

Оригинальная статья / Original article
УДК 598.279.24
DOI: 10.18470/1992-1098-2025-3-7



Оценка плотности куропаток (*Lagopus* spp.) как основного пищевого ресурса кречета (*Falco rusticolus*) в осенний период на Ямале

Наталья А. Соколова, Иван А. Фуфачев, Александр А. Соколов

Арктический научно-исследовательский стационар Института экологии растений и животных УрО РАН, Лабытнанги, Россия

Контактное лицо

Наталья А. Соколова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт экологии растений и животных УрО РАН; 629404 Россия, г. Лабытнанги, ул. Зеленая горка, 21.
Тел. +79224591097
Email nasokolova@yandex.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6692-4375>

Формат цитирования

Соколова Н.А., Фуфачев И.А., Соколов А.А.
Оценка плотности куропаток (*Lagopus* spp.) как
основного пищевого ресурса кречета (*Falco
rusticolus*) в осенний период на Ямале // Юг
России: экология, развитие. 2025. Т.20, N 3.
С. 82-92. DOI: 10.18470/1992-1098-2025-3-7

Получена 28 мая 2025 г.
Прошла рецензирование 14 июля 2025 г.
Принята 25 июля 2025 г.

Резюме

Цель: оценить плотность населения куропаток (*Lagopus* spp.), необходимую для успешного массового размножения кречетов (*Falco rusticolus*) на новых северных территориях его гнездового ареала на полуострове Ямал.

Авиаучеты куропаток с борта вертолета Ми-8 в октябре на маршруте г. Лабытнанги – мыс Тиутей-Сале. Маршрут протяженностью 560 км охватил три биоклиматические подзоны тундры. Всего учтено 17 407 куропаток.

Плотность встреченных куропаток колебалась от 3,60 до 55,17 птиц на 1 км² в разных подзонах тундр полуострова. Усредненные значения трех авиаучетов показали сходные значения для подзоны типичных и арктических тундр: 34,04±7,37 и 33,53±11,17 особей/км² соответственно. В кустарниковой тундре плотность была в четыре раза меньше и составила 8,45±2,69 особей/км².

Высокая плотность куропаток, зарегистрированная к северу от подзоны кустарниковых тундр, может являться залогом успешного регулярного гнездования кречетов в этих районах. По нашим оценкам, выявленное высокое обилие куропатки на среднем и северном Ямале достаточно для успешного гнездования здесь нескольких десятков пар кречетов.

Ключевые слова

Куропатки, кречет, авиаучет, Ямал.

Assessment of ptarmigan (*Lagopus* spp.) density as the main prey for gyrfalcon (*Falco rusticolus*) in autumn on the Yamal Peninsula

Natalia A. Sokolova, Ivan A. Fufachev and Aleksandr A. Sokolov

Arctic Research Station of the Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Labytnangi, Russia

Principal contact

Natalia A. Sokolova, PhD, Arctic Research Station of the Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, 21 Zelenaya Gorka St, Labytnangi, Russia 629404.

Tel. +79224591097

Email nasokolova@yandex.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6692-4375>

How to cite this article

Sokolova N.A., Fufachev I.A., Sokolov A.A.

Assessment of ptarmigan (*Lagopus* spp.) density as the main prey for gyrfalcon (*Falco rusticolus*) in autumn on the Yamal Peninsula. *South of Russia: ecology, development*. 2025; 20(3):82-92. (In Russ.) DOI: 10.18470/1992-1098-2025-3-7

Received 28 May 2025

Revised 14 July 2025

Accepted 25 July 2025

Abstract

Aim. To assess the population density of ptarmigans (*Lagopus* spp.) necessary for the successful breeding of Gyrfalcons (*Falco rusticolus*) in the new northern expansion of its breeding range on the Yamal Peninsula.

Aerial surveys of ptarmigan were conducted from an Mi-8 helicopter in October along the route from the town of Labytnangi – Cape Tiuitei-Sale. The 560 km long route covers three bioclimatic tundra subzones. A total of 17,407 ptarmigans were counted.

The density of ptarmigan encountered ranged from 3.60 to 55.17 birds per km² in different tundra subzones of the peninsula. The averaged numbers from three aerial surveys showed similar densities for typical and arctic tundra subzones: 34.04 ± 7.37 and 33.53 ± 11.17 individuals/km², respectively. In the shrub tundra, the density was four times lower – 8.45 ± 2.69 individuals/km².

The high ptarmigan density recorded north of the shrub tundra subzone may ensure successful, regular nesting of Gyrfalcons in these areas. According to our estimates, the revealed high abundance of ptarmigans in central and northern Yamal is sufficient for the successful nesting of several dozen pairs of Gyrfalcons.

Key Words

Ptarmigans, gyrfalcon, aerial survey, Yamal.

ВВЕДЕНИЕ

Куропатки (белая *Lagopus lagopus* и тундряная *Lagopus mutus*) являются важнейшей добычей для кречета [1–3]. Начало сезона размножения у кречетов (спаривание, откладка яиц, вылупление птенцов), происходит в марте-мае, фактически в зимних условиях, когда в тундре для них фактически нет других видов добычи [4]. В сезон размножения в разных частях гнездового ареала кречета, доля куропаток в его питании колеблется от 44,5–67,7 % [5–7] до 95,7–98,9 % [8; 9].

Кречеты, как и все другие виды соколов не строят собственных гнезд, а занимают постройки других видов птиц. Северная граница ареала размножения кречета на Ямале, до недавнего времени, ограничивалась 67,8 с.ш., в районах с пойменными лиственничниками некоторых рек на крайнем юге полуострова, а также редкими на юге Ямала скальными выходами. В этих местах, на деревьях или на скалах, строят свои гнезда вороны (*Corvus corax*), орланы-белохвосты (*Haliaeetus albicilla*), беркуты (*Aquila chrysaetos*) и зимняки (*Buteo lagopus*), которые и занимает кречет [10].

В последние десятилетия происходит масштабное промышленное освоение месторождений углеводородов на полуострове Ямал, что привело к развитию техногенного ландшафта, включая возвышающиеся над относительно плоской поверхностью тундры полуострова сооружения инфраструктуры: буровые вышки, линии электропередач, газопроводы, вышки связи и прочее [11]. Один из самых масштабных и протяженных линейных объектов – построенная вдоль полуострова Ямал самая северная железная дорога в мире Обская-Карская. Однопутная железная дорога начинается в пригороде г. Лабытнанги (станция Обская) и заканчивается на 572 км (станция Карская). Строительство дороги было начато в 1986 г., и к 2003 г., за 17 лет, были проложены первые 268 км пути. Затем, всего за 4 года (2006–2010 гг.), построено еще 304 км пути до ст. Карская. Подзону кустарниковой тундры дорога пересекает ближе к западному берегу Ямала, и подходя в подзоне типичной тундры ближе к середине полуострова, дорога у своего северного окончания вновь склоняется к западному берегу. Железная дорога имеет несколько десятков мостовых переходов, некоторые конструкции которых возвышаются на 10–15 м над окружающей пологой тундрой, и на 10–20 м над руслами рек и ручьев, над которыми мосты проложены. На этих мостах, иногда сразу на следующий год после постройки конкретного моста, стали строить гнезда и успешно выводить потомство вороны [12]. Некоторые гнезда, построенные вороном на мостах, стал занимать кречет, что привело к значимому расширению нативного гнездового ареала этого краснокнижного хищника на сотни километров к северу, вплоть до самого северного моста в районе 70,3° с.ш. На всем протяжении трассы к 2017 г. гнезилось уже 5 пар кречетов [12].

Вместе с тем, современная обеспеченность кречета куропаткой в новых для него районах гнездования в типичной тундре на Ямале остается не выясненной. Самые свежие данные о численности или плотности населения куропаток в типичной и арктической подзонах тундры Ямала относятся к

1970–1990-м годам прошлого века [13–16], когда кречет тут еще не гнезился.

Два вида куропаток, белая и тундряная, имеют циркумполярное распространение и являются одними из немногих видов птиц, которые обитают в высоких широтах круглый год [17]. Белая куропатка гнездится практически на всей территории полуострова Ямал за исключением его самой северной оконечности. По мнению В.К. Рябицева и В.Н. Рыжановского [18], по данным работ в 1980-е годы, северная граница гнездования вида на Ямале не выходила за линию около 71,5° с.ш., в бассейнах рек Тамбей на востоке и Сядорьяха на западе полуострова. Тундряная куропатка – нерегулярно гнездящийся, малочисленный вид на всей территории Ямала, кроме самой северной части полуострова, где она более обычна, чем белая куропатка [18]. Считается, что для полуострова Ямал характерны сезонные перемещения куропаток. В зимний период большинство птиц с Ямала откочевывает в южную часть полуострова, а весной возвращаются к северу [19; 20]. Наиболее дальние перемещения известны по данным кольцевания: птицы, помеченные размножающимися на границе типичной и арктической подзон тундры летом (июнь–июль), были добыты охотниками в лесотундре зимой (февраль) [18]. Расстояние между районом мечения и добытия составляет более 500 км. Масштабы и регулярность таких сезонных перемещений могут отличаться в разные годы и зависеть, в основном, от погодных условий конкретных сезонов, т.е. в некоторые годы много куропаток может оставаться в подзоне типичной тундры Ямала [18; 20]. Основной причиной откочевки куропаток с севера зимой считается отсутствие достаточного количества корма: невысокие в типичной тундре кусты скрыты снегом, как и другие растительные ресурсы питания [21].

На сегодняшний день нет общих трендов в оценке плотности населения и динамике численности куропаток в циркумполярной Арктике [17]. Региональные обзоры показывают затухание популяционных циклов у белой куропатки на территории Юкона в Канаде [22] и тенденции к сокращению популяций по всей Фенноскандии и на востоке России [17; 23]. Сокращение численности белой куропатки в Финляндии было связано с большим количеством бесснежных весенних дней [24], в Норвегии – с фрагментацией зарослей ивы из-за поедания копытными, повышением зимних температур и опосредованно – с сокращением популяций мелких грызунов [25–27]. Однако, изменение климата может оказать разнонаправленное воздействие на популяции белой куропатки, если изменения температуры и количества осадков могут снизить успешность размножения куропаток, то продвигающиеся к северу «закустаривание» тундры может обеспечить им дополнительную среду обитания и питания, особенно в зимний период [28; 29]. На Ямале недавно задокументированный, обусловленный изменениями климата сдвиг границ подзон тундры к северу [30], может свидетельствовать и о продвижении ивовых кустарников далее к северу и об увеличении высоты этих кустарников. В дополнении к изложенной выше нерегулярной природе осенних откочевок куропаток из северной и средней части Ямала, это может служить

дополнительным фактором, который в последние годы может «оставлять» куропаток на зиму в более высоких широтах.

Существует несколько методов оценки плотности популяций куропаток [2; 17]. Некоторые исследователи полагают, что для определенных задач авиаучёт является более удобным методом, в сравнении с наземными учетами, потому что он позволяет за короткое время получать абсолютные данные для больших площадей со сравнительно небольшими усилиями учетчиков [31; 32]. В настоящее время его активно используют для учёта тетеревиных птиц [33] и водоплавающих [34; 35]. Особенную ценность авиаучёты имеют в труднодоступных для исследователей обширных районах севера [34; 36]. Учеты птиц в тундре весной или ранним летом дают представление об обилии размножающихся птиц. Осенний учёт характеризует суммарную численность взрослых и молодых птиц, родившихся в год учёта. В случае с охотничьими видами, которыми являются и куропатки, такую численность часто называют «предпромысловой» [34; 37].

Наша гипотеза перед проведением учетных работ состояла в том, что мы обнаружим сравнительно высокую для успешного массового размножения куропаток численность куропатки на новых северных

территориях гнездового ареала кречета на Ямале. Важными задачами исследования были получение данных по распределению куропаток по разным подзонам тундры п-ова Ямал, оценка современной плотности населения куропаток и сравнение этих значений с другими районами гнездового ареала кречета.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Район исследования

Полуостров Ямал расположен на севере Западной Сибири, с запада омывается Байдацкой, а с востока – Обской губой Карского моря. Ямал простирается более чем на 770 км с юга на север и имеет относительно постоянную ширину 200–250 км. Рельеф однородный и исключительно ровный, с максимальной высотой около 90 м н.у.м. на возвышенности Хой, проходящей примерно посередине вдоль полуострова, а на остальной территории полуострова не превышает 20–50 м. Ландшафт характеризуется многочисленными озерами и реками, но при этом не имеет существенных географических барьеров для распространения наземных видов [38].

На полуострове Ямал располагаются три биоклиматические подзоны Арктики [39] (рис. 1).

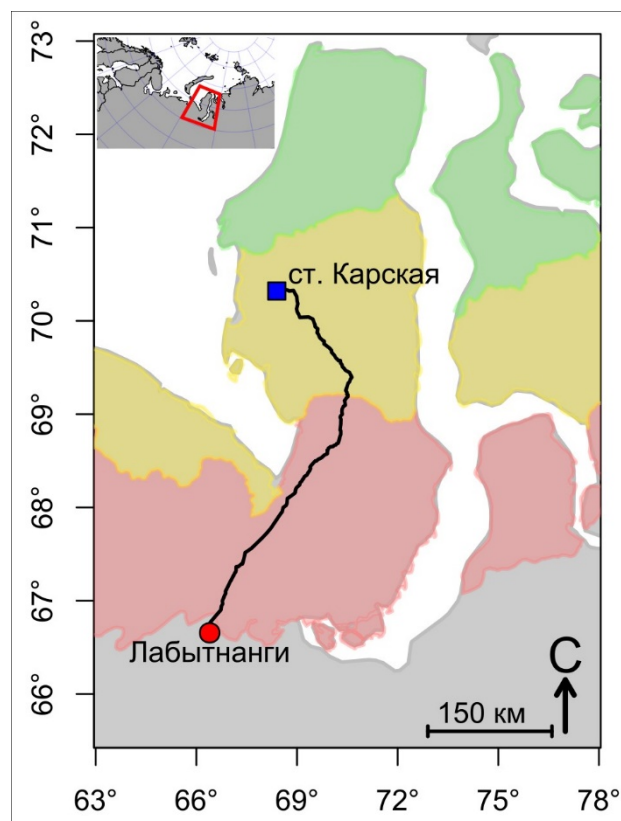


Рисунок 1. Полуостров Ямал и железная дорога Обская-Карская (черная линия). Разными цветами обозначены различные подзоны тундры: зеленый – подзона С, желтый – подзона D, красный – подзона E, серый – лесотундра
Figure 1. Yamal peninsula and the Obskaya-Karskaya railway (black line). Different colours indicate different tundra subzones: green – subzone C, yellow – subzone D, red – subzone E, grey – forest tundra

Каждая подзона охватывает примерно треть часть полуострова, начиная с подзоны С на севере (соответствует арктической тундре по [40]), далее к югу подзоны D и E (типичная и кустарниковая тундры), достигая экотона лесотундры на крайнем юге полуострова. Характеристики этих подзон различаются,

уменьшаясь с юга на север по средней температуре июля, фитомассе, особенностям структуры растительного покрова и другим параметрам, в частности, по обилию зарослей ивы (*Salix* spp.). Проходя через всю подзону кустарниковых тундр железная

дорога «Обская-Карская» почти полностью пересекает подзону типичных тундр (рис. 1).

Маршрут и методика авиаучётов

Авиаучёты куропаток проводили 11 октября 2023 г. с борта вертолѐта МИ 8. Два учётчика фотографировали всех встреченных куропаток по разным бортам вертолѐта на маршруте перелета в северном направлении из г. Лабытнанги (66,6° с.ш. 66,4° в.д.) до мыса Тиутей-Сале (71,4° с.ш., 67,5° в.д.) на северо-западном побережье п-ова Ямал, в западную и восточную сторону от общего направления полета. Один учётчик считал куропаток в южном направлении по пути обратно с левого борта вертолѐта, в восточную сторону от общего направления полета. Маршрут полета записывали с помощью навигатора Garmin GPSMap 66 st.

Для статистической обработки материала весь маршрут авиаучетов был поделен на временные отрезки длительностью в одну минуту. Если в течении минуты было сфотографировано несколько разных стай куропаток, то эти данные суммировались. Используя информацию о количестве куропаток и геопозиции отрезка пути в течении одной минуты полета, мы суммировали всех куропаток для каждой биоклиматической подзоны тундры и рассчитали плотность встреченных куропаток на 1 км². Для определения площади, охваченной авиаучетом, мы использовали данные о длине маршрута и ширине полосы подсчета куропаток. Для вычисления ширины учетной полосы с каждого борта вертолѐта мы использовали геометрические вычисления (рис. 2).

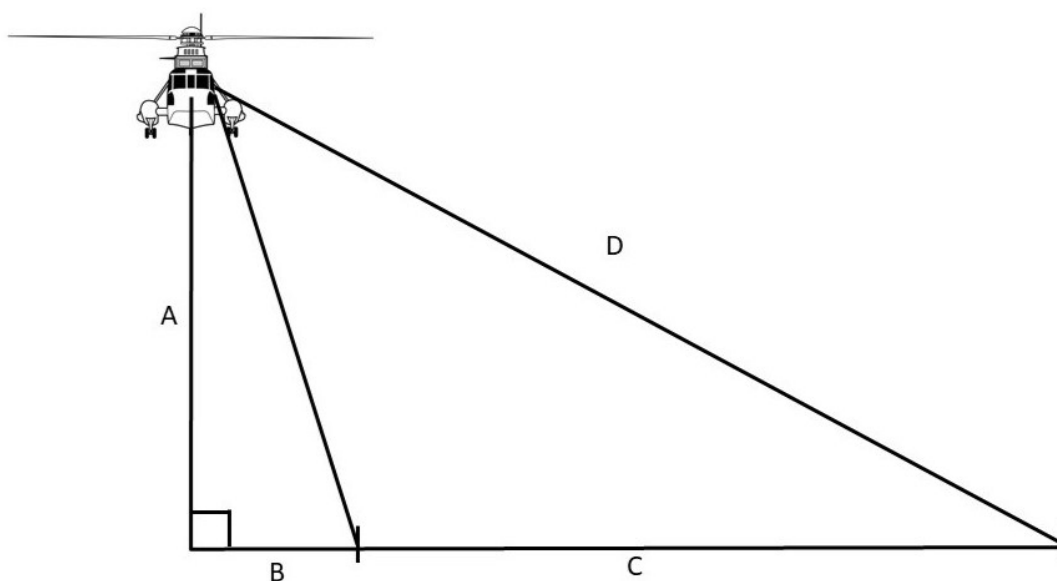


Рисунок 2. Схематичное изображение параметров для вычисления ширины учетной полосы

A – высота полета вертолѐта, B – «слепая» для наблюдателя зона под вертолѐтом, C – ширина учетной полосы, D – расстояние от наблюдателя до максимально удаленной точки фотографирования

Figure 2. A schematic representation of the parameters for calculating strip width of counting procedure
A – helicopter flight height, B – observer's "blind" area under the helicopter, C – strip width of counting,
D – distance from the observer to the most distant point of photographing

Как видно из рисунка 2, мы взяли прямоугольный треугольник, вершинами которого являлись летящий вертолѐт, точка на поверхности земли вертикально под вертолѐтом и точка на поверхности земли максимально удаленная от наблюдателя, до которой производили фотографирование куропаток. Один из катетов треугольника – средняя высота полета вертолѐта при перелетах и на юг, и на север составила 200 м по данным GPS навигатора. Длина гипотенузы прямоугольного треугольника от наблюдателя до максимально удаленной точки фотографирования составила 600 м по данным лазерного дальномера Nikon Forestry Pro. Таким образом, длина второго катета треугольника (ширина учетной полосы одного наблюдателя с одной стороны вертолѐта), вычисленная по теореме Пифагора, составила 565,68 м. Из этой величины мы отняли 60 м – слепую зону для каждого наблюдателя непосредственно под вертолѐтом.

Принимая во внимание, что высота полета вертолѐта на таком протяженном маршруте регулярно отклонялась в обе стороны на несколько метров, а также тот факт, что некоторые куропатки иногда могли быть сфотографированы в нескольких метрах дальше точки 600 м от наблюдателя, мы приняли усредненную ширину учетной полосы для одного наблюдателя с одного борта вертолѐта равной 500 м.

Видимость на всем протяжении учета на маршруте и туда и обратно была хорошая, не менее 5 км. Основной цвет земной поверхности во время учета можно охарактеризовать как бурый (серовато-коричневый с рыжеватым или красноватым оттенком), тундра была еще не покрыта снегом. На фоне бурой осенней растительности уже полностью белое в это время года оперение куропаток было хорошо заметно на сотни метров от вертолѐта. Характерный размер, габитус, профиль птиц в полете, местообитания в

которых они находились, гарантировали безошибочное определение куропаток от других видов птиц или млекопитающих, также имеющих белый окрас в это время года в районе исследований (лебеди, чайки, зайцы, песцы). Видовую принадлежность куропаток с такого расстояния достоверно определить невозможно, поэтому в учет попали как белые, так и тундряные куропатки. Каждую встречу куропаток на маршруте фиксировали с помощью фотокамер Nikon D3500 с

объективом 75–300 мм и Canon EOS 7D с объективом 100–400 мм. Для географической привязки фотографий время на фотоаппаратах и GPS навигаторе было синхронизировано. Подсчет числа куропаток мы проводили на компьютере. Если в одном кадре было большое количество куропаток, не позволяющее уверенно пересчитать всех птиц, мы делили кадр на сектора, внутри которых производили точный подсчет птиц (рис. 3).

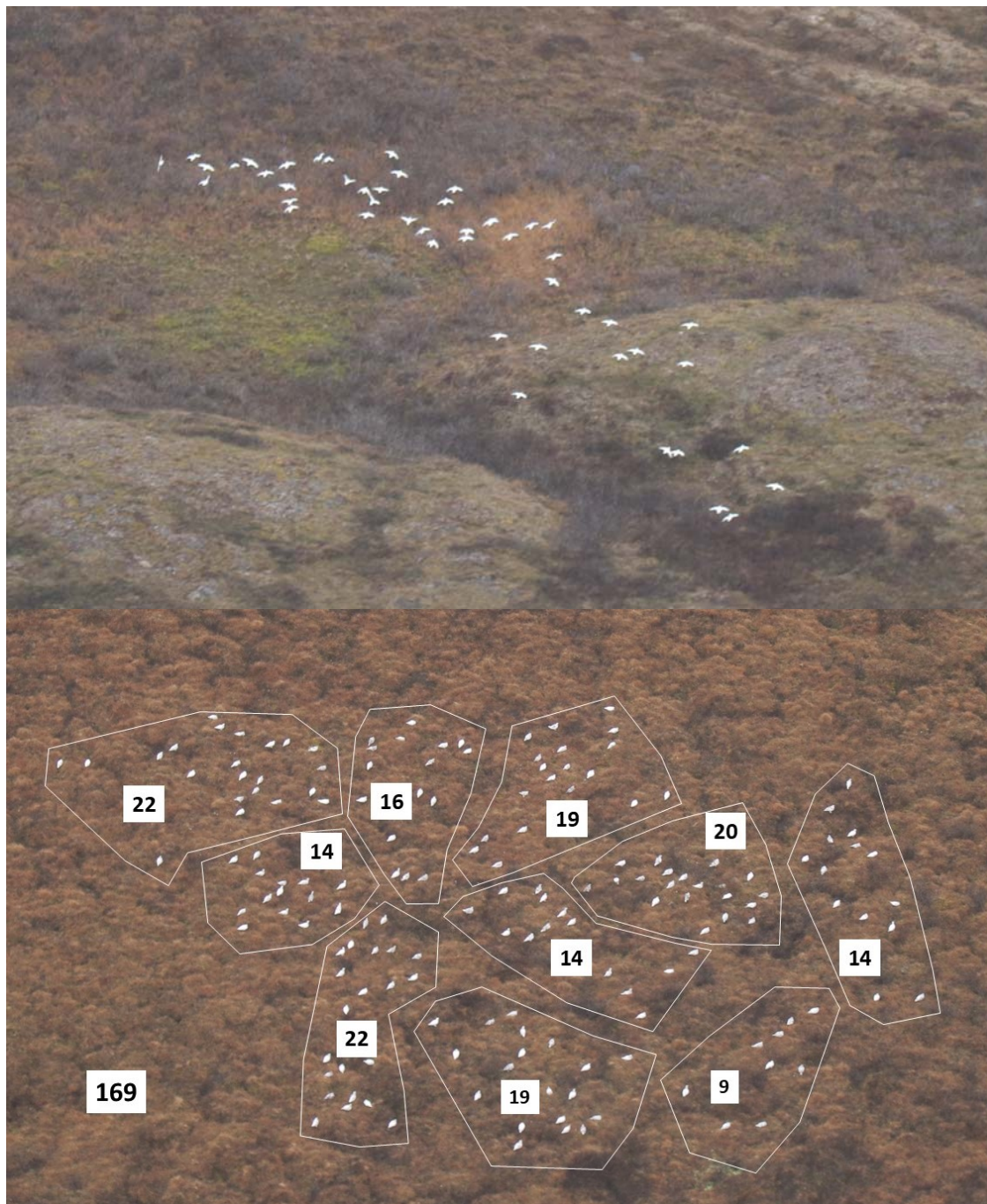


Рисунок 3. Примеры фотографий куропаток, сделанных во время авиаучетов и пример подсчета числа птиц на кадрах с большим количеством особей

Figure 3. Examples of photographs of ptarmigans taken during aerial surveys and an example of bird counts on pictures with a large number of individuals

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных 11 октября 2023 г. работ, мы располагаем данными трех авиаучетов: два учета в западную и восточную стороны от направления

движения вертолета во время перелета на север, и один учет с восточной стороны от направления движения вертолета во время перелета на юг. Маршрут перелета вертолета в обе стороны практически

совпадал. Время проведения учета: во время перелета на север с 09:10 до 12:35, во время перелета на юг с 13:45 до 17:00. Длина маршрута, на котором учитывали куропаток, была равной в обе стороны перелета.

Расстояние между крайними южной и северной точками маршрутов учета составило 560 км.

На фотографиях было подсчитано 17 407 куропаток (табл. 1).

Таблица 1. Количество куропаток, посчитанных на фотографиях во время трех авиаучетов в разных подзонах тундры, в скобках указана протяженность маршрута

Table 1. The number of ptarmigans counted in photographs during three aerial surveys in different tundra subzones, with route length in brackets

	Подзона / Subzone E (290 км)	Подзона / Subzone D (200 км)	Подзона / Subzone C (70 км)	Всего / All (560 км)
Учет А Count A	522	4 745	626	5 893
Учет Б Count Б	1 870	2 203	964	5 037
Учет В Count В	1 283	3 263	1 931	6 477
Сумма Sum	3 675	10 211	3 521	17 407

Всего, куропаток обнаружили на 396 фотографиях, из них на 102 фото с западной стороны вертолета (учет А) и 126 фото с восточной стороны вертолета (учет Б) при перелете на север, и 168 фото с восточной стороны вертолета (учет В) при перелете на юг. На маршруте

были встречены одиночные куропатки, но чаще группы (стаи) птиц. Максимальное число куропаток в одном кадре – 297 особей. Характер распределения куропаток в разных подзонах тундры во время проведения учета различался (рис. 4).

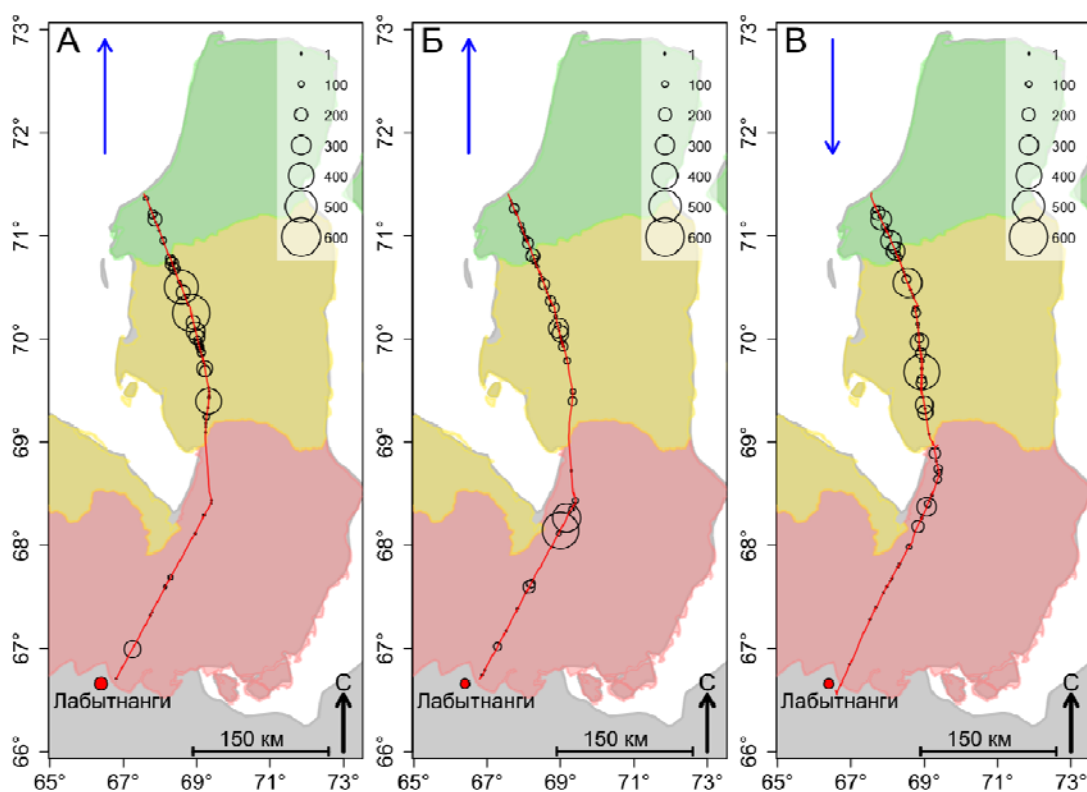


Рисунок 4. Карта маршрутов перелета вертолета и относительное обилие куропаток во время авиаучетов от г. Лабытнанги до мыса Тиутей-Сале: (А) с восточной, (Б) с западной стороны вертолета во время перелета по направлению юг-север, (В) с восточной стороны вертолета во время перелета по направлению север-юг. Синие стрелки указывают направление полета, красная линия показывает маршрут. Черные окружности отображают количество куропаток, сфотографированных в течение минуты на разных участках маршрута.

Цветом обозначены различные подзоны тундры: красный – подзона Е, желтый подзона D, зеленый – подзона C

Figure 4. Map of helicopter flight routes and relative abundance of ptarmigans during aerial surveys from Labytnangi to cape Tiutey-Sale: (A) from the east, (B) from the west side of the helicopter during the south-north flight, (C) from the east side of the helicopter during the north-south flight.

The blue arrows indicate the direction of flights, while the red line shows the route. Black circles represent the number of ptarmigans photographed per minute at different parts of the route. Colours indicate different tundra sub-zones: red – sub-zone E, yellow – sub-zone D, green – sub-zone C

При пересчете сфотографированных куропаток внутри каждой из подзон тундры в результате трех авиаучетов мы получили данные о плотности куропаток и среднем

количестве особей в стаях на территории трех разных подзон тундры (табл. 2).

Таблица 2. Плотность (особей/км²) и среднее количество особей в стаях куропаток (*Lagopus* spp.) по результатам авиаучетов в разных биоклиматических подзонах тундры полуострова Ямал 11 октября 2023 г.

Table 2. Density (individuals/km²) and average number of individuals in ptarmigan (*Lagopus* spp.) flocks based on the results of aerial surveys in different bioclimatic subzones of the Yamal Peninsula tundra on 11 October 2023

	Подзона Subzone Е	Подзона Subzone D	Подзона Subzone С	На всем маршруте Along the entire route	Среднее количество особей в стае ± ош.ср. Average number of individuals in a flock ± st.er.
Учёт / Count А	3,60	47,45	17,89	21,04	46,77 ± 4,78
Учёт / Count Б	12,90	22,03	27,54	17,99	49,38 ± 4,88
Учёт / Count В	8,85	32,63	55,17	23,13	38,55 ± 3,42
Средняя плотность ± ош.ср. Average density ± se.	8,45 ± 2,69	34,04 ± 7,37	33,53 ± 11,17	-	-
Среднее количество особей в стае ± ош.ср. Average number of individuals in a flock ± se.	47,73 ± 6,31	47,05 ± 3,42	34,52 ± 4,99	-	-

Мы обнаружили, что средняя плотность птиц на один квадратный километр в кустарниковой тундре (8,45±2,69 особей) была в четыре раза ниже, чем в типичной и в арктической тундре (34,04±7,37 и 33,53±11,17 особей соответственно). В рамках трех учетов в пределах трех разных подзон тундры, плотность встреченных куропаток варьировала от 3,60 до 55,17 особей/км², а среднее количество особей в стае на всем маршруте от 34,52±4,99 до 49,38±4,88 куропаток.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам авиаучёта куропаток мы подтвердили гипотезу, основанную на данных о недавнем расширении ареала гнездования кречетов в северных районах [12]. Осенью 2023 г. в тундрах Ямала мы обнаружили высокую плотность куропаток, особенно на территории подзон типичной и арктической тундры. Данные нашего авиаучета с выявленной средней плотностью куропаток в разных подзонах тундры Ямала превышают показатели проводимых ранее авиаучетов не только на Ямале, но и в других частях их ареала [14; 31; 36; 37]. Наши данные о плотности куропаток превышают аналогичные показатели, полученные за последние десятилетия из других частей гнездового ареала кречета [2; 3; 41]. На наш взгляд это объясняется, в первую очередь, сезоном проведения работ: наш учёт проведён в октябре, т.е. учитывает в том числе птиц, которые родились в год проведения учета, а большинство других авиаучетов проводили в летний период. Мы предполагаем, что учет куропаток на полуострове Ямал в первой половине октября, фактически, регистрирует большинство птиц на местах их размножения. В научной литературе не описано перемещений куропаток в северном направлении летом или осенью. Исторически, осенние кочевки куропаток к югу Ямала были нерегулярными [20; 42].

Современные исследования фиксируют расширение ареала к северу и увеличение высоты карликовой берёзы (*Betula nana*) и ивовых кустарников (*Salix* spp.) [30] – ключевых кормовых ресурсов куропатки в зимний период. На основании этого мы предполагаем, что значительная часть птиц может зимовать в местах их осенней регистрации. Таким образом, анализ данных авиаучета куропаток на Ямале осенью может быть использован для оценки кормовых запасов кречета в предстоящий снежный период года, вплоть до начала сезона его размножения в феврале-марте.

Многие исследования документируют сокращение численности куропаток в ряде регионов и циркумполярный сдвиг их ареала к северу вследствие климатического потепления, что может угрожать устойчивости популяций кречета [41; 2, 3]. Наши данные авиаучёта подтверждают вероятность этого сценария и на Ямале: куропатки – ключевой кормовой ресурс кречетов для успешного размножения – могут стать малочисленными в районах естественного гнездования кречета на крайнем юге полуострова (пойменные лиственничники, скальные выходы). При этом высокая плотность куропаток севернее кустарниковых тундр, очевидно, стимулировала адаптацию кречетов к гнездованию на техногенных объектах [12]. Выявленная нами концентрация куропаток в подзоне типичных и на юге арктических тундр Ямала, может обосновывать целесообразность масштабных проектов по созданию здесь искусственных гнёзд для поддержания устойчивости популяции кречетов.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-44-00094. Авторы благодарны И.А. Соколову за помощь в просмотре фотографий.

ACKNOWLEDGMENT

This research was in frame of the grant of the Russian Science Foundation No. 24-44-00094. We thank I.A. Sokolov for his help in reviewing the photographs.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Nielsen Ó.K., Cade T.J. Gyrfalcon and ptarmigan predator-prey relationship // *Applied raptor ecology: essentials from Gyrfalcon research*. D.L. Anderson, C.J.W. McClure, and A. Franke (eds.). The Peregrine Fund, Boise, Idaho, USA, 2017. P. 43–74.
- Gustafson M., McCabe J.D., Rolek B.W. et al. Gyrfalcon Prey Abundance and Their Habitat Associations in a Changing Arctic // *Ecology and Evolution*. 2025. V. 15. N 1. Article ID: e70763. <https://doi.org/10.1002/ece3.70763>
- Slettenhaar A.J., Østnes J.E., Moen B.C. et al. A Picky Predator and Its Prey: How Snow Conditions and Ptarmigan Abundance Impact Gyrfalcon Feeding Behaviour and Breeding Success // *Ecology and Evolution*. 2025. V. 15. N 4. Article ID: e71228. <https://doi.org/10.1002/ece3.71228>
- Cade T.J. Biological traits of the Gyrfalcon (*Falco rusticolus*) in relation to climate change // *Gyrfalcons and Ptarmigan in a Changing World*. Volume I. R.T. Watson et al. (eds.). The Peregrine Fund, Idaho, USA, 2011. P. 33–43.
- Кишинский А.А. К биологии кречета (*Falco gyrfalco gyrfalco* L.) на Кольском полуострове // *Ученые записки МГУ*. 1958. Т. 197. С. 61–75.
- Bente P.J. Nesting behavior and hunting activity of the Gyrfalcon, *Falco rusticolus*, in the Alaska Range, Alaska. M.Sc. thesis, University of Alaska, Fairbanks, 1981.
- Robinson B.W. Gyrfalcon diet during the brood rearing period on the Seward Peninsula, Alaska. M.Sc. thesis, Boise State University, 2016. P. 97
- Nyström J., Dalén L., Hellström P. et al. Effect of local prey availability on gyrfalcon diet: DNA analysis on ptarmigan remains at nest sites // *Journal of Zoology*. 2006. V. 269. N 1. P. 57–64.
- McCaffery B.J., Booms T.L., Doolittle T.C. et al. The ecology of Gyrfalcons *Falco rusticolus* on the Yukon-Kuskokwim Delta, Alaska // *Gyrfalcons and Ptarmigan in a Changing World*. Volume I. R.T. Watson et al. (eds.). The Peregrine Fund, Boise, 2011. P. 191–220.
- Mechnikova S., Romanov M., Kudryavtsev N. Change in numbers and nesting ecology of the gyrfalcon in the Yamal peninsula, Russia // *Gyrfalcons and Ptarmigan in a Changing World*. R.T. Watson et al. (eds.). The Peregrine Fund, Boise, 2011. P. 205–212.
- Богданов В.Д., Богданова Е.Н., Головатин М.Г. и др. Мониторинг биоты полуострова Ямал в связи с развитием объектов добычи и транспорта газа. Екатеринбург: Аэрокосмозология, 1997. 193 с.
- Соколов А.А., Фуфачёв И.А., Соколов В.А. и др. Кречет в техногенном ландшафте Ямала (Ямало-Ненецкий автономный округ) // *Фауна Урала и Сибири*. 2017. N 2. С. 180–185.
- Данилов Н.Н., Рыжановский В.Н., Рябицев В.К. Птицы Ямала. М., 1984. 334 с.
- Бахмутов В.А., Сосин В.Ф., Штро В.Г. Распределение и численность некоторых наземных позвоночных в северной тундре Ямала в летний период // *Распределение и численность наземных позвоночных полуострова Ямал*. Свердловск, 1985. С. 39–66.
- Сосин В.Ф., Пасхальный С.П., Штро В.Г. Распределение и численность некоторых видов наземных позвоночных арктической тундры Ямала в летний период // *Распределение и численность наземных позвоночных полуострова Ямал*. Свердловск, 1985. С. 3–33.
- Tarasov V.V. Population dynamics of the willow ptarmigan in the north of Yamal peninsula and the factors affecting them // *Gyrfalcons and Ptarmigan in a Changing World*. Volume I. R.T. Watson et al. (eds.). The Peregrine Fund, Boise, Idaho, USA, 2011. P. 243–252.
- Fuglei E., Henden J.A., Callahan C.T. et al. Circumpolar status of Arctic ptarmigan: population dynamics and trends // *Ambio*. 2020. V. 49. N 3. P. 749–761. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01191-0>
- Рябицев В.К., Рыжановский В.Н. Птицы полуострова Ямал и Приобской лесотундры: монография в 2 т. Т. 1. Неворобьиные. М.-Екатеринбург, 2022. 624 с.
- Бахмутов В.А., Бойков В.Н. Питание белой куропатки в лесотундре Западной Сибири // *Материалы по фауне Субарктики Западной Сибири*. Свердловск, 1978. С. 99–100.
- Пиминов В.Н. Численность и промысел белой куропатки в Ямало-Ненецком автономном округе // *Ресурсы охотничье-промыслового хозяйства и прогноз их использования*. М., 1985. С. 156.
- Рябицев В.К. Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири: справочник-определитель. Екатеринбург, 2008. 634 с.
- Moss R., Watson A. Population cycles in birds of the grouse family (Tetraonidae) // *Advances in Ecological Research*. 2001. V. 32. P. 53–111.
- Lehikoinen A., Green M., Husby M. et al. Common montane birds are declining in northern Europe // *Journal of Avian Biology*. 2014. V. 45. P. 3–14.
- Melin M., Mehtatalo L., Helle P. et al. Decline of the boreal willow grouse (*Lagopus lagopus*) has been accelerated by more frequent snow-free springs // *Scientific Reports*. 2020. V. 10. N 1. Article number: 6987. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63993-7>
- Henden J.-A., Ims R.A., Yoccoz N.G. et al. Declining willow ptarmigan populations: The role of habitat structure and community dynamics // *Basic and Applied Ecology*. 2011. V. 12. N 5. P. 413–422. doi: 10.1016/j.baae.2011.05.006
- Ims R.A., Henden J.-A. Collapse of an arctic bird community resulting from ungulate-induced loss of erect shrubs // *Biological Conservation*. 2012. V. 149. N 1. P. 2–5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2012.02.008>
- Kausrud K.L., Myserud A., Steen H. et al. Linking climate change to lemming cycles // *Nature*. 2008. V. 456. N 7218. P. 93–97. DOI: 10.1038/nature07442
- Ehrlich D., Henden J.A., Ims R.A. et al. The Importance of Willow Thickets for Ptarmigan and Hares in Shrub Tundra: The More the Better? // *Oecologia*. 2012. V. 168. N 1. P. 141–151.
- Scridel D., Brambilla M., de Zwaan D.R. et al. A genus at risk: Predicted current and future distribution of all three *Lagopus* species reveal sensitivity to climate change and efficacy of protected areas // *Diversity and Distributions*. 2021. V. 27. N 9. P. 1759–1774. <https://doi.org/10.1111/ddi.13366>
- Ermokhina K.A., Terskaia A.I., Ivleva T.Y. et al. The High-Low Arctic boundary: How is it determined and where is it located? // *Ecology and Evolution*. 2023. V. 13. Article ID: e10545. <https://doi.org/10.1002/ece3.10545>
- Перфильев В.И. Учет численности белой куропатки с самолета на Севере Якутии // *Методы учета численности промысловых животных Якутии*. Якутск, 1970. С. 84–90.
- Поярков Н.Д., Ходжес Дж., Элдридж В. Атлас распределения птиц в приморских тундрах северо-востока Азии (по материалам авиаучетов 1993–1995 гг.). М.: Центр охраны дикой природы, 2000. 86 с.
- Симонов С.А., Панченко Д.В., Тирронен К.Ф. и др. Опыт применения авиации для учета тетеревиных птиц в Карелии // *Вестник охотоведения*. 2018. V. 15. N 4. С. 242–245.
- Rozenfeld S.B., Soloviev M.Y., Kirtaev G.V. et al. Estimation of the spatial and-habitat distribution of Anseriform waterfowl in the Yamal-Nenets and Khanty-Mansi autonomous regions (experience from the use of ultra-light aircraft) // *Russian Journal of Zoology*. 2017. V. 96. N 2. P. 201–221. <https://doi.org/10.1134/S1062359017080143>
- Rozenfeld S.B., Popovkina A.B., Soloviev M.Y. et al. Experience in assessing the abundance and spatial distribution of geese on the Taimyr Peninsula using the aerial survey method // *Proceedings of the Zoological Institute*. 2023. V. 327. P. 643–658.
- Успенский С.М., Кишинский А.А. Опыт аэровизуального учета гнездовых популяций водоплавающих птиц в тундре // *Охотоведение*. М., 1972. С. 210–234.
- Егоров О.В. Состояние численности водоплавающих и некоторых других птиц в дельте Лены и Яно-Индибирской тундре по материалам авиаучета // *Природа Якутии и ее охрана. Материалы III Респ. совещ.* 1965. С. 124–127.

38. Большаков В.Н., Балахонов В.С., Громик В.Д. и др. Природа Ямала. Екатеринбург: Наука, 1995. 435 с.
39. Walker D.A., Reynolds M.K., Daniëls F.J. et al. The circumpolar Arctic vegetation map // *Journal of Vegetation Science*. 2005. V. 16. N 3. P. 267–282.
40. Магомедова М.А., Морозова Л.М., Эктова С.Н. и др. Полуостров Ямал: растительный покров. Тюмень: Сити-Пресс, 2006. 360 с.
41. Kleiven E.F., Johansen K., Ims R.A. et al. A specialist predator in a food web with cyclic alternative prey: The gyrfalcon-ptarmigan case revisited // *Journal of Animal Ecology*. 2025. V. 00. P. 1–11. DOI: 10.1111/1365-2656.70056
42. Пиминов В.Н. Освоение ресурсов белой куропатки на севере Тюменской области // *Ресурсы животного мира Сибири. Охотничье-промысловые звери и птицы*. Новосибирск: Наука, 1990. С. 85–86.
43. Danilov N.N., Ryzhanovsky V.N., Ryabitsev V.K. *Ptitsy Yamala* [Birds of Yamal]. Moscow, 1984, 334 p. (In Russian)
44. Bakhmutov V.A., Sosin V.F., Shtro V.G. [Distribution and abundance of some terrestrial vertebrates in northern tundra of Yamal in summer]. In: *Raspredelenie i chislennost' nazemnykh pozvonochnykh poluostrova Yamal* [Distribution and abundance of terrestrial vertebrates of the Yamal Peninsula]. Sverdlovsk, 1985, pp. 39–66. (In Russian)
45. Sosin V.F., Paskhalny S.P., Shtro V.G. [Distribution and abundance of some species of terrestrial vertebrates in Arctic tundra of Yamal in summer]. In: *Raspredelenie i chislennost' nazemnykh pozvonochnykh poluostrova Yamal* [Distribution and abundance of terrestrial vertebrates of the Yamal Peninsula]. Sverdlovsk, 1985, pp. 3–33. (In Russian)
46. Tarasov V.V. Population dynamics of the willow ptarmigan in the north of Yamal peninsula and the factors affecting them. In: *Gyrfalcons and Ptarmigan in a Changing World*. Vol. I. The Peregrine Fund, Boise, Idaho, USA, 2011, pp. 243–252.
47. Fuglei E., Henden J.A., Callahan C.T., Gilg O., Hansen J., Ims R.A., Isaev A.P., Lang J., McIntyre C.L., Merizon R.A., Mineev O.Y., Mineev Yu.N., Mossop D., Nielsen O.K., Nilsen E.B., Pedersen Å.Ø., Schmidt N.M., Sittler B., Willebrand M.H., Martin K. Circumpolar status of Arctic ptarmigan: population dynamics and trends. *Ambio*, 2020, vol. 49, no. 3, pp. 749–761. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01191-0>
48. Ryabitsev V.K., Ryzhanovsky V.N. *Ptitsy poluostrova Yamal i Priobskoi lesotundry. T. 1. Nevorob'inye* [Birds of the Yamal Peninsula and the Ob River forest-tundra. Vol. 1. Non-passerines]. Moscow-Ekaterinburg, 2022, 624 p. (In Russian)
49. Bakhmutov V.A., Boikov V.N. [Diet of the Willow Ptarmigan in the forest-tundra of Western Siberia]. In: *Materialy po faune Subarktiki Zapadnoi Sibiri* [Materials on the fauna of the Subarctic of Western Siberia]. Sverdlovsk, 1978, pp. 99–100. (In Russian)
50. Piminov V.N. [Abundance and hunting of the Willow Ptarmigan in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug]. In: *Resursy okhotnich'e-promyslovogo khozyaistva i prognoz ikh ispol'zovaniya* [Resources of hunting and commercial industry and forecast of their use]. Moscow, 1985, p. 156. (In Russian)
51. Ryabitsev V.K. *Ptitsy Urala, Priural'ya i Zapadnoi Sibiri: spravochnik-opredelitel'* [Birds of the Urals, Cis-Urals and Western Siberia: a guidebook]. Ekaterinburg, 2008, 634 p. (In Russian)
52. Moss R., Watson A. Population cycles in birds of the grouse family (Tetraonidae). *Advances in Ecological Research*, 2001, vol. 32, pp. 53–111.
53. Lehtikoinen A., Green M., Husby M., Kålås J.A., Lindström Å. Common montane birds are declining in northern Europe. *Journal of Avian Biology*, 2014, vol. 45, pp. 3–14.
54. Melin M., Mehtatalo L., Helle P., Ikonen K., Packalen T. Decline of the boreal willow grouse (*Lagopus lagopus*) has been accelerated by more frequent snow-free springs. *Scientific Reports*, 2020, vol. 10, no. 1, article number: 6987. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63993-7>
55. Henden J.-A., Ims R.A., Yoccoz N.G., Killengren S.T. Declining willow ptarmigan populations: The role of habitat structure and community dynamics. *Basic and Applied Ecology*, 2011, vol. 12, no. 5, pp. 413–422. doi: 10.1016/j.baae.2011.05.006
56. Ims R.A., Henden J.-A. Collapse of an arctic bird community resulting from ungulate-induced loss of erect shrubs. *Biological Conservation*, 2012, vol. 149, no. 1, pp. 2–5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2012.02.008>
57. Kausrud K.L., Mysterud A., Steen H., Vik J.O., Østbye E., Cazelles B., Framstad E., Eikeset A.M., Mysterud I., Solhøy T., Stenseth N.C. Linking climate change to lemming cycles. *Nature*, 2008, vol. 456, no. 7218, pp. 93–97. DOI: 10.1038/nature07442
58. Ehrich D., Henden J.A., Ims R.A., Doronina L., Killengren S.T., Lecomte N., Pokrovsky I., Skogstad G., Sokolov A., Sokolov V., Yoccoz N.G. The Importance of Willow Thickets for Ptarmigan and Hares in Shrub Tundra: The More the Better? *Oecologia*, 2012, vol. 168, no. 1, pp. 141–151.
59. Scridel D., Brambilla M., de Zwaan D.R., Froese N., Wilson S., Pedrini P., Martin K. A genus at risk: Predicted current and future distribution of all three *Lagopus* species reveal sensitivity to climate change and efficacy of protected areas. *Diversity and*

Distributions, 2021, vol. 27, no. 9, pp. 1759–1774.

<https://doi.org/10.1111/ddi.13366>

30. Ermokhina K.A., Terskaia A.I., Ivleva T.Y., Dudov S.V., Zemlianskii V.A., Telyatnikov M.Y., Khitun O.V., Troeva E.I., Koroleva N.E., Abdulmanova S.Y. The High-Low Arctic boundary: How is it determined and where is it located? *Ecology and Evolution*, 2023, vol. 13, article ID: e10545. <https://doi.org/10.1002/ece3.10545>

31. Perfiliev V.I. [Aerial survey of Willow Ptarmigan numbers in Northern Yakutia]. In: *Metody ucheta chislennosti promyslovykh zivotnykh Yakuti* [Methods for census of game animals in Yakutia]. Yakutsk, 1970, pp. 84–90. (In Russian)

32. Poyarkov N.D., Hodges J., Eldridge W. *Atlas raspredeleniya ptits v primorskikh tundrach severo-vostoka Azii (po materialam aviauchetov 1993–1995 gg.)* [Atlas of bird distribution in coastal tundras of Northeast Asia (based on aerial surveys 1993–1995)]. Moscow, Wildlife Conservation Center Publ., 2000, 86 p. (In Russian)

33. Simonov S.A., Panchenko D.V., Tirronen K.F., Belkin V.V. Experience of using aircraft for grouse surveys in Karelia. *Vestnik okhotovedeniya* [The Herald of Game Management]. 2018, vol. 15, no. 4, pp. 242–245. (In Russian)

34. Rozenfeld S.B., Soloviev M.Y., Kirtaev G.V., Rogova N.V., Ivanov M.N. Estimation of the spatial and-habitat distribution of Anseriform waterfowl in the Yamal-Nenets and Khanty-Mansi autonomous regions (experience from the use of ultra-light aircraft). *Russian Journal of Zoology*, 2017, vol. 96, no. 2, pp. 201–221. <https://doi.org/10.1134/S1062359017080143>

35. Rozenfeld S.B., Popovkina A.B., Soloviev M.Y., Kirtaev G.V., Rogova N.V. Experience in assessing the abundance and spatial distribution of geese on the Taimyr Peninsula using the aerial survey method. *Proceedings of the Zoological Institute*, 2023, vol. 327, pp. 643–658.

36. Uspensky S.M., Kishchinsky A.A. [Experience of aerial visual surveys of nesting waterfowl populations in tundra]. In: *Okhotovedenie* [Hunting]. Moscow, 1972, pp. 210–234. (In Russian)

37. Egorov O.V. [Status of waterfowl and some other bird populations in Lena Delta and Yana-Indigirka tundra based on aerial surveys]. In: *Priroda Yakuti i ee okhrana* [Nature of Yakutia and its protection]. 1965, pp. 124–127. (In Russian)

38. Bolshakov V.N., Balakhonov V.S., Gromik V.D., Shishmarev V.M., Borodin A.V., Shiyatov S.G., Odisharia G.E. *Priroda Yamala* [Nature of Yamal]. Ekaterinburg, Nauka Publ., 1995, 435 p. (In Russian)

39. Walker D.A., Raynolds M.K., Daniëls F.J.A., Einarsson E., Elvebakk A., Gould W.A., Katenin A.E., Kholod S.S., Markon C.J., Melnikov E.S., Moskalenko N.G., Talbot S.S., Yurtsev B.A. The circumpolar Arctic vegetation map. *Journal of Vegetation Science*, 2005, vol. 16, no. 3, pp. 267–282.

40. Magomedova M.A., Morozova L.M., Ektova S.N., Rebristaya O.V., Chernyadieva I.V., Potemkin A.D., Knyazev M.S. *Poluostrov Yamal: rastitel'nyi pokrov* [Yamal Peninsula: Vegetation cover]. Tyumen, Siti-Press Publ., 2006, 360 p. (In Russian)

41. Kleiven E.F., Johansen K., Ims R.A., Soininen E.M., Oksanen L., Oksanen T., Jacobsen K.-O., Østlyngen A. A specialist predator in a food web with cyclic alternative prey: The gyrfalcon-ptarmigan case revisited. *Journal of Animal Ecology*, 2025, vol. 00, pp. 1–11. DOI: 10.1111/1365-2656.70056

42. Piminov V.N. [Utilization of Willow Ptarmigan resources in northern Tyumen region]. In: *Resursy zhivotnogo mira Sibiri. Okhotnich'e-promyslovye zveri i ptitsy* [Wildlife resources of Siberia. Game animals and birds]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1990, pp. 85–86. (In Russian)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Наталья А. Соколова участвовала в авиаучетах, написала первую версию рукописи. Иван А. Фуфачев осуществлял статистический анализ материала и готовил иллюстрации. Александр А. Соколов участвовали в авиаучетах, корректировал первую версию статьи. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Natalia A. Sokolova conducted aerial surveys and wrote the first version of the manuscript. Ivan A. Fufachev performed statistical analysis of the material and prepared the illustrations. Aleksandr A. Sokolov participated in aerial surveys and revised the first version of the article. All authors are equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Наталья А. Соколова / Natalia A. Sokolova <https://orcid.org/0000-0002-6692-4375>

Иван А. Фуфачев / Ivan A. Fufachev <https://orcid.org/0000-0002-9531-3127>

Александр А. Соколов / Aleksandr A. Sokolov <https://orcid.org/0000-0002-1521-3856>