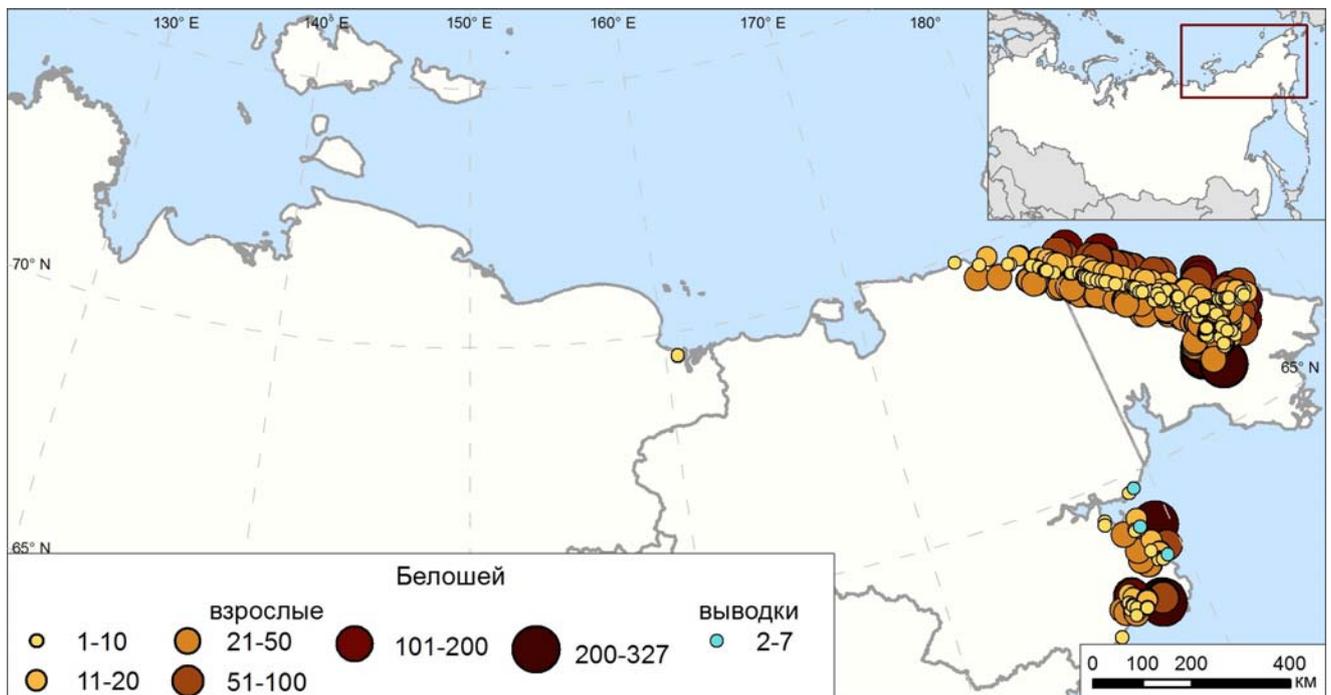
##### *Сколько белошеев линяет в Российской Арктике*

Учеты 1990-х гг. показали, что численность белошея, который был встречен только к востоку от мыса Шмидта в 1993 г., т.е. на небольшой обследованной территории ареала линьки составила 3400 птиц. В южной части Колючинской губы было встречено в 1992 г. 3710 птиц (Поярков и др., 2000). По данным наших авиаучетов на северном побережье Чукотки держится около 22 тыс. особей, общую численность летующих птиц в 2018 г. оценили в 27.7 тыс., но по «оценкам» (Кондратьев, Сыроечковский, 2021) она, якобы, может превышать 35 тыс. особей. Нами на Чукотке всего учтено 23 988 белошеев. Из них на северном побережье в 2021 г. - 17907 особей. На южной Чукотке (система озер Мейныпильгыно) методом абсолютного учета в 2023 г. было зарегистрировано 4489 особей, в Нижнеанадырской низменности 1002 птицы, а в заливе Креста всего 23 взрослых особи (рис. 15). Численность белошея за

тридцатилетний период не выросла. Вид продолжает требовать охраны и, безусловно, должен оставаться в Красной книге России.



**Рис. 14.** Численность и распределение тихоокеанской черной казарки в России.



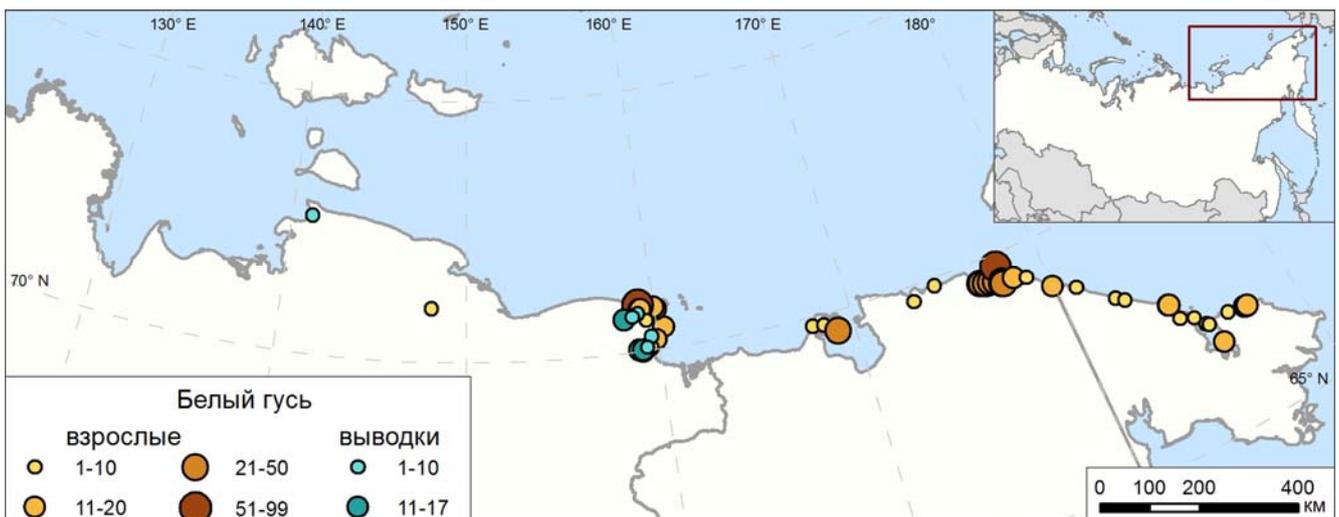
**Рис. 15.** Численность и распределение белошея в России.

*Малый белый гусь – почему не восстанавливаются колонии материковой Чукотки?*

В материковой Евразии малый белый гусь был истреблен и в настоящее время здесь не восстанавливается, хотя в Северной Америке его численность достигла более

15 млн. особей (Fox, Leafloor, 2018). На острове Врангеля сохранилась единственная в Евразии крупная гнездовая колония, которая к настоящему времени достигла численности 750 тыс. особей (Баранюк, Бабий, 2021). От евразийских популяций малых белых гусей, гнездившихся в тундрах Северо-востока Азии от Чукотки до дельты р. Лены (Pallas, 1769; Кречмар и др., 1991), остались лишь одиночные пары и небольшие группы, проникающие летом на запад арктического побережья до Новосибирских островов (Сыроечковский, 1997; Сыроечковский, 2000; Кречмар, Кондратьев, 2006). Восстановлению ранее вымерших колоний о-ва Врангеля или образованию новых колоний не мешает недостаток кормовых ресурсов и/или более сильные трофические соперники (Розенфельд, Шереметьев, 2020). Сравнение характеристик арктических гусей и казарок (Розенфельд, Шереметьев, 2016) позволяет предположить, что это единственный на востоке Евразии вид гусей, способный, в условиях интенсивного соперничества со жвачными, заселять, как мы наблюдаем на о-ве Врангеля, многие типы местообитаний, включая и те, где имеется недостаток трофических ресурсов. При нынешних экологических условиях колония белого гуся в долине р. Тундровой на острове Врангеля не имеет границ и каких-либо ограничений по территории размножения. Однако и в пределах острова популяция не стремится образовывать новые колонии. С 2011 г. наблюдается резкий рост численности за счет притока гусей из североамериканских популяций, что подтверждают резкое изменение в соотношении гусей с разной окрашенностью голов, существенное увеличение доли белых гусей темной фазы, а также данные телеметрии по миграциям с острова (Баранюк, Бабий, 2021).

Значительное увеличение численности белых гусей на острове Врангеля и иммиграционные потоки с Североамериканского континента в Азию создают благоприятные условия для восстановления колоний в тундрах Северо-Востока Азии и формирования и укрепления азиатских зимовок. Тем не менее, этого не происходит. Известные колонии на материке в Якутии не растут, новые колонии (за исключением временных, расположенных под защитой белых сов (*Nyctea scandiaca*), которые гнездятся не каждый год) не образуются (рис. 16).



**Рис. 16.** Численность и распределение малого белого гуся в материковых тундрах Северо-востока Азии.

Закрепления попыток гнездования на Новосибирских островах не произошло, поскольку антропогенный фактор (прямое убийство птиц с выводками) стал прогрессировать ввиду того, что архипелаг часто посещают «охотники за мамонтовой костью». Почему в случае с белым гусем (в отличие от белошекой казарки также резко увеличивающей свою численность), не происходит колонизации материковых местообитаний Чукотки, нам еще предстоит выяснить.

#### *Численность пискульки восточной (азиатской) популяции*

Восточная популяция пискульки обитает в России, где птицы размножаются и линяют, и Китае, где большинство из них зимует. Интенсивные исследования озер в пойме реки Янцзы и в Японии показали, что в 2020 г. численность составила около 6600 особей, хотя в 2016 г. ее оценивали в 14 000–19 000 особей (Ao et al., 2021; Jia et al., 2016). Пискульки восточной популяции концентрируются в местах линьки (период линьки длится с 25 июня по 17 августа) с середины июня до середины августа (Solovyeva et al., 2025). Было доказано, что 86,7% птиц, которые пропустили сезон размножения или потеряли кладки (птенцов), собираются на линниках на р. Сан-Юрях и р. Кюньяхтах, где им не грозит присутствие человека (Solovyeva, Rozenfeld et al., 2024). Мы обследовали эту территорию в июле 2020-2021 гг., включая окрестности мыса Святой Нос и Новосибирские острова (линные пискульки были обнаружены на острове Большой Ляховский). Место линьки в дельте реки Лены обследовали в 2019 и 2020 гг. Всего на всех известных и вновь обнаруженных местах линьки мы насчитали 9373 особи. Экстраполяционная оценка общей численности показала, что размер популяции пискульки составляет 24060 особей.

### **Глава 5. Гипотезы о влиянии потепления климата на арктических птиц. Что на самом деле происходит с растительными видами на Севере (на примере белошекой казарки)?**

В главе на примере динамики численности российской популяции белошекой казарки обсуждается состоятельность популярной в настоящий момент алармистской гипотезы о том, что потепление климата ведет к ухудшению качества кормовой базы и ассинхронизации периода вылупления с пиком качества корма (Lameris et al., 2018). Во многих тундровых районах Сибири и Америки с середины 1980-х гг. в результате роста температуры почвы и воздуха и удлинения вегетационного периода зафиксировано увеличение продуктивности растительных сообществ, проективного покрытия и высоты растительного покрова, усложнение структуры сообществ, увеличение относительного обилия злаков и/или закустаренности (Sistla et al., 2013; Frost, Epstein, 2014; Jorgenson et al., 2015; Hobbie et al., 2017). Формирование фитомассы зависит от количества тепла, которое накоплено за период вегетации и которое, в свою очередь, определяется величинами среднесуточных температур и длительностью вегетационного периода. Как показали исследования, более высокие температуры повышают продуктивность растений (Jia et al., 2009), а удлинение периода с положительными температурами увеличивает период вегетации, что в высоких широтах совершенно не означает ухудшение качества корма. Удлинение периода вегетации дает растительным видам преимущества, обеспечивая дополнительную возможность накопления внутренних резервов перед миграцией для взрослых птиц и возможность оставаться в малонаселенных районах Севера гораздо дольше, чем это было ранее. Это обстоятельство позволяет птенцам окрепнуть настолько, чтобы совершать длинные

миграционные броски, сокращая время остановок (или вообще их пропуская) в населенных районах пролетного пути, избегая тем самым пресса охоты.

Гнездовой ареал белошекой казарки в XX в. охватывал в России только острова Новой Земли и о-в Вайгач. Численность до середины века была не выше 20–30 тыс. особей. В 1970–1980-х гг. численность начала медленно увеличиваться, вслед за этим появились новые колонии в приморских районах Баренцева моря от п-ова Канин до Хайпудырской губы, и на о-ве Колгуев. К 2017 г. численность увеличилась до 1.2 млн. особей (Fox, Leafloor, 2018). Подъем численности белошеких казарок пришелся на фазу роста температур и общего потепления климата в Арктике, в том числе роста среднегодовых температур в восточноевропейских тундрах. Одновременное снижение ледовитости Баренцева моря приводит к тому, что теплые воды Атлантики проникают гораздо восточнее, вызывая отепляющий эффект вплоть до Карского моря. Одним из следствий этих процессов является постепенное сглаживание погодных различий между западными и восточными районами региона. Климат в восточных районах, в частности на о-ве Вайгач и Югорском п-ове, становится мягче и меняется более быстрыми темпами, чем в западном секторе региона. Мы предполагаем, что это явилось одной из причин широкой экспансии белошеких казарок на восток и на о-в Колгуев.

В весенний период, в мае и июне, за последние 35 лет среднесуточные температуры не претерпели значительных изменений, но при отсутствии выраженного тренда срок перехода среднесуточных температур через 0°C заметно сдвинулся на более ранние даты. На всей территории восточноевропейских тундр возросла сумма температур летнего периода и увеличилась продолжительность периода с положительными температурами. В совокупности это послужило причиной роста объема фитомассы и удлинения вегетационного периода. Наиболее ярко эта тенденция проявляется в выводковый период – в июле и августе. Удлинение периода активной вегетации предоставляет молодым казаркам дополнительные преимущества в самый критичный период жизненного цикла – период роста. Для взрослых птиц в этих условиях появляется дополнительная возможность накопить внутренние резервы перед осенней миграцией.

Вероятно, все это в совокупности позволило белошеким казаркам освоить местообитания на приморских маршах и в типичных тундрах, а также привело к заметному увеличению численности вида. Высказанная ранее гипотеза о рассинхронизации фенологических явлений в арктических сообществах и ее отрицательных последствиях для белошекой казарки не подтверждается. Вид продолжает демонстрировать устойчивый рост численности. По нашей оценке, в российской части ареала (без учета архипелага Новая Земля) обитает  $1069107 \pm 37655$  белошеких казарок (Розенфельд и др., 2021).

## **Глава 6. Анализ факторов динамики численности и ареалов арктических гусей и казарок в Евразии**

В главе представлен анализ влияния антропогенного воздействия на динамику численности и ареалов гусей и казарок. В фокусе этого исследования 8 видов и подвидов гусей и казарок, обитающих в Евразии и гнездящихся в Российской Арктике и Субарктике: черная, белошекая и краснозобая казарки, гуменник, белолобый гусь, малый белый гусь, пискулька и белошей. Мы предположили, что в относительно стабильной среде виды с выраженной специализацией имеют преимущество, которое проявляется в стабильном или расширяющемся ареале и растущей или стабильной

численности, тогда как в изменчивой среде преимущество должны иметь виды с выраженными адаптивными способностями (Greenberg, 1990; Раутиан, Жерихин, 1997; Розенфельд, Шереметьев, 2016). Незначительная роль адаптивных способностей в динамичной среде обитания должна показывать высокую степень антропогенного влияния и необходимость природоохранных усилий. Размер ареала и численность гусей и казарок определяет комплекс характеристик. Это особенности питания и гнездования (Owen, 1980; Кондратьев, 2002), сроки и география миграций (Drent, 2006), использование местообитаний (Owen, Black, 1991; Кречмар, Кондратьев, 2006), некоторые морфологические и поведенческие характеристики (Сыроечковский, 2013) и реакции на антропогенные факторы (Madsen et al., 1999; Fox et al., 2010).

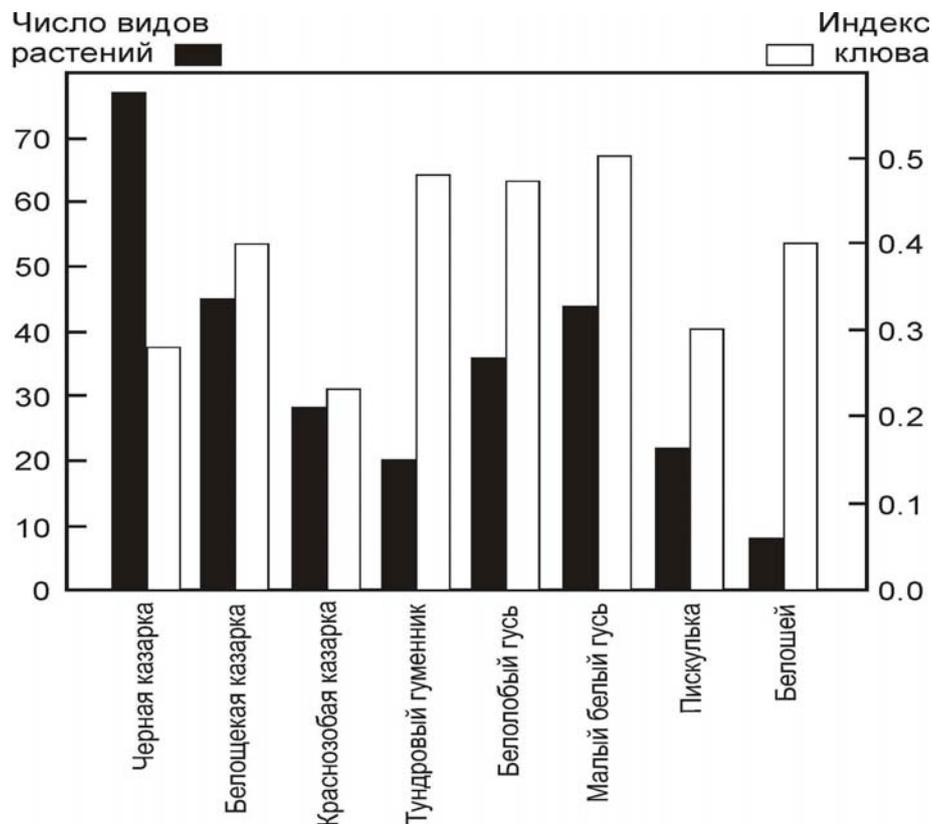
Соотношение исследованных гусей и казарок по их современной численности соответствует вогнутой кривой распределения видов по обилию в сообществе (McGill et al., 2007). Наиболее интенсивный рост мы наблюдаем у популяций малого белого гуся и белошекой казарки. У черной казарки мировая численность в последние годы начала снижаться, в том числе в Северной Америке (Sedinger, неопубл. данные). При уменьшении численности происходит существенное уменьшение и фрагментация гнездового ареала. Напротив, даже очень значительное увеличение численности не приводит или не сразу приводит к широкому распространению (малый белый гусь). Расширение и/или перемещение зимовочного ареала можно отметить у краснозобой и белошекой казарок, а уменьшение площади зимовочного ареала вместе с уменьшением численности популяции мы наблюдаем только у черной казарки.

По типу питания гуси и казарки могут быть классифицированы как браузеры (browser – избирательно выщипывающий), грейзеры (grazer – не избирательно стригуший) и миксфидеры (сочетающие черты браузера и грейзера) (Robbins et al., 1995; Shipley, 1999; Розенфельд, 2009; Toit, Olf, 2014; Розенфельд, Шереметьев, 2016). Для казарок-браузеров характерны мелкие размеры, короткие шея и клюв, отношение длины головы (черепа) к длине клюва (индекс клюва) составляет 0.23-0.40. Для гусей-грейзеров характерны крупные размеры, длинная шея с мощной мускулатурой и длинный сильный клюв, индекс клюва составляет 0.47-0.50. Миксфидеры имеют средние размеры, но короткие шею и клюв, индекс клюва у них составляет 0.3-0.4 (Розенфельд, Шереметьев, 2016) (рис. 17).

Тип питания в значительной мере определяет численность популяции. Распределение гусей и казарок по типам питания зависит от ширины кормового спектра: у браузеров – 28-77 кормовых ресурсов, у грейзеров – 20-44, у миксфидеров – 8 и 22. Длина и вес тела непосредственно не определяют численность и ареал. Эти характеристики достоверно коррелируют с длительностью периода гнездования и соотношением длины головы к длине клюва ( $SR = 0.79-0.91$ ), а последнее – с численностью ( $SR = 0.73$ ). Поскольку относительная длина клюва достоверно коррелирует с типом питания ( $SR = 0.93$ ), можно допустить, что связь морфологических характеристик и численности косвенно определяется трофическими отношениями. Наибольшего размера достигают популяции у грейзеров: белолобый и малый белый гуси. У браузеров популяции имеют тенденцию увеличиваться или, как у черной казарки, увеличивались до середины XX в. У миксфидеров: пискульки и белошея, самые маленькие популяции.

Численность у гусей и казарок возрастает с увеличением ширины кормового спектра в гнездовой период. Гуси и казарки с численностью 1 млн. и больше используют 36+ видов кормовых ресурсов, а остальные – до 28. Гибкость кормового спектра, проявляющаяся в способности переключаться с одних ресурсов на другие,

определила переход многих гусей и казарок на питание сельскохозяйственными растениями на зимовках (Bailey, 1948; Fay, Cade, 1959; Сыроечковский, 2011 а, б; Dalloyau, 2012; Clausen et al., 2013; Elkinton et al., 2013).



**Рис. 17.** Соотношение гусей и казарок по числу видов растений в летнем кормовом спектре и индексу клюва.

Тенденция образовывать колонии, привязанность гнезд и/или выводков к побережью, тип гнездового местообитания, протяженность гнездового ареала к северу и длительность периода гнездования достоверно не влияют на численность и ареал у гусей и казарок. Гуси и казарки с тенденцией образовывать колонии поедают достоверно больше видов растений ( $SR = 0.85$ ), однако ширина кормового спектра достоверно не связана с численностью и площадью ареала. Численность отчасти связана с шириной кормового спектра, которая у видов с тенденцией образовывать колонии достоверно больше. Образующие большие гнездовые колонии малый белый гусь и белошекая казарка экспоненциально увеличивают численность (Fox et al., 2010).

Характеристики питания птенцов достоверно коррелируют с некоторыми важными характеристиками взрослых птиц. Наиболее заметна положительная связь между числом видов кормовых растений у взрослых птиц и птенцов, как в первую неделю жизни, так и в возрасте старше двух недель ( $SR = 0.92$  и  $0.82$ , соответственно). Ширина кормового спектра и птенцов, и взрослых, достоверно связана с долей животных кормов, потребляемых птенцами ( $SR = 0.88$  и  $0.78$ , соответственно). Ширина кормового спектра птенцов увеличивается с повышением способности вида гнездиться колониями, как и у взрослых птиц ( $SR = 0.72$ ). Отрицательная связь между шириной кормового спектра птенцов и размером (длиной тела) взрослых гусей и казарок достоверна ( $SR = -0.82$ ), тогда как у взрослых это проявляется не достоверно ( $SR = -0.5$ ). У миксфидеров, которых нельзя в строгом смысле слова назвать арктическими обитателями, сроки переключения птенцов на кормовой спектр взрослых зависят от

качества местообитаний. У грейзеров сроки перехода птенцов на диету взрослых могут быть также рассмотрены как адаптация к условиям гнездования в Арктике.

Длительность перехода птенцов на диету взрослых птиц, как и тип питания, определяется морфологическими характеристиками. Она зависит и от размеров тела, и от типа кормовых местообитаний в период вождения выводков. Этот переход является адаптивной характеристикой, отражающей способность вида размножаться на как можно большей территории в Арктике, включая и самые северные ее районы. Дальше всех к северу проникают виды с максимально коротким переходом птенцов на взрослый кормовой спектр (черная казарка), но численность выше у видов с длительным переходом.

Преимущество плотности гнездования заключается в возможности надолго оставлять гнездо в безопасности и кормиться за пределами колонии: хищнику труднее добыть яйца в колонии, чем разорить одиночное гнездо (Сыроечковский, 2013). Также существуют различия в поведении при защите выводков от опасности. Например, казарки и пискулька не покидают птенцов и стремятся затаиться с выводками, белошекая казарка и белый гусь активно их защищают, а гуменник и белолобый гусь отводят и иногда покидают птенцов при опасности (наши наблюдения, Сыроечковский, 2013; Рябицев, Рыжановский, 2022). Но, сравнивая все виды по мировой численности, мы видим, что защита выводков не дает значительных преимуществ.

Сужение ресурсного пространства как в качественном (число ресурсных наименований), так и в количественном (площадь местообитаний, количество корма и др.) отношении, с севера на юг приводит к концентрации популяций, что делает роль истребления значительнее.

Охота во время миграций на виды, у которых значительная часть или вся мировая популяция на миграционных остановках сконцентрирована на ограниченной территории (пискулька, краснозобая казарка), может подорвать численность всего за один сезон (Розенфельд, 2010). Гибель из-за отстрела у видов, мигрирующих вдоль морских побережий и/или в пределах небольшого числа стран существенно ниже, чем у видов, совершающих внутриконтинентальные перелеты.

Истребление осуществлялось и осуществляется на протяжении всего жизненного цикла гусей и казарок. Наибольший урон наносит охота во время весенней миграции, когда погибает много птиц репродуктивного возраста. При этом смертность, вызванная весенней охотой, в отличие от осенней, дополняет естественную смертность, а не заменяет ее (Klaassen et al., 2005; Харитонов, 2019). Эффект гибели взрослых птиц на весенней миграции усиливается моногамией гусей и казарок.

В местах зимовки истребление гусей и казарок или уменьшение площади пригодных местообитаний существенны, а местообитания, способные обеспечить кормовыми ресурсами зимующих птиц, в основном используются для ведения сельского хозяйства. Популяции, которые могут переключиться на эти ресурсы в относительной безопасности, увеличивают численность; те же, кто этой возможности лишены – уменьшают. Есть виды, которые полностью (белошей) или частично (пискулька, черная казарка) не смогли на зимовках перейти к питанию культурными растениями (Sterbetz et al., 1978; Fox et al., 2008; Panagiotopoulou, 2009; Сыроечковский, 2011a; Dalloyau, 2012; Clausen et al., 2013; Elkinton et al., 2013; Wang et al., 2013). Их небольшая численность частично объясняется этой привязанностью к естественным местообитаниям.

Таким образом, отсутствие достоверных связей между исследованными характеристиками и численностью и ареалом определяет значительное антропогенное

влияние на популяции гусей и казарок. Виды, не использующие в питании культурные растения, малочисленны. Следующим по значению фактором является тип питания, который определяется отношением длины головы к длине клюва. Влияние других связанных с питанием особенностей и особенностей гнездования на численность намного слабее.

Для увеличения численности гусей и казарок требуется увеличить емкость среды в местах зимовки, тогда как в местах гнездования и на миграционных остановках достаточно прекратить истребление.

## **Глава 7. Использование данных кольцевания для оценки влияния охоты на примере двух подвидов гуменника**

В главе обсуждается опыт анализа данных возвратов колец с гуменников, помеченных с 1960 г. на зимовках в Нидерландах (где для существенной части окольцованных птиц был указан подвид (*A.f. fabalis* (лесной) или *A.f. rossicus* (тундровый)) в контексте обоснования причин прямого влияния неграмотно организованной охоты на численность. Подтверждена гипотеза о большем воздействии пресса охоты на лесной подвид путем сравнения сроков дожития птиц двух подвидов и анализа сезонного распределения находок окольцованных птиц. Обсуждается в среднем меньшие сроки дожития лесного гуменника из-за многолетнего сдвига сроков добычи в сторону весенней охоты.

Несмотря на многолетний опыт кольцевания птиц и немалый зарубежный опыт (Mailhuy et al., 2002; Klaassen et al., 2005; Arizaga et al., 2014; Ladin et al., 2020) использования данных кольцевания для оценок влияния охоты, в России такие попытки предпринимались нечасто (Паевский, 2008; Харитонов, 2017; 2019). Мы, опираясь на данные стандартного кольцевания, проанализировали выживаемость, т.е. сроки дожития лесного гуменника в сравнении с тундровым подвидом; особенности распределения встреч подвидов гуменника в разные сезоны и различия в сроках миграции. Дана оценка влияния пресса охоты на два подвида гусей, зимующих в Европе и гнездящихся на территории России. Найденные различия в выживаемости и сезонном распределении подвидов объясняют снижение численности лесного гуменника проведением весенней охоты на гусей (Панов и др., 2021). Для анализа были выбраны только птицы, окольцованные на зимовках в Нидерландах (База данных Центра кольцевания птиц ИПЭЭ РАН; Burgers et al., 1991), в расчет взяты 353 возврата колец. Большая часть находок (95.9%) произошло на территории России, остальные – на территории стран бывших республик СССР и одна – на территории бывшей ГДР. Территориальное положение точек добычи охотничьих видов зависит от распределения охотников не меньше, чем от плотности самих птиц в тот или иной сезон. Поэтому основной задачей анализа было сравнительное описание регионов, где подвиды гуменника встречаются с охотниками, а также сезонной специфики и возможных многолетних сдвигов границ этих регионов. Самки лесного гуменника в среднем проживают 1307 дня (3.58 года), самцы – 1233 дня (3.38 года). Самки тундрового подвида в среднем проживают 1501 дня или 4.11 года, самцы – 1643 дня или 4.5 года. Статистических различий в дожитии половых групп внутри подвидов нет:  $p=0.503$  для лесного и  $p=0.886$  для тундрового гуменника. Различия между подвидами формируются в основном за счет меньшей продолжительности жизни самцов лесного гуменника, которые проживают существенно меньше своих тундровых сородичей:  $U$  (Mann-

Whitney) =13580,  $z= 2.066$ ,  $p=0.039$ . Различия в дожитии самок незначимы;  $U=12930$ ,  $z= 1.126$ ,  $p=0.26$ .

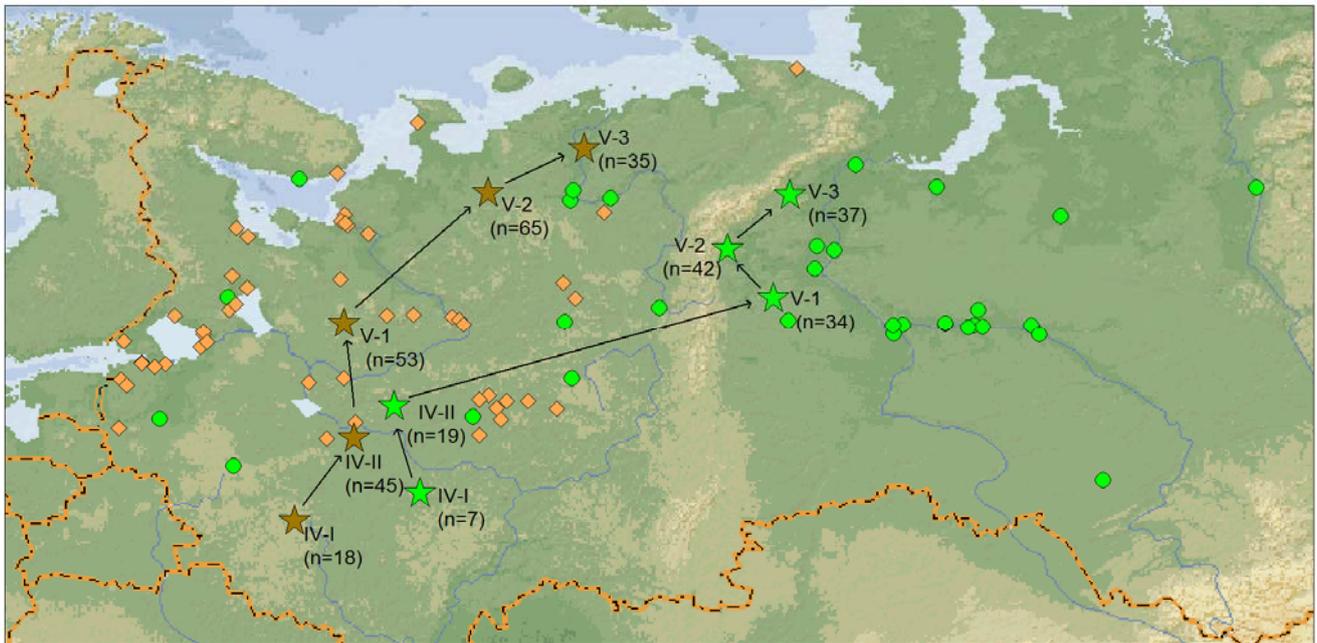
Таким образом, наиболее уязвимой группой можно признать самцов лесного гуменника. Добываемые весной лесные гуменники проживают с момента кольцевания в среднем 2.76 года, тундровые 4.39 года. Разница высоко значима:  $U=11890$ ,  $z= 4.512$ ,  $p<0.00001$ . Гуменники, встреченные в летний период, проживают в среднем меньше, чем птицы, которых отстреливают весной. Это касается обоих подвидов, но значимы различия только у тундрового гуменника ( $U=3688$ ,  $z= 2.917$ ,  $p<0.01$ ). Если у лесного гуменника фенодата встречи не зависит от года ( $p=0.31$ ), то у тундрового подвида средняя дата находки сдвигается на более ранний период ( $R=0.21$ ,  $p<0.0001$ ). Это происходит за счет того, что в последние три десятилетия в выборке существенно преобладают птицы, застреленные в весенний период (весенняя охота на гусей была открыта в 1990-х гг.). Медианный год весенних находок для лесного гуменника – 1977 г., для тундрового 1988 г. ( $U=8885$ ,  $z= 7.841$ ,  $p<0.000$ ); летних возвратов колец – 1978 и 1981, соответственно ( $U=613.5$ ,  $z= 1.267$ ,  $p=0.205$ ); осенних – 1979 и 1985, соответственно ( $U=4874$ ,  $z= 2.769$ ,  $p<0.01$ ). Не отличается также медианная дата отстрела гуменников разных подвидов в период гнездования и линьки: 30 мая для лесного и 31 мая для тундрового ( $U=716.5$ ,  $z= 0.563$ ,  $p=0.573$ ).

Таким образом, около половины «летних» птиц добыты в конце мая, другая половина – в течение календарного лета до 24 августа. В отличие от тундрового, у лесного подвида не выявлено различий в положении прямых и непрямых весенних находок ( $\chi^2=2.622$ ,  $df=2$   $p=0.27$ ). Близки друг к другу и средние координаты прямых (62.31 с.ш., 57.59 в.д.,  $n=52$ ) и непрямых встреч (62.08 с.ш., 56.29 в.д.,  $n=94$ ). В целом же весеннее распределение находок двух подвидов, ожидаемо, значительно различается ( $p<0.0000$ ). В пределах разных регионов европейской части бывшего СССР находки двух подвидов встречаются в равной степени; тогда как в Западной Сибири резко преобладают находки лесного гуменника (средние координаты 62.16 с.ш., 57.01 в.д.,  $n=146$ ), но также были добыты и отдельные тундровые гуменники (средние координаты 62.01 с.ш., 43.09 в.д.,  $n=236$ ).

Различия в скорости продвижения весенней миграции двух подвидов ярче всего отражает картина распределения находок в первой декаде мая (рис. 18). В этот период только единичные тундровые гуменники достигают побережий северных морей, а подавляющая часть птиц была добыта в таежной зоне севера европейской части России (средние координаты: 61.21 с.ш., 40.20 в.д.). В то же время большинство возвратов колец лесных гуменников пришли уже с территории Западной Сибири, из областей гнездования подвида (средние координаты: 62.14 с.ш., 62.46 в.д.). Между второй половиной апреля и первой декадой мая имеет место максимальный сдвиг в средних координатах находок лесного гуменника, у тундрового гуменника наибольший сдвиг происходит в мае, между первой и второй декадой месяца. Различия между последующими периодами во всех случаях значимы. Если рассматривать только статистически подтвержденные результаты, общий вывод о большей уязвимости лесного гуменника несомненен.

Самцы рано гнездящегося лесного гуменника чаще становятся добычей охотников, особенно в весенний период в условиях лесной зоны, когда самцы более заметны, чем сидящие на гнезде самки. И, напротив, у самок тундрового гуменника дожитие оказалось в среднем ниже, чем у лесного, что можно связывать с большей уязвимостью гнездящихся самок в условиях тундры. Меньший срок дожития птиц, добываемых летом, связан с тем, что в этот период для охоты, в том числе и

незаконной, наиболее уязвимы молодые (не размножающиеся птицы), многие из которых раньше отлетают в тундру к местам линьки и становятся более заметными.



**Рис. 18.** Распределение возвратов колец лесного гуменника (кружки) и тундрового гуменника (ромбы) в первой декаде мая и продвижение средних координат возвратов колец весной по периодам (звездочки). Зеленые звездочки – лесной, коричневые звездочки – тундровый гуменник; IV-I – первая половина апреля, IV-II – вторая половина апреля, V-1 – первая декада мая, V-2 – вторая декада мая, V-3 – третья декада мая.

При этом медианный год добычи тундрового гуменника для летнего сезона наиболее ранний, в сравнении с другими сезонами. Это может указывать на то, что в последние десятилетия летний (незаконный) отстрел имеет место реже (по крайней мере, в районах распространения этого подвида) и/или (что вероятнее) в случае добычи в неустановленные сроки охотники реже сообщают о находке.

Соотношение фенологии этапов годового цикла и сезонного распределения птиц, с одной стороны, и традиционных сроков открытия охоты – с другой, более проигрышно для лесного гуменника. Этот подвид раньше пролетает по районам с наибольшей плотностью охотников весной и начинает гнездиться зачастую задолго до закрытия весенней охоты (Розенфельд и др., 2023). Это подтверждается и данными от помеченных передатчиками птиц, а также данными авиа- и наземных учетов (Розенфельд и др., 2018; Артемьев и др., 2020; Розенфельд, Стрельников, 2019; Розенфельд и др., 2020; Heldbjerg et al., 2020). На большей части областей гнездования лесного гуменника сроки весенней охоты приходятся на время насиживания кладки. Таким образом, под выстрел попадают в основном представители местных гнездящихся популяций. Пролетные пути лесного гуменника проходят по более населенным территориям. Подвидовые пропорции добытых осенью птиц (почти трехкратное преобладание находок лесного подвида) объективно отражают соотношение охотничьего пресса, поскольку весной большая часть лесных гуменников к началу весенней охоты успевает достигнуть малонаселенных областей Западной Сибири. С другой стороны, в весенний период приступившие к размножению лесные гуменники

могут быть более уязвимы и подвержены отстрелу даже в Западной Сибири, что подтверждается обилием возвратов колец из этих малонаселенных районов. Сдвиг охотничьей активности на весенний период в последние десятилетия, вероятно, не ограничивается только тундровым гуменником и усиливает нагрузку на лесной подвид.

Таким образом, лесной гуменник испытывает бóльший пресс охоты. В период весенней охоты лесной подвид гуменника наиболее уязвим в районах Западной Сибири, осенью – в средней полосе Европейской части России, начиная от Урала. Все это указывает на необходимость пересмотра сроков и ограничения весенней охоты, а также принятия дополнительных мер по охране лесного гуменника в ключевых регионах размножения и сезонного распределения.

## **Глава 8. Стратегия сохранения ресурсов гусей и казарок в Российской Федерации**

В данной главе представлен проект «Стратегии по охране и использованию популяций гусеобразных птиц Российской Федерации, включая редкие и находящиеся под угрозой исчезновения».

Потепление климата в Арктике, гибкость использования миграционных путей, охранные меры на зимовках для некоторых видов гусей и казарок привели к тому, что их численность растет, а гнездовой ареал расширяется. В то же время многие виды продолжают снижать численность, о чем свидетельствует новое издание Красной книги Российской Федерации (2021). Несовершенство охотничьего законодательства, бесконтрольное применение пестицидов и разливы нефтепродуктов привели к тому, что во многих местах гусеобразные подвергаются прямому уничтожению. Огромной проблемой продолжает оставаться весенняя охота, которая наносит ущерб моногамным видам, а отсутствие надлежащего контроля над соблюдением далеко не совершенного охотничьего законодательства нередко приводит к масштабному браконьерству. Помимо этого, на популяции гусеобразных сильно влияет как интенсификация, так и спад сельского хозяйства, и хозяйственное освоение водно-болотных угодий.

Стратегия базируется на массиве данных, полученных не только в ходе нашей работы, но и в процессе общения со специалистами по гусеобразным на международных конференциях. Стратегия включает предложения по совершенствованию нормативной правовой базы, предложения по разработке методических указаний, совершенствованию сети особо охраняемых природных территорий. Стратегия определяет принципы, цели, задачи и основные направления государственной политики и деятельности в области охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного мира, устойчивого управления популяциями гусеобразных птиц и повышение эффективности государственного управления в данной сфере.

Основной природоохранной задачей Стратегии является увеличение следующих показателей:

1. числа популяций гусеобразных, по которым ведется мониторинг численности и состояния среды их обитания;
2. числа программ, по которым ведется мониторинг добычи гусеобразных;
3. числа популяций редких и находящихся под угрозой исчезновения гусеобразных, по которым осуществляются международные и национальные программы сохранения;

4. доли ООПТ или ЗООХР (зон охраны охотничьих ресурсов), обеспечивающих сохранение гусеобразных.

Вопросы охоты и охраны гусеобразных неотделимы, и для их эффективного решения необходимо создание федеральных планов управления ресурсами гусеобразных птиц.

## ВЫВОДЫ

1. Примененный метод авиаучетов и обработки полученных данных позволил существенно улучшить наши знания о трендах численности, распространении, географических границах популяций, миграционных путях и угрозах арктическим гусеобразным в России. Результаты оценки численности соответствуют известной численности на миграционных остановках или зимовках.
2. Полученные оценки численности гусей и казарок на осеннем пролете в Ямало-Ненецком (ЯНАО) и Ненецком (НАО) автономных округах можно рассматривать как основу для дальнейшего анализа динамики их численности и распределения. По результатам авиаучетов и дистанционного прослеживания выявлены ключевые территории, на которых необходимо создание ООПТ с режимом ограничений охоты на водоплавающих птиц.
3. Показано, что п-ов Таймыр является в глобальном масштабе ключевым местом размножения и линьки гусеобразных птиц пяти пролетных путей. В тундровой зоне полуострова Таймыр в конце гнездового и в послегнездовой период концентрируется большая часть их мировых популяций: 1.6 млн. белолобых гусей, 447 тыс. гуменников, 78.5 тыс. краснозобых казарок и 43 тыс. пискулек.
4. Результаты дистанционного прослеживания и анализа данных кольцевания позволили выявить четыре новых ветви пролетных путей. ЯНАО является своеобразным перекрестком нескольких пролетных путей гусеобразных птиц, ведущих в Северную, Западную и Центральную Европу, Африку, Индию, Центральную и Юго-Восточную Азию. Сформулирована гипотеза о механизме формирования новых маршрутов миграций. Показано, что площадь ареала напрямую зависит от численности, новые маршруты миграции возникают при увеличении как общей численности, так и доли выживших молодых птиц, что влечет за собой и расширение гнездовой части ареала. Этому способствуют меры охраны на местах гнездования и зимовок. Частично данную гипотезу подтвердили данные дистанционного прослеживания и кольцевания гусей и лебедей, гнездящихся в ЯНАО и на п-ове Таймыр.
5. Повторение авиаучета 1990-х гг. в тундрах Северо-востока Азии показало, что происходит прогрессирующее снижение численности размножающейся популяции тихоокеанской черной казарки, численность белошея в России не растет, и он по-прежнему нуждается в защите как редкий вид. Значительное увеличение численности белых гусей на острове Врангеля и иммиграционные потоки с Североамериканского континента в Азию (о чем свидетельствует рост числа зимующих в Японии птиц), а также отсутствие конкуренции за пищевые ресурсы, хотя и создают благоприятные условия для образования постоянных колоний в материковых тундрах северного побережья Чукотки, этого не

происходит. Популяцию азиатской пискульки можно оценить в 24000 особей, независимо от потомства, что противоречит существующим оценкам, основанным на зимних учетах в Китае. Полученные данные крайне важны для эффективного ведения красных книг РФ и регионов.

6. Гипотеза о рассинхронизации фенологических явлений в арктических сообществах и ее отрицательных последствиях для растительноядных видов (на примере белошекой казарки) не подтверждается.
7. Современная численность гусей и казарок, гнездящихся в Арктике и Субарктике, в первую очередь зависит от антропогенных факторов (охоты и методов ведения сельского хозяйства); среди других причин на первом месте адаптивная роль пластичности кормового спектра, обеспечивающей способность к трофическим переключениям, в том числе и на питание культурными растениями; среди других причин на первом месте адаптивная роль пластичности кормового спектра, обеспечивающей способность к трофическим переключениям, в том числе и на питание культурными растениями.
8. Непосредственные данные о вредоносном влиянии весенней охоты на моногамные виды (лебеди, гуси и казарки) получены методом анализа данных кольцевания на примере двух подвидов гуменника. Показано, что западный лесной гуменник в среднем проживает меньше, чем тундровый, испытывая бóльший пресс весенней охоты.
9. Разработана Стратегия, которая определяет принципы, цели, задачи и основные направления государственной политики и деятельности в области охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного мира, устойчивого управления популяциями гусеобразных птиц и повышение эффективности государственного управления в данной сфере.

### Основные работы по теме диссертации

#### *Статьи в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России*

1. Волков С.В., Розенфельд С.Б., 2008. Экология питания и динамика пищевых предпочтений тихоокеанской черной казарки (*Branta bernicla nigricans*) в дельте Лены в гнездовой период. Зоологический журнал, 87 (7): 819–829.
2. Чернова О.Ф., Розенфельд С.Б., 2010. Возможность применения метода кутикулярного анализа для диагностики растений по их фрагментам. Вестник КрасГАУ, 2 (41): 43–47.
3. Розенфельд С.Б., Сыроечковский Е.В., Казьмин В.Д., 2010. Особенности питания белого гуся (*Anser caerulescens caerulescens*) острова Врангеля в гнездовой период. Зоологический журнал, 89 (10): 1231–1245.
4. Розенфельд С.Б., Сыроечковский Е.Е., 2011. Использование ресурсов гусеобразных птиц Кумо-маньчской миграционной остановки (Предкавказье). Вестник охотоведения, 8 (1): 79–89.
5. Розенфельд С.Б., 2011. Перспективы и практическое значение изучения неинвазивными методами трофических стратегий пастбищных фитофагов в экосистемах открытых ландшафтов. Вестник КрасГАУ, 1 (52): 80–84.

6. **Розенфельд С.Б.**, Шереметьев И.С., 2013. Питание и трофические связи белошекой казарки (*Branta leucopsis*): характер использования тундровых и приморских местообитаний острова Колгуев. Зоологический журнал, 92 (12): 1450–1460.
7. **Розенфельд С.Б.**, Ванжелюв Д., 2014. Экология и сохранение краснозобой казарки (*Branta ruficollis* Pallas, 1769; Anatidae, Aves): применение новых методов изучения миграций. Поволжский экологический журнал, 4: 581–589.
8. **Розенфельд С.Б.**, Басова В.Б., Иванов М.Н., 2016. Опыт анонимного анкетирования охотников на водоплавающих птиц в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО). Вестник охотоведения, 13 (3): 186–197.
9. **Розенфельд С.Б.**, Шереметьев И.С., 2016. Арктические гуси (*Anser*) и казарки (*Branta*) Евразии: анализ факторов динамики численности и ареалов. Журнал общей биологии, 77 (1): 16–37.
10. **Розенфельд С.Б.**, Соловьев М.Ю., Киртаев Г.В., Рогова Н.В., Иванов М.Н., 2017. Оценка пространственно-биотопического распределения водоплавающих птиц в Ямало-Ненецком и Ханты-мансийском округе (опыт использования сверхлегкой авиации). Зоологический журнал, 96 (2): 201–221.
11. Шереметьев И.С., **Розенфельд С.Б.**, Груздев А.Р., 2017. Перекрывание трофических спектров жвачных, гусей и леммингов на о-ве Врангеля в летний период. Экология, 6: 440–446.
12. **Розенфельд С.Б.**, Шереметьев И.С., Баранюк В.В., 2017. Малый белый гусь на острове Врангеля: трофические связи со жвачными и выбор репродуктивных местообитаний. Зоологический журнал, 96 (5): 511–521.
13. Ванжелюв Д., **Розенфельд С.Б.**, Волков С.В., Казанцидис С., Морозов В.В., Замятин Д.О., Киртаев Г.В., 2017. Миграции малого лебедя (*Cygnus bewickii*): новые данные дистанционного прослеживания на путях пролета, промежуточных остановках и зимовках. Зоологический журнал, 96 (10): 1230–1242.
14. **Розенфельд С.Б.**, Киртаев Г.В., Рогова Н.В., Соловьев М.Ю., Горчаковский А.А., Бизин М.С., Демьянец С.С., 2018. Оценка состояния популяций и условий обитаний гусеобразных птиц Гыданского заповедника (Россия) и на прилегающих территориях с применением сверхлегкой авиации. Nature Conservation Research. Заповедная наука, 3 (2): 76–90.
15. Wang X., Cao L., Bysykatova I., Xu Z., **Sonia Rozenfeld**, Jeong W., Vangeluwe D., Zhao Y., Xie T., Yi K., Fox A.D., 2018. The Far East taiga forest: unrecognized inhospitable terrain for migrating Arctic-nesting waterbirds? PeerJ., 6: 43–53.
16. **Rozenfeld S.B.**, Kirtaev G.V., Rogova N.V., Soloviev M.Yu., 2019. Results of an aerial survey of the western population of *Anser erythropus* (Anserini) in autumn migration in Russia 2017. Nature Conservation Research, 4 (1): 29–37.
17. S. Sheremet'ev, **S. B. Rozenfeld**, T. P. Sipko, 2019. Arid Ecosystems, Meta-Analysis of the Large Herbivores' Trophic Spectra in Northern Asia Concerning Changes of Dominant Primary Consumers. Arid Ecosystems, 9 (3): 166–173.
18. **Розенфельд С.Б.**, Волков С.В., Рогова Н.В., Соловьев М.Ю., Киртаев Г.В., Замятин Д.О., Ванжелюв Д., 2019. Малый лебедь (*Cygnus bewickii*): существует ли экспансия азиатских популяций на запад? Зоологический журнал, 98 (3): 302–313.
19. Fang L., Zhang J., Zhao, Q., Solovyeva D., Vangeluwe D., **Rozenfeld S.**, Lameris T., Xu Z., Bysykatova-Harmey I., Batbayar N., Konishi K., Moon O., He B., Koyama, K., Moriguchi S., Shimada T., Park J., Kim H., Liu G., Hu B., Gao D., Ruan L., Natsagdorj

- T., Davaasuren B., Antonov A., Mylnikova A., Stepanov A., Kirtaev G., Zamyatin D., Kazantzidis S., Sekijima T., Damba I., Lee H., Zhang B., Xie Y., Rees E., Cao L., Fox A., 2020. Two distinct flyways with different population trends of Bewick's Swan *Cygnus columbianus bewickii* in East Asia. *Wildfowl*, SI6: 13–42.
20. Li C., Zhao Q., Solovyeva D., Lameris T., Batbayar N., Bysykatova-Harmey I., Li H., Emelyanov V., **Rozenfeld S.**, Park J., Shimada T., Koyama K., Moriguchi, S., Hou J., Natsagdorj T., Kim H., Davaasuren B., Damba I., Liu G., Hu B., Xu W., Gao D., Goroshko O., Antonov A., Prokopenko O., Tsend O., Stepanov A., Savchenko A., Danilov G., Germogenov N., Zhang, J., Deng X., Cao L., Fox A., 2020. Population trends and migration routes of the East Asian Bean Goose *Anser fabalis middendorffii* and *A. f. serratirostris*. *Wildfowl*, SI6: 124–156.
21. Zhu Qin, Damba Iderbat, Zhao Qingshan, Kunpeng, Batbayar Nyambayar, Natsagdorj Tseveenmyadag, Davaasuren Batmunkh, Wang Xin, **Rozenfeld Sonia**, Moriguchi Sachiko, Zhan Aibin, Cao Lei, Fox Anthony D., 2020. Lack of conspicuous sex-biased dispersal patterns at different spatial scales in an Asian endemic goose species breeding in unpredictable steppe wetlands. *Ecol Evol.*, 27,10 (14): 7006–7020.
22. **Розенфельд С.Б.**, Шереметьев И.С., 2020. Сравнительный анализ питания северного оленя (*Rangifer tarandus*), белолобого гуся (*Anser albifrons*) и черной казарки (*Branta bernicla*) на островах Белый и Шокальского (ЯНАО). *Зоологический журнал*, 99 (9): 1036–1046.
23. **Розенфельд С.Б.**, Волков С.В., Рогова Н.В., Киртаев Г.В., Соловьев М.Ю., 2021. Влияние изменений условий гнездования в Арктике на экспансию российской популяции белошекой казарки (*Branta leucopsis*). *Зоологический журнал*, 100 (5): 510–523.
24. Панов И.Н., Литвин К.Е., Эббинге Б.С., **Розенфельд С.Б.**, 2021,. Причины снижения численности западных подвидов гуменника (*Anser fabalis fabalis* и *Anser fabalis rossicus*): о чем говорят данные кольцевания? *Зоологический журнал*, 100 (7): 790–801.
25. Шереметьев И.С., **Розенфельд С.Б.**, Баранюк В.В. 2021. Трофическая избирательность травоядных о. Врангеля и ее роль в круговороте вещества арктической экосистемы. *Сибирский экологический журнал*, 28 (2): 174–186.
26. Шереметьев И.С., **Розенфельд С.Б.**, Баранюк В.В., 2021. Трофические взаимодействия белого гуся и черной казарки в период размножения в аспекте популяционной динамики. *Экология*, 6: 460–469.
27. Solovyeva Diana, Aarvak Tomas, Emelianov Vladimir, Kondratiev Alexander, Bysykatova-Harmey Inga, Kharitonov Sergey, Kochetkov Denis, Reutova Maria, **Rozenfeld Sonia**, 2022. Distinguishing Tundra Bean Goose *Anser fabalis* subspecies: blind testing goose experts, using photographs taken in the field. *Wildfowl*, 72: 152–163.
28. Шереметьев И.С., **Розенфельд С.Б.**, Лавриненко И.А., 2023. Трофическая избирательность белошекой казарки и белолобого гуся в районе репродуктивной концентрации. *Экология*, 5: 356–364.
29. Соловьева Д.В., Барыкина Д.А., Киртаев Г.В., Данилова В.В., **Розенфельд С.Б.**, 2023. Тундровый лебедь (*Cygnus columbianus*, Anatidae) в восточном секторе азиатской Арктики: тренды численности и области распространения разных пролетных популяций. *Зоологический журнал*, 102 (1): 46–58.

30. Панов И.Н., Розенфельд С.Б., Харитонов С.П., Литвин К.Е., 2023. Миграционные связи водоплавающих птиц севера Западной Сибири (по данным кольцевания). Зоологический журнал, 102 (1): 59–81.
31. Розенфельд С.Б., Бысыкатова-Харми И.П., Барыкина Д.А., Киртаев Г.В., Соловьева Д.В., 2023. Современные тренды популяций стерха (*Grus leucogeranus*) и канадского журавля (*Grus canadensis*) (Gruidae, Gruiformes) в тундрах Якутии и Чукотки по данным авиаучетов. Зоологический журнал, 102 (2): 181–194.
32. Розенфельд С.Б., Поповкина А.Б., Соловьев М.Ю., Киртаев Г.В., Рогова Н.В., 2023. Опыт оценки численности и распределения гусей и казарок на полуострове Таймыр методом авиаучета. Труды Зоологического института РАН, 327 (4): 643–658.
33. Solovyeva Diana, Rozenfeld Sonia, Barykina Daria, Kirtaev George, Danilova Valeria, Fanjuan Meng, Lei Cao, Guanghun Lei, Qing Zeng, 2024. Estimated size of the Eastern population of the Lesser White-fronted Goose *Anser erythropus* revealed from aerial surveys of key moulting sites. Wildfowl, 74: 53–68.
34. Rees Eileen C., Rozenfeld Sonia, Vangeluwe Didier, Ioannidis Panagiotis, Erciyas-Yavuz Kiraz, Belousova Anna, Rustamov Eldar, Solokha Alexander, Sultanov Elchin, Kowallik Christine, Portolou Danae, Khrokov Artyom, Šćiban Marco, Ajder Vitalie, Zenatello Marco, Koffijberg Kees, Kirtaev George, Rogova Natalia, Ghasabyan Mamikon, Wood Kevin A., Langedoen Tom, Nagy Szabolcs, Clausen Preben, Anthony D. Fox, 2024. International census and population trends for Bewick's Swans *Cygnus columbianus bewickii* wintering from the East Mediterranean to Central Asia, 2024. Wildfowl, SI7: 3–25.
35. Розенфельд С.Б., Стрельников Е.Г., Волков С.В., 2024. Маршруты миграции и ключевые остановки *Anser fabalis fabalis* (Anseriformes): анализ проблем охраны. Nature Conservation Research. Заповедная наука 2024, 9(4): 80–92.

#### *Коллективные монографии и главы в них*

36. Rosenfeld S.B., Kirtaev G.V., Soloviev M.Yu., Rogova N.V., Kirpotin S.N., Zamyatin D.O., 2020. Conservation issues of migratory Anseriformes in the Arctic: the experience of the Yamal-Nenets autonomous okrug in: The Arctic: Current Issues and Challenges (eds. Oleg S. Pokrovsky, Sergey N. Kirpotin et al.). Nova Science Publishers, Inc. p. 185–205.
37. Розенфельд С.Б. 2021. Краснозобая казарка. В книге: Красная книга Российской Федерации. Москва. С. 559–560.
38. Розенфельд С.Б. 2021. Серый гусь. В книге: Красная книга Российской Федерации. Москва. С. 570–572.
39. Розенфельд С.Б., Замятин Д.О. 2021. Западный лесной гуменник. В книге: Красная книга Российской Федерации. Москва. С. 573–575.
40. Розенфельд С.Б. 2021. Малый лебедь. В книге: Красная книга Российской Федерации. Москва. С. 577–579.

#### *Монографии*

41. Розенфельд С.Б., 2009. Питание казарок и гусей в Российской Арктике. М.: Товарищество научных изданий КМК. 236 с.

42. **Розенфельд С.Б.**, 2011. Атлас микрофотографий кутикулярной структуры эпидермиса кормовых растений позвоночных фитофагов тундровой и степной зон Евразии. М.: Товарищество научных изданий КМК. Электронное издание.
43. **Розенфельд С.Б.** (ред.), 2023. Красная книга Ямало-Ненецкого автономного округа: животные, растения, грибы. 3-е издание. Салехард: Департамент природных ресурсов и экологии Ямало-Ненецкого автономного округа. 322 с.

#### *Статьи в сборниках и прочих изданиях*

44. **Розенфельд С.Б.**, 1997. Методика копрологического анализа на примере изучения состава кормов гусей в тундрах Таймыра. Казарка, 3: 38–52.
45. **Розенфельд С.Б.**, Сыроечковский младший Е.Е., 1998. Питание черной казарки в тундрах России в период размножения. Казарка, 4: 96–119.
46. **Розенфельд С.Б.**, Сыроечковский Е.Е., 2010. Стратегия оптимизации использования ресурсов гусеобразных птиц Кумо-Манычской низменности (Предкавказье). Казарка, 3: 147–159.
47. **Розенфельд С.Б.**, Иванов М.Н., Плец М.Ю., Нечаев М.Г., 2010. Экологические особенности питания белошекой казарки и трофические связи гусеобразных на лайдовых приморских лугах полуострова Канин. Казарка, 14: 138–169.
48. Vangeluwe D., **Rozenfeld S.B.**, Dmitriev A.E., Bulteau V., 2012. Preliminary results from GPS tracking of Red-breasted geese (*Branta ruficollis*) from their Gydan peninsula (Russia) breeding grounds. Casarca, 15 (2): 80–90.
49. **Розенфельд С.Б.**, Дмитриев А.Е., Бюльто В., Ванжелюв Д., 2012. Результаты учетов численности редких гусеобразных в северо-восточной части Гыданского полуострова летом 2012 г. Казарка, 15 (2): 176–182.
50. **Розенфельд С.Б.**, Тимошенко А.Ю., Вилков В.С., 2012. Результаты осенних учетов численности гусей и казарок на территории Североказахстанской миграционной остановки в 2012 г. Казарка: 15 (2): 164–175.
51. **Розенфельд С.Б.**, Дмитриев А.Е., Бюльто В., Ванжелюв Д., 2013. Новости о краснозобой казарке и других гусеобразных птицах в бассейнах рек Захаровой Рассохи и Новой (юго-восточный Таймыр). Казарка, 16: 158–168.
52. **Розенфельд С.Б.**, Киртаев Г.В., Шоффеньель М., Ванжелюв Д., 2014. Краснозобая казарка и пискулька на Южном Ямале. Казарка, 17: 46–56.
53. **Розенфельд С.Б.**, Тимошенко А.Ю., Зубань И.А., 2016. Мониторинг состояния популяций гусей и казарок северо-казахстанской миграционной остановки как основа для разработки мер по их сохранению. Казарка, 19 (1): 94–128.
54. **Розенфельд С.Б.**, Киртаев Г.В., Ванжелюв Д., Замятин Д.О., 2016. Результаты применения инновационных методов мониторинга и изучения мигрирующих гусеобразных птиц. Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа, 4 (93): 51–58.
55. **Розенфельд С.Б.**, Киртаев В.Г., 2017. Необходимость создания сети сезонных ООПТ для сохранения мигрирующих водоплавающих. В сборнике: Вклад особо охраняемых природных территорий Архангельской области в сохранение природного и культурного наследия. Материалы докладов межрегиональной научной конференции, посвященной 100-летию заповедной системы России: 186–191.

56. **Розенфельд С.Б.**, Киртаев Г.В., Соловьев М.Ю., Рогова Н.В., 2018. Гусеобразные Гыданского полуострова и прилегающих островных территорий и перспективы их сохранения. Казарка, 20: 88–112.
57. **Розенфельд С.Б.**, Замятин Д.О., Ванжелюв Д., Киртаев Г.В., Рогова Н.В., Као Л., Поповкина А.Б., 2018. Лесной гуменник в Ямало-Ненецком автономном округе. Казарка, 20: 28–52.
58. **Розенфельд С.Б.**, Киртаев Г.В., 2018. Применение легкой авиации в арктических регионах России для решения научных и природоохранных задач: опыт и перспективы. Научный вестник Арктики, 6: 26–32.
59. **Розенфельд С.Б.**, Стрельников Е.Г., 2019. Новые сведения о зимовке лесного гуменника *Anser fabalis fabalis*, гнездящегося в заповеднике «Юганский» Русский орнитологический журнал, 28 (1858): 5683–5687.
60. **Розенфельд С.Б.**, Перковский М.Н., Рогова Н.В., Дмитриев А.Е., Иванов М.Н., 2020. Результаты учета лебедей в дельте р. Волги в феврале 2020 г. Казарка, 22: 38–42.
61. Головнюк В.В., Бондарь М.Г., Гаврилов А.А., Колпашиков Л.А., **Розенфельд С.Б.**, Киртаев Г.В., Поповкина А.Б., 2020. Распространение и динамика численности малого лебеда на Таймыре. Казарка, 22: 49–57.
62. Морозов В.В., **Розенфельд С.Б.**, Рогова Н.В., Головнюк В.В., Киртаев Г.В., Харитонов С.П., 2020. Какова численность белых сов в Российской Арктике? Орнитология, 44: 18–25.
63. **Розенфельд С.Б.**, Киртаев Г.В., 2019. Применение легкой авиации в арктических регионах России для решения научных и природоохранных задач: опыт и перспективы. Научный вестник Арктики, 6: 26–32.
64. **Розенфельд С.Б.**, Баянов Е.С., Богомякова Н.Г., Стрельников Е.Г., 2020. О значении миграционной остановки лесного гуменника *Anser fabalis fabalis* в Свердловской области, выявленной с помощью гусыни, помеченной GPRS передатчиком. Русский орнитологический журнал, 29 (1927): 2333–2337.
65. **Розенфельд С.Б.**, Рогова Н.В., Киртаев Г.В., Соловьев М.Ю., 2021. Перспективы организации мониторинга гусеобразных птиц в Ненецком автономном округе в период осенней миграции с целью их эффективной охраны. Казарка, 23: 84–100.
66. **Розенфельд С.Б.**, Рогова Н.В., Киртаев Г.В., Соловьев М.Ю., 2021. Численность и распределение водоплавающих птиц на территории Ненецкого автономного округа на осеннем пролете в 2019 г. Казарка, 23: 51–83.
67. Демьянец С.С., **Розенфельд С.Б.**, 2022. Влияние весенней охоты на распределение гусеобразных птиц Кумо-Манычской впадины. Экосистемы: экология и динамика, 6 (1): 134–146.