

УДК 528.7:599.745(265.53)

**В.И. Черноок¹, А.И. Грачёв², А.Н. Васильев¹, И.С. Труханова³,
В.Н. Бурканов⁴, Б.А. Соловьёв⁵**

¹ Гипрорыбфлот, 197022, г. Санкт-Петербург, ул. Инструментальная, 8;

² Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 685000, г. Магадан, ул. Портовая, 36/10;

³ СПБОО «Биологи за охрану природы»,

199034, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, 7/9–11;

⁴ Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН, 683028, г. Петропавловск-Камчатский, просп. Рыбаков, 19а;

⁵ Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 119071, г. Москва, Ленинский проспект, 33

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО АВИАУЧЁТА ЛЕДОВЫХ ФОРМ ТЮЛЕНЕЙ НА ЛЬДАХ ОХОТСКОГО МОРЯ В МАЕ 2013 Г.

Выполнена оценка современного состояния ледовых форм тюленей на основе использования современных инструментальных методов авиасъёмки. Авиачёт тюленей проведен над льдами Охотского моря в период с 1 по 9 мая 2013 г. с использованием тепловой и фотосъёмки с самолёта-лаборатории Ан-38 «Восток». После полётов произведён подсчёт количества животных в полосе обзора авиасъёмочной аппаратуры на учётных галсах. Получены данные о численности и распределении ледовых форм тюленей (лахтак, ларга, крылатка, акиба) на льдах Охотского моря.

Ключевые слова: Охотское море, авиачёт, тюлени, ляхтак, акиба, крылатка, ларга, лёд, тепловая съёмка, фотосъёмка, численность, распределение.

Chernook V.I., Grachev A.I., Vasiliev A.N., Trukhanova I.S. Burkanov V.N., Solovyev B.A. Results of instrumental aerial survey of ice-associated seals on the ice in the Okhotsk Sea in May 2013 // *Izv. TINRO*. — 2014. — Vol. 179. — P. 158–176.

Populations of ice-associated seals in the Okhotsk Sea are assessed using modern instrumental aerial technique. The aerial survey was conducted over a part of the ice-covered area of the Sea on May 1–9, 2013 by means of thermal scan and visual digital photography from the aircraft-laboratory An-38 «Vostok». The ice covered area of the Okhotsk Sea in the time

* Черноок Владимир Ильич, доктор географических наук, заведующий отделом, e-mail: chernook@grf.spb.ru; Грачёв Алексей Иванович, научный сотрудник, e-mail: grachev@magniro.ru; Васильев Александр Николаевич, главный специалист, e-mail: vasilev9@grf.spb.ru; Труханова Ирина Сергеевна, кандидат биологических наук, координатор проектов, e-mail: irina_trukhanova@yahoo.com; Бурканов Владимир Николаевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: vburkanov@gmail.com; Соловьёв Борис Андреевич, ведущий инженер, e-mail: bsolo@yandex.ru.

Chernook Vladimir I., D.Sc., head of department, e-mail: chernook@grf.spb.ru; Grachev Aleksey I., researcher, e-mail: grachev@magniro.ru; Vasiliev Alexandr N., chief specialist, e-mail: vasilev9@grf.spb.ru; Trukhanova Irina S., Ph.D., projects coordinator, e-mail: irina_trukhanova@yahoo.com; Burkanov Vladimir N., Ph.D., senior researcher, e-mail: vburkanov@gmail.com; Solovyev Boris A., leading engineer, e-mail: bsolo@yandex.ru.

of survey was estimated as 242,000 km², and 2,993 km² of it was covered by survey transects with total length 5,617 km. The number of animals on all transects within the equipment swath was counted. Four seal species were identified: bearded, spotted, ribbon, and ringed seals, and their number and distribution were determined. The infra-red scanner recorded 5,730 seals on the ice and 4,360 these animals were photographed including 844 ringed seals, 453 bearded, 721 spotted, 1,805 ribbon, 435 pups non-identified to the species, and 102 non-identified to species adult seals. These assessments were extrapolated over the whole ice-covered area of the Okhotsk Sea using a linear model framework, and the following estimations of the species total abundance were presented (95 % confidence intervals in brackets): 88,253 (64,120–130,320) ringed seals, 39,743 (27,868–60,026) bearded seals, 181,179 (118,392–316,995) ribbon seals, and 84,356 (55,172–113,540) spotted seals. A database on all recorded seals with their «portrait-photos» and accompanying information is created on materials of the aerial survey. The developed instrumental technology can be used as a basis for wider aerial surveys of ice-associated seals in the North Pacific.

Key words: Okhotsk Sea, aerial survey, ice-associated seals, bearded seal, spotted seal, ribbon seal, ringed seal, infrared survey, photo system, seals abundance, seals distribution.

Введение

Авиаучёты — это наиболее эффективный метод оценки численности ледовых форм тюленей сем. Phocidae, поскольку он позволяет обследовать обширные пространства их мест обитания за относительно короткий промежуток времени. Наиболее подходящий период для проведения учётов — весна, так как в это время проходит сезон щенки, размножения и линьки, когда тюлени скапливаются на льду и проводят значительную часть времени вне воды, где могут быть обнаружены и подсчитаны.

Ранее авиаучёты тюленей основывались только на визуальных наблюдениях. При визуальном методе бортнаблюдатели осматривают льды с самолёта и при обнаружении животных «на глазок» оценивают их численность на льду. Недоучёт взрослых тюленей при визуальных наблюдениях по сравнению с инструментальными авиасъёмками составляет от двух до четырех раз (Черноок и др., 2012).

Последние данные о численности и распределении ледовых форм тюленей (лахтак *Erignathus barbatus*, ларга *Phoca largha*, крылатка *P. fasciata*, акиба *P. hispida*) в Охотском море были получены более 20 лет назад (Федосеев, 2005). Экологическая ситуация и экономическое развитие региона за этот период претерпели значительные изменения. В условиях глобальных климатических изменений и активного развития хозяйственной деятельности в шельфовой зоне дальневосточных морей возрастает необходимость сохранения, рационального использования и управления популяциями тюленей.

Основная цель этой работы — оценка состояния популяций ледовых форм тюленей Охотского моря с использованием современных инструментальных методов тепловой + фотоавиасъёмки.

Региональная общественная организация (РОО) «Совет по морским млекопитающим» (г. Москва) выступила координатором российского авиационного учёта ледовых форм тюленей. В авиасъёмках тюленей на льдах Охотского моря весной 2013 г. принимали участие специалисты НИИ ОАО «Гипрорыбфлот», ФГУП «МагаданНИРО», Камчатского филиала ТИГ ДВО РАН и ИПЭЭ РАН.

Материалы и методы

Инструментальная авиасъёмка

Тепловая авиасъёмка животных совместно с цифровой фотосъёмкой успешно применяется на авиаучётных работах в различных регионах России:

- гренландских тюленей *Pagophilus groenlandicus* на льдах Белого моря;
- тихоокеанских моржей *Odobenus rosmarus divergens* на льдах Берингова моря;
- каспийских тюленей *Phoca (Pusa) caspica* на льдах Каспийского моря.

Авиасъёмки выполняются в зимне-весенний период, когда подстилающая поверхность холоднее, чем теплокровные животные, а животные находятся на открытых пространствах (морские льды).

Основные преимущества тепловой авиасъёмки:

— большой тепловой контраст животных относительно холодной подстилающей поверхности (от 5 до 15 °С) позволяет надёжно обнаруживать животных на ИК-снимках, несмотря на маскирующий окрас некоторых животных;

— за счёт высокого контраста животных хорошо работают методы автоматизированного распознавания и подсчёта животных на ИК-изображениях. Это позволяет повысить точность подсчёта животных и уменьшить трудозатраты на обработку материалов авиасъёмки;

— широкая полоса обзора ИК-сканера «Малахит-М», равная трем высотам полёта, позволяет увеличить учётную полосу и тем самым повысить эффективность использования полётного времени;

— инструментальный характер авиасъёмки даёт возможность документировать все встречи животных, жёстко контролировать ширину учётной полосы, обеспечить координатную «привязку» каждого животного, зарегистрированного тепловизором, а также в камеральных условиях проводить обработку инструментальных материалов авиасъёмки различными специалистами и разными методами.

Авиасъёмку в Охотском море проводили по методике учёта морских млекопитающих на льду на линейных трансектах (Skalski et al., 2005). При помощи тепловизионной техники обнаруживали в широкой полосе обзора теплокровных тюленей на холодном льду, затем эти «горячие точки» — тюлени — автоматически по сигналу с тепловизора фотографировались фиксировано установленными фотокамерами высокого разрешения для определения вида тюленей и их половозрастных характеристик (Черноок и др., 1999). Одновременно с ИК+фотосъёмкой проводили визуальные наблюдения и прицельную фотосъёмку животных (Черноок и др., 2008). Для проведения авиаучёта использовали самолёт-лабораторию АН-38 хабаровской авиакомпании «Восток» (рис. 1), который был оснащён оборудованием для проведения авиаучёта (табл. 1).



Рис. 1. Самолёт-лаборатория АН-38 «Восток»

Fig. 1. Aircraft-laboratory An-38 «Vostok»

Краткая характеристика самолёта:

— реальная максимальная дальность полёта — 1200 км;

— максимальная продолжительность полёта — 4,5 ч;

— диапазон высот — 100–4000 м;

— диапазон скоростей — 250–350 км/ч;

— максимальный взлётный вес — 9 т;

— экипаж — 3 пилота;

— научная группа — до 6 чел.

Все параметры полёта (время, координаты, курс, высота, скорость и др.) автоматически ежесекундно фиксировались с использованием спутниковой навигационной системы GPS и радиовысотомера и точно «привязывались» к материалам авиасъёмки

Characteristics of aerial survey equipment

Авиасъёмочный аппарат	Разрешение, матрицы	Фокусное расстояние объектива	Поле зрения	Наклон от вертикали вправо/влево
ИК-сканер «Малахит-М»	2048 пикс. в строке	–	120°	0°
Фотокамера Nikon D800, фиксированная в центр	36 Мп	50мм	38° x 25°	0°
Фотокамера Nikon D800, фиксированная влево	36 Мп	50 м	38° x 25°	37° влево
Фотокамера Nikon D800, фиксированная вправо	36 Мп	50 мм	38° x 25°	37° вправо
Прицельная правая камера — Nikon D300s	12 Мп	70–300 мм	6,7° x 4,5°	30–70° вправо
Прицельная левая камера — Nikon D300s	12 Мп	70–300 мм	6,7° x 4,5°	30–70° влево
Тепловизор — Optris 450 (запасной)	382 x 288	17 мм	31° x 23°	0°
Обзорная камера — SONY HERO GoPro 3	12 Мп	–	170° x 120°	0°

(ИК-изображения, фотоснимки, визуальные наблюдения и др.). Отмечались начало и окончание учётных галсов, моменты включения/выключения аппаратуры, погодные и другие условия съёмки. Ширину трансект рассчитывали отдельно для каждого типа оборудования исходя из высоты полёта и угла обзора объектива.

Основную инструментальную авиасъёмку выполняли с помощью ИК-сканера «Малахит-М» и трёх фотокамер, фиксировано установленных в нижней части фюзеляжа самолёта. Полосы обзора авиасъёмочных камер показаны на рис. 2.

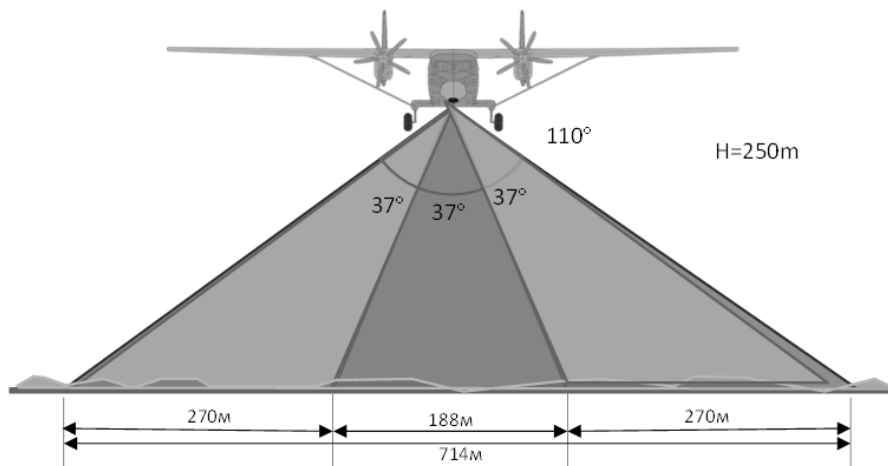


Рис. 2. Полосы обзора 3 фиксировано установленных фотоаппаратов NikonD800 и ИК-сканера «Малахит-М». Размеры полос обзора даны для высоты полёта 250 м

Fig. 2. Survey swaths of three fixed Nikon D800 cameras and IR scanner Malakhit-M for the flight altitude 250 m

Эти три фотокамеры имели суммарный угол обзора 110° и регистрировали на льду полосу обзора, равную двум с половиной высотам полёта, и снимали, в том числе непосредственно под фюзеляжем самолёта. Тепловую съёмку выполняли в ИК-диапазоне 8–12 мкм с использованием теплового сканера «Малахит-М» с полосой обзора, равной

трём высотам полёта, и температурной чувствительностью 0,2 °С. Процесс тепловой съёмки и фотосъёмки фиксированными камерами непрерывно контролировался бортоператором. Информация со всех узлов комплекса поступала на персональные компьютеры бортовой автоматизированной системы (Черноок и др., 2008).

Одновременно с ИК+фотосъёмкой выполняли визуальные наблюдения, основная задача которых была в определении видовой принадлежности наблюдаемых тюленей, фиксации реакции тюленей на шум самолёта (распугивание), поведения животных и др. Наблюдения осуществлялись бортнаблюдателями и фотооператорами, которые располагались по обоим бортам самолёта-лаборатории. Рабочие места бортнаблюдателей были снабжены выпуклыми блистерами, защищёнными от запотевания (специальная система обдува), что позволяло комфортно проводить визуальные наблюдения в широком угле обзора. Для измерения дальности нахождения животных от линии полёта применяли клинометры, с помощью которых определяли угол нахождения тюленей по отношению к линии горизонта. С помощью внутрисамолётной связи всю звуковую информацию от бортнаблюдателей записывали и архивировали на компьютере с привязкой по времени.

Одновременно со съёмкой фиксированными камерами ИК+фотосъёмки выполняли прицельную фотосъёмку фотоаппаратами Nikon D300s с телеобъективами для идентификации и документирования визуально наблюдаемых тюленей. Прицельно фотографировали отдельных животных и группы животных в полосе обзора визуальных наблюдений как на льду, так и в воде. Угол наклона прицельной фотокамеры фиксировали при помощи специальных модулей, которые устанавливали на каждый фотоаппарат и записывали информацию в файл фотоснимка о направлении угла прицельной съёмки, географических координатах и времени.

Таким образом, в полёте одновременно выполняли следующие виды съёмок:

- непрерывную тепловую съёмку ИК-сканером;
- фотографирование обнаруженных по ИК-изображению объектов тремя фиксированными камерами для идентификации видов тюленей;
- визуальные наблюдения через блистеры;
- прицельную фотосъёмку с обоих бортов через блистеры;
- обзорную фотосъёмку в широком угле для фиксации характеристик ледового покрова.

Обработка материалов авиасъёмки

После выполнения авиасъёмки тюленей проводится обработка полученных материалов.

Обработка и анализ материалов выполняется в два этапа:

- оперативно, в период проведения авиаучётных работ, по материалам каждого съёмочного полёта — в целях оценки качества полученных материалов и оптимальной настройки авиасъёмочной аппаратуры в последующих полётах;
- в лабораторных условиях — этап начинается с просмотра, систематизации и каталогизации всего собранного материала. После предварительной отдельной обработки ИК-изображений и фотоснимков производится их совместная обработка для повышения достоверности обнаружения тюленей, а также для их видовой и возрастной идентификации.

На всех ИК-изображениях автоматически с помощью программы обработки тепловых изображений отмечаются находящиеся на льдах тюлени (взрослые и детёныши). Для обнаружения животных на ИК-изображении применяется несколько алгоритмов распознавания: по температурному контрасту тюленей, по форме ИК-пятен, их размерам и др. Настройки программы оператор устанавливает так, чтобы программа надёжно находила тепловые пятна от тюленей («горячие точки»), но не «захватывала» ложных целей в виде лунок, грязи на льду и др. (Черноок и др., 2000а, б).

Оператор просматривает результаты автоматической обработки ИК-изображений, внося при необходимости корректировки вручную. В результате обработки по каждому

ИК-изображению формируются текстовые файлы с координатами и временем обнаруженных животных. К обнаруженным тепловым пятнам оператор подбирает по времени съёмки соответствующие цифровые фотоснимки (рис. 3, 4).

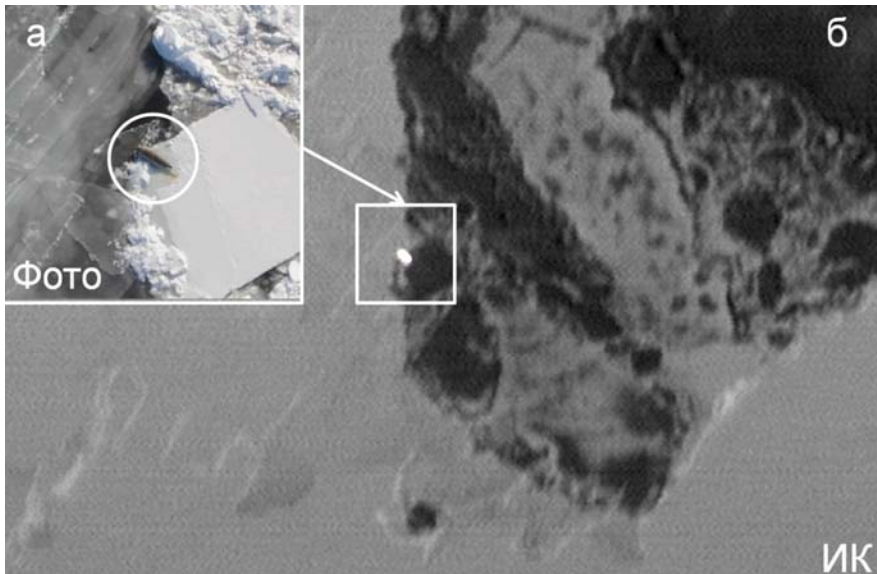


Рис. 3. Комбинированный ИК+фотоснимок ледовой поверхности Охотского моря с изображением тюленя: **а** — фрагмент фотоснимка, соответствующий выделенному белым квадратом участку ИК. «Фотопортрет» тюленя выделен белым кружком; **б** — ИК-изображение с тепловым пятном

Fig. 3. Composite IR and photo image of the ice surface with a seal: **a** — fragment of the image corresponding to the area marked with white square on the IR image (photo-portrait of a seal is marked with white circle); **б** — IR image with a heat spot

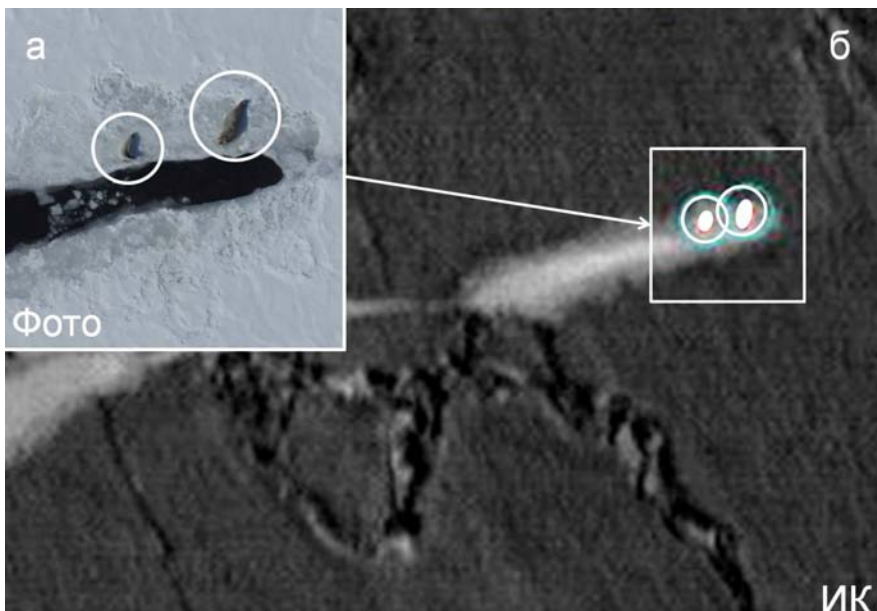


Рис. 4. Комбинированный ИК+фотоснимок ледовой поверхности Охотского моря с изображением самки с детёнышем: **а** — фрагмент фотоснимка, соответствующий выделенному белым квадратом участку ИК; **б** — ИК-изображение с тепловыми пятнами. «Фотопортреты» самки тюленя и детёныша выделены белыми кружками

Fig. 4. Composite IR and photo picture of the ice surface with a seal female with calf: **a** — fragment of the image corresponding to the area marked with white square on the IR image; **б** — IR image with heat spots (photo-portraits of a female and calf are marked with white circles)

На фотоснимках оператор отмечает тюленей, обнаруженных по «горячим точкам» на ИК-изображении. Кроме того, происходит и обратный процесс — по фото отбраковываются «ложные цели».

Обработка данных ИК- и фотосъёмки производится двумя счётчиками независимо друг от друга. Результаты двух подсчётов по одним и тем же материалам ИК+фотосъёмки сравниваются. Анализируются причины расхождения в подсчётах. По результатам сравнения уточняется численность животных, зафиксированных авиасъёмочной аппаратурой.

После нахождения тюленя на ИК и фото цифровые фотоснимки передаются биологам для идентификации видов тюленей, определения возраста животных (взрослый–детёныш), анализа поведенческой реакции животных на пролёт самолёта и др.

По результатам обработки формируется база данных: каждому обнаруженному животному присваивается индивидуальный номер, регистрируется информация о виде животного, его географических координатах, времени съёмки, имени ИК-файла и фотоснимка, на которых животное зафиксировано, вносится информация о поведенческих особенностях и др.

Идентификация животных по фотоснимкам

При определении видов тюленей по фотографиям мы учитывали множество факторов, связанных с экологией, биологией и экстерьером животных. Идентификацию тюленей осуществлял маммолог А.И. Грачев, который опирался на собственный многолетний опыт полевых работ, а также на литературные источники (Федосеев, 1971). Определяя вид тюленя, мы учитывали привязанность отдельных видов к определенным типам льда, их поведение, а также размер, форму и окрас тела. Образцы качества фотоматериалов, полученных с нижних фиксированных фотокамер, приведены на рис. 5 и 6, а с прицельных фотокамер — на рис. 7.



Рис. 5. Самки крылатки с детёнышами
Fig. 5. Ribbon seal females with calves



Рис. 6. Фотоснимки тюленей с нижних фиксированных фотокамер: **слева** — ларга, **в центре** — акиба, **справа** — лахтак
Fig. 6. Photo images of seals taken by lower fixed cameras: **left** — ringed seal, **center** — spotted seal, **right** — bearded seal



Рис. 7. Фотоснимки тюленей с прицельных фотокамер: **слева** — крылатка, **справа** — 7 лахтаков на небольшой льдине

Fig. 7. Photo images of seals taken by aimed cameras: **left** — ribbon seal, **right** — 7 bearded seals on a small ice floe

В результате идентификации тюленей получали процентное соотношение их по видам, которое использовали затем при расчете численности каждого вида тюленей среди зарегистрированных ИК-съемкой животных.

Пространственный анализ

В целях пространственного анализа покрытая льдом на момент проведения учётных работ часть акватории Охотского моря была разбита на равные блоки 25 x 25 км каждый. Для каждого блока были определены координаты центра, расстояние от центра до берега, расстояние от центра до изобаты 1000 м (кромка шельфа), средняя концентрация льда по данным спутникового снимка Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I) на 5 мая 2013 г. (в долях от единицы), площадь акватории в пределах блока (для тех блоков, в которые попали участки материка или крупных островов), площадь льда в пределах блока, средняя глубина. Единая координатная сетка для Охотского моря была задана в программной среде R в рамках российско-американского проекта BOSS — Bering-Okhotsk Seals Surveys (рис. 8). Блоки в сетке были идентичны блокам, используемым Национальным центром данных по исследованию снега и льда США для расчёта концентрации льда в Мировом океане.

Для тех блоков, через которые проходили учётные трансекты, были определены дополнительные параметры: общая длина всех трансект в пределах блока в километрах; средняя ширина трансект в километрах; площадь льда, покрытая учётными трансектами, в квадратных километрах; количество тюленей, учтённых в пределах учётной полосы отдельно для каждого вида. Измерения проводили в программе QGIS (версия 2.2 — Valmiera).

Для каждого блока с учётными трансектами вычисляли плотность залегания тюленей (шт./км²) отдельно по видам и для всех животных в целом (Кэмерон и др., 2012).

Для получения оценок численности тюленей на всей покрытой льдом части акватории Охотского моря использовали генерализованные линейные модели (семейство квазипуассон) с расстоянием до берега, расстоянием до кромки шельфа и глубиной в качестве линейных предикторов (Zuur et al., 2009).

Результаты и их обсуждение

Авиационный учёт ледовых форм тюленей проводился в Охотском море 1, 2, 5, 6, 7 и 9 мая 2013 г. Из-за туманов в районе планируемых полётов самолёт не летал 3, 4 и 8 мая. Район полётов охватывал практически всю покрытую льдом акваторию моря. Схема маршрутов полётов показана на рис. 9. Аэропорты базирования: Оссора,

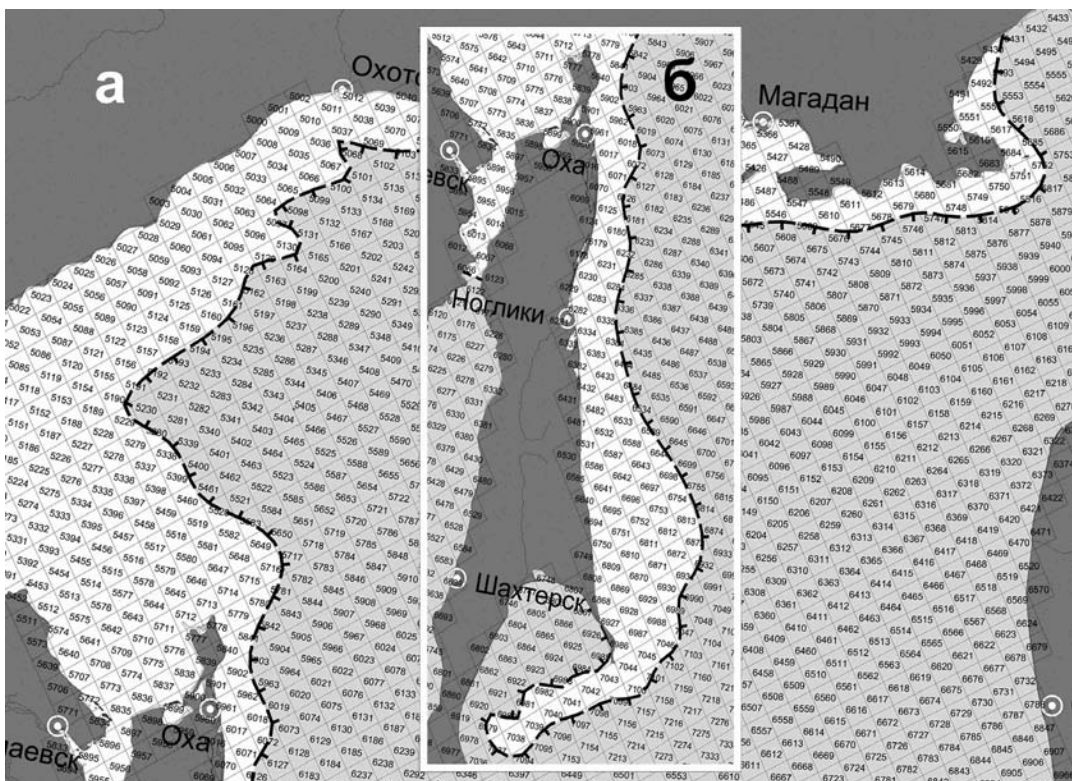


Рис. 8. Схема нумерации блоков: **а** — для северо-западной части Охотского моря; **б** — для акваторий у о. Сахалин. *Прерывистой линией* показаны границы ледового покрова в период выполнения авиасъёмки

Fig. 8. Blocks numeration: **a** — for the northwestern Okhotsk Sea; **b** — for the water area at Sakhalin Island. *Dashed line* shows the ice cover borders in the time of the air survey

Магадан, Охотск, Тучки, Оха, Ноглики, Южно-Сахалинск. Полёты осуществляли преимущественно с 10 до 18 час по местному времени в хорошую погоду: без осадков, туманов, при небольшом ветре. Общая протяжённость учётных галсов за все полёты составила 5617 км.

По результатам авиаучётных работ 244 блока из 639 блоков со льдом были покрыты трансектами (отснятая тепловой съёмкой площадь льда составила 2993 км², общая площадь ледового покрова — 242 000 км²).

На ИК-изображениях всего зарегистрировано 5730 тюленей. Из этого количества сфотографировано 4360 животных: 844 — акибы, 453 — лахтака, 721 — ларга, 1805 — крылаток, 435 — щенков разных видов тюленей и 102 взрослых особи, вид которых не удалось определить.

Количество тюленей, зарегистрированных в пределах одного блока, варьировало от 0 до 227 (среднее 22,8 шт., ME = 4,53 шт.), наблюдаемая плотность залегания животных составила от 0 до 8,6 особи на 1 км² (среднее 1,8 шт./км², ME = 0,244 шт./км²), а средняя протяжённость трансект составила 23,02 км (ME = 1,65 км). Данные по встречам тюленей с разделением по видам представлены в табл. 2 и на рис. 10 и 11.

Первичный анализ данных по встречам выявил определенные различия в распределении тюленей разных видов в пределах покрытой льдом акватории Охотского моря. Максимальное число встреч было зарегистрировано вдоль северо-восточного побережья о. Сахалин, а также к северу от острова, вдоль кромки льда.

Лахтак характеризовался минимальной плотностью залегания среди всех рассматриваемых видов. Как правило, на льду встречались одиночные животные. Зарегистрированные животные, очевидно, тяготеют к более мелководным районам акватории, а также к районам с высокой плотностью льда.

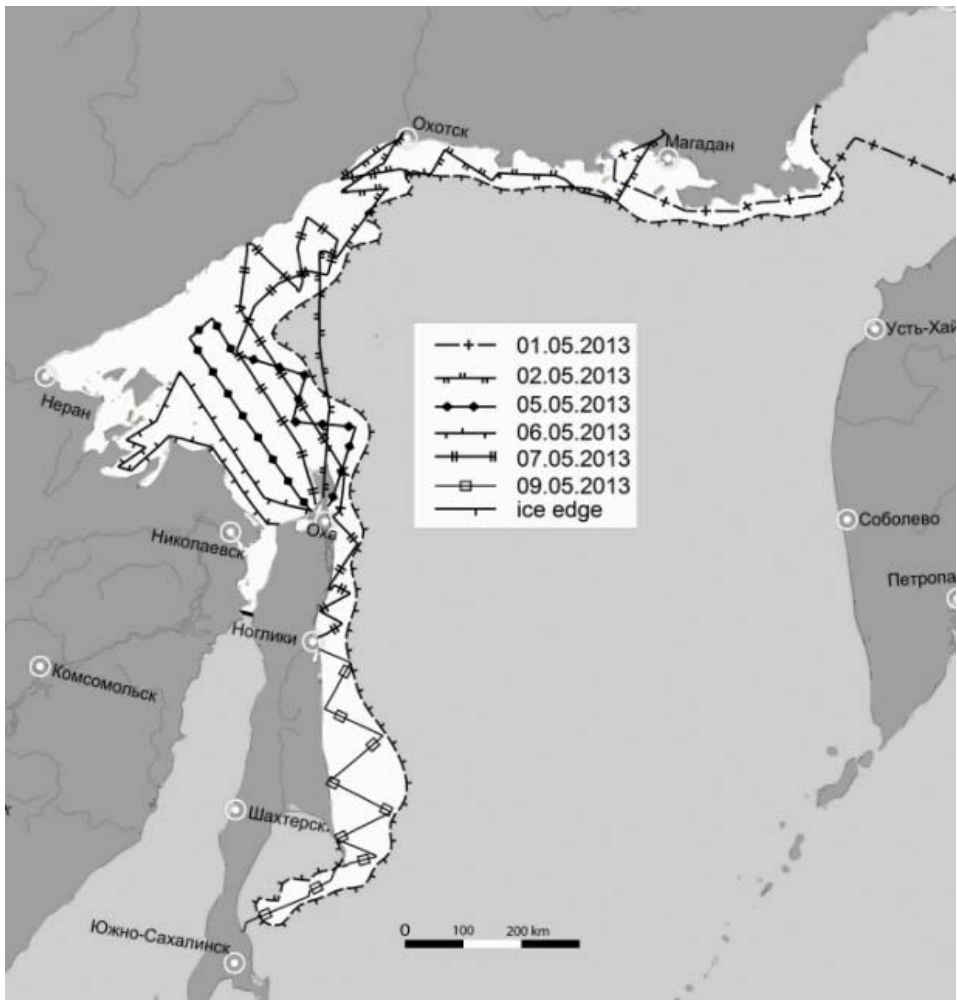


Рис. 9. Схема маршрутов полётов в Охотском море с 1 по 9 мая 2013 г.
 Fig. 9. Scheme of the survey conducted in the Okhotsk Sea on May 1–9, 2013

Таблица 2

Наблюдаемые значения плотности тюленей в обследованных блоках по данным ИК+фотосъёмки

Table 2

Seal distribution density in the surveyed blocks estimated by photo+IR aerial survey

Показатель	Акиба	Лахтак	Крылатка	Ларга	Щенки
Размер выборки	1231	554	2271	959	583
Максимальная плотность, шт./км ²	3,0	3,3	6,2	5,4	2,1
Средняя плотность, шт./км ²	0,39	0,18	0,69	0,35	0,15
Ошибка, шт./км ²	0,069	0,052	0,156	0,107	0,043

Схожее равномерное распределение было характерно для акибы, хотя плотность залегания животных была в среднем почти вдвое выше, чем у лахтака (соответственно 0,39 и 0,18 шт./км²), и наблюдались отдельные блоки в зоне глубины 200–400 м с повышенной по сравнению с соседними районами численностью тюленей данного вида. Также следует отметить, что акиба находилась преимущественно на льдах высокой степени сплоченности (80–90 %).

Ларга встречалась преимущественно вдоль кромки льда, и плотность залегания была наиболее высокой в северных районах Охотского моря. Встречи ларги практически отсутствовали в зоне глубины более 400 м.

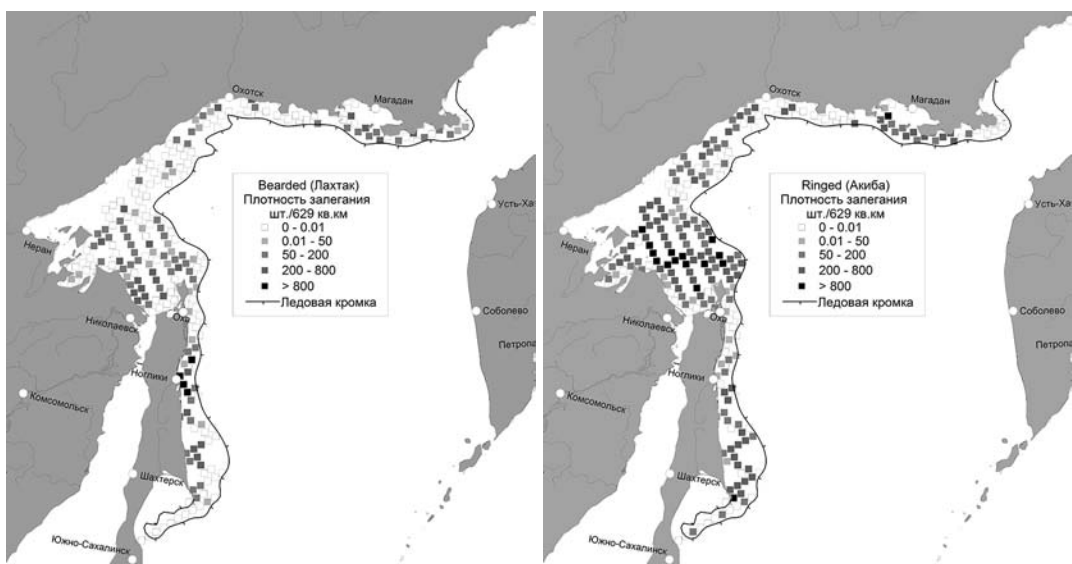


Рис. 10. Плотность распределения лахтака (слева) и акибы (справа), экстраполированная только на обследованные блоки

Fig. 10. Bearded seal (left) and ringed seal (right) distribution density extrapolated onto the surveyed blocks

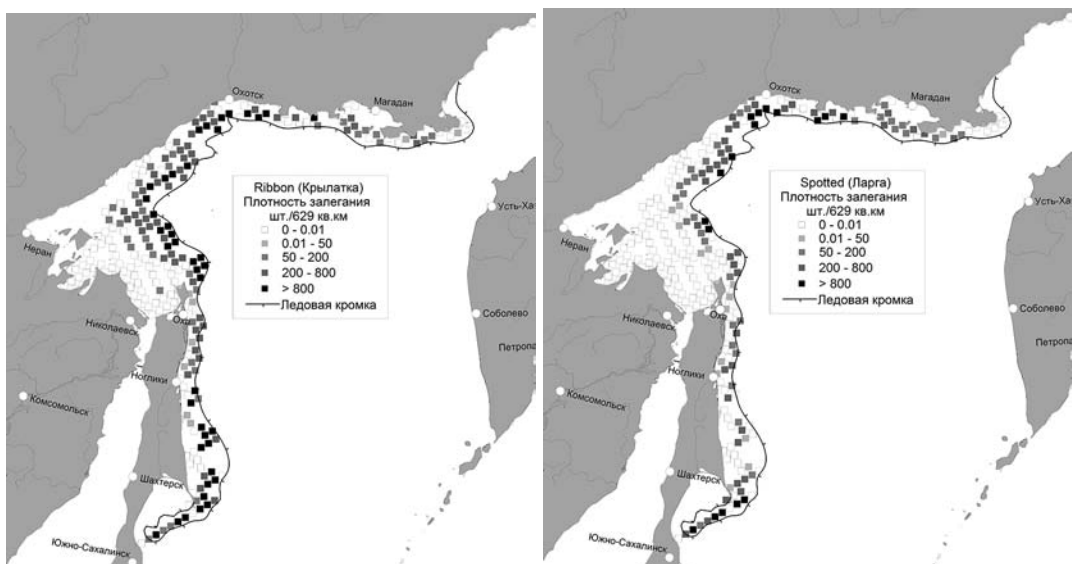


Рис. 11. Плотность распределения крылатки (слева) и ларги (справа), экстраполированная только на обследованные блоки

Fig. 11. Ribbon seal (left) and spotted seal (right) distribution density extrapolated onto the surveyed blocks

Крылатка была распределена также преимущественно вдоль кромки льда и больше её можно было увидеть на северо-востоке от о. Сахалин. Животные встречались как на сплоченных льдах, так и в районах с низкой сплоченностью. Крылатка характеризовалась наибольшей плотностью залегания по сравнению с другими видами.

Оценка общей численности популяций ледовых форм тюленей не представляется возможной в связи с отсутствием данных о вероятности нахождения животных в воде в период проведения учётных работ, поэтому была получена численность тюленей разных видов, находящихся на льду. Полученные оценки, а также границы 95 %-ных доверительных интервалов и коэффициентов вариации приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчёта численности тюленей с использованием выбранных моделей экстраполяции

Table 3

Estimation of the seal species abundance using quasi-GLM extrapolation

Показатель	Акиба	Лахтак	Крылатка	Ларга
Оценка численности	88253	39743	181179	84356
95 %-ный доверительный интервал	64120–130320	27868–60026	118392–316995	55172–113540
Коэффициент вариации	0,187	0,202	0,274	0,173

Основные данные, полученные во время авиасъёмок ледовых форм тюленей, с разбивкой по обследованным блокам представлены в табл. 4.

Таблица 4

Распределение тюленей по обследованным блокам

Table 4

Distribution of seals by the surveyed blocks

Дата съёмки	Номер блока	Долгота центра блока	Широта центра блока	Длина трека в блоке, км	Ширина полосы съёмки, км	Акиба по фото, экз.	Лахтак по фото, экз.	Ларга по фото, экз.	Крылатка по фото, экз.	Неопр. тюлени по фото	Щенки по фото	Кол-во тюленей по ИК
02.05.13	5001	142.162	59.074	13,9	0,14	0	0	0	0	0	0	4
02.05.13	5002	142.497	59.217	25,6	0,14	0	0	0	0	0	0	8
02.05.13	5007	141.760	58.602	63,0	0,14	0	0	0	0	0	0	18
02.05.13	5008	142.088	58.746	76,1	0,14	2	1	0	2	0	0	26
02.05.13	5009	142.420	58.890	39,4	0,14	0	0	0	0	0	0	4
02.05.13	5010	142.754	59.032	30,7	0,14	2	1	2	0	1	2	18
07.05.13	5025	139.499	57.232	24,3	0,59	0	1	0	0	0	0	1
07.05.13	5026	139.803	57.384	13,9	0,56	1	0	0	0	0	0	1
07.05.13	5029	140.735	57.833	18,2	0,56	12	0	0	0	0	0	15
07.05.13	5030	141.051	57.981	15,1	0,56	2	1	0	2	0	0	6
02.05.13	5032	141.692	58.274	10,8	0,14	0	0	0	0	0	0	4
02.05.13	5033	142.016	58.418	32,0	0,14	0	0	0	1	0	0	22
02.05.13	5034	142.344	58.562	23,7	0,14	0	0	0	1	0	0	20
02.05.13	5035	142.674	58.704	22,2	0,14	2	0	4	2	0	0	14
02.05.13	5036	143.008	58.845	25,7	0,14	0	0	5	4	0	1	25
02.05.13	5037	143.344	58.985	2,7	0,14	0	0	1	1	0	0	3
02.05.13	5039	144.026	59.262	1,6	0,14	0	0	0	0	0	0	0
02.05.13	5040	144.371	59.399	8,6	0,14	0	1	0	0	0	0	1
07.05.13	5055	139.455	56.901	21,8	0,55	1	0	0	0	0	0	1
07.05.13	5056	139.756	57.053	8,5	0,54	1	0	0	0	0	0	1
07.05.13	5057	140.061	57.204	25,7	0,56	4	0	0	3	0	0	7
07.05.13	5059	140.678	57.503	15,7	0,58	4	0	0	3	0	0	8
07.05.13	5060	140.991	57.651	16,8	0,58	3	0	0	2	1	0	6
07.05.13	5061	141.306	57.799	25,9	0,56	2	0	2	6	1	0	12
02.05.13	5065	141.624	57.945	16,2	0,14	0	0	0	0	0	0	5
02.05.13	5066	142.926	58.518	37,0	0,14	0	0	7	6	1	0	39
02.05.13	5069	143.932	58.936	30,2	0,14	0	0	3	0	0	0	12
02.05.13	5070	144.274	59.073	28,7	0,14	1	0	1	3	0	0	22
02.05.13	5071	144.618	59.208	28,9	0,14	0	0	0	0	0	0	10
07.05.13	5087	139.412	56.569	7,1	0,56	0	0	0	0	0	0	1
07.05.13	5088	139.710	56.722	22,6	0,55	1	1	0	2	0	0	4
07.05.13	5090	140.316	57.024	24,3	0,57	1	0	1	9	0	0	12

Продолжение табл. 4
Table 4 continued

Дата съёмки	Номер блока	Долгота центра блока	Широта центра блока	Длина трека в блоке, км	Ширина полосы съёмки, км	Акиба по фото, экз.	Лахтак по фото, экз.	Ларга по фото, экз.	Крылатка по фото, экз.	Неопр. тюлены по фото	Щенки по фото	Кол-во тюленей по ИК
07.05.13	5091	140.622	57.173	2,2	0,58	0	0	0	0	0	1	1
07.05.13	5092	140.932	57.322	22,5	0,57	1	2	2	4	0	0	9
07.05.13	5094	141.559	57.615	7,8	0,58	0	0	3	6	0	2	12
07.05.13	5095	141.890	57.760	23,8	0,58	0	0	12	15	1	2	31
02.05.13	5104	144.862	59.018	5,3	0,14	0	0	0	1	0	0	2
02.05.13	5105	145.208	59.152	24,3	0,14	0	0	0	4	0	1	17
05.05.13	5116	138.498	55.774	15,8	0,61	2	0	0	0	0	0	4
05.05.13	5117	138.786	55.929	22,1	0,61	2	0	0	1	0	0	7
05.05.13	5118	139.077	56.084	31,5	0,61	6	0	0	0	0	0	13
07.05.13	5120	139.665	56.390	25,8	0,56	0	0	0	7	1	0	8
07.05.13	5121	139.963	56.542	21,6	0,56	0	0	2	14	0	9	25
07.05.13	5122	140.264	56.693	26,8	0,56	0	0	3	23	0	9	35
07.05.13	5123	140.568	56.843	23,8	0,58	5	0	2	10	1	4	28
07.05.13	5124	140.874	56.991	54,5	0,57	6	1	18	38	0	12	78
07.05.13	5125	141.182	57.139	49,4	0,56	2	2	15	39	1	6	65
07.05.13	5126	141.494	57.286	5,2	0,56	0	0	1	1	0	1	3
07.05.13	5127	141.808	57.431	41,0	0,58	3	0	20	57	3	7	90
02.05.13	5138	142.125	57.576	22,4	0,14	0	0	7	2	0	1	11
02.05.13	5139	145.796	59.091	25,1	0,14	0	0	2	2	0	0	8
02.05.13	5140	146.147	59.222	3,1	0,14	0	0	0	0	0	0	0
05.05.13	5150	138.751	55.597	24,2	0,61	7	0	0	1	0	3	22
05.05.13	5152	139.328	55.906	23,3	0,60	4	3	0	3	0	1	17
07.05.13	5154	139.916	56.211	58,8	0,57	6	0	7	42	4	9	68
07.05.13	5155	140.214	56.362	9,7	0,57	0	0	1	6	0	4	13
07.05.13	5158	141.122	56.809	28,1	0,56	4	0	23	12	1	2	42
07.05.13	5160	141.741	57.102	26,9	0,56	0	0	35	19	1	1	56
07.05.13	5161	142.055	57.247	1,5	0,58	0	0	0	1	0	0	1
02.05.13	5173	146.033	58.898	5,4	0,14	0	0	1	0	0	0	4
02.05.13	5174	146.382	59.028	23,9	0,14	0	0	2	0	0	0	10
02.05.13	5175	146.735	59.157	26,7	0,14	0	0	7	4	1	0	5
06.05.13	5183	138.434	55.108	34,2	0,52	6	5	0	0	0	0	17
06.05.13	5184	138.716	55.264	28,5	0,52	18	2	0	0	0	0	28
05.05.13	5185	139.000	55.419	6,6	0,61	1	0	0	0	0	0	2
05.05.13	5186	139.288	55.573	16,6	0,60	3	1	0	1	0	1	11
05.05.13	5187	139.577	55.727	24,1	0,60	5	0	0	8	1	10	29
06.05.13	5188	139.869	55.879	39,6	0,58	1	0	1	22	1	12	37
07.05.13	5189	140.164	56.030	24,7	0,57	1	0	1	6	1	0	9
02.05.13	5210	146.966	58.961	1,6	0,14	1	1	0	0	0	0	2
02.05.13	5211	147.320	59.088	27,2	0,14	0	0	2	0	0	0	5
02.05.13	5212	147.677	59.213	16,7	0,14	0	0	0	1	0	0	9
06.05.13	5220	138.125	54.617	11,2	0,53	2	0	0	0	0	0	2
06.05.13	5221	138.402	54.774	34,1	0,53	3	1	0	0	0	0	11
06.05.13	5222	138.681	54.931	1,9	0,53	0	1	0	0	0	0	1
06.05.13	5223	138.963	55.086	24,3	0,53	5	1	0	0	0	0	15
05.05.13	5225	139.534	55.394	23,4	0,60	6	1	0	0	1	0	22

Продолжение табл. 4
Table 4 continued

Дата съёмки	Номер блока	Долгота центра блока	Широта центра блока	Длина трека в блоке, км	Ширина полосы съёмки, км	Акиба по фото, экз.	Лахтак по фото, экз.	Ларга по фото, экз.	Крылатка по фото, экз.	Неопр. тлюены по фото	Щенки по фото	Кол-во тлюеней по ИК
06.05.13	5227	140.115	55.698	55,6	0,58	2	0	0	22	1	8	47
06.05.13	5228	140.410	55.849	24,8	0,58	3	0	0	16	1	0	20
07.05.13	5229	140.706	55.999	1,1	0,57	0	0	0	1	0	0	2
02.05.13	5251	147.902	59.016	8,3	0,14	7	3	4	5	0	0	1
01.05.13	5255	149.353	59.502	33,0	0,74	0	0	2	0	1	0	12
01.05.13	5256	149.723	59.620	18,3	0,74	0	0	0	0	0	0	0
06.05.13	5268	137.825	54.125	42,5	0,53	4	0	0	0	0	0	5
06.05.13	5269	138.097	54.283	24,6	0,53	3	0	0	0	0	0	7
06.05.13	5270	138.371	54.441	18,5	0,52	3	0	0	0	1	0	5
06.05.13	5273	139.209	54.908	27,9	0,53	28	0	0	0	0	0	45
05.05.13	5275	139.779	55.214	22,6	0,59	7	1	0	1	0	0	15
07.05.13	5277	140.359	55.517	27,5	0,58	4	1	1	10	0	2	20
05.05.13	5278	140.653	55.667	26,8	0,59	5	0	2	7	0	1	25
06.05.13	5279	140.949	55.816	29,6	0,57	4	2	4	21	2	3	37
01.05.13	5304	149.204	59.182	31,6	0,75	0	0	2	0	0	2	25
01.05.13	5305	149.570	59.301	0,6	0,75	0	0	0	0	0	0	2
06.05.13	5324	137.532	53.631	3,5	0,53	0	0	0	0	0	0	0
06.05.13	5325	137.799	53.790	37,6	0,53	1	0	0	0	0	0	5
06.05.13	5326	138.069	53.949	49,8	0,53	0	0	0	0	0	0	2
06.05.13	5327	138.341	54.107	27,3	0,53	0	0	0	0	0	0	0
06.05.13	5328	138.615	54.264	24,7	0,52	1	0	0	0	0	0	4
06.05.13	5329	138.891	54.419	14,5	0,52	0	0	0	0	0	0	2
06.05.13	5331	139.451	54.729	28,3	0,54	37	0	0	0	0	0	43
05.05.13	5333	140.021	55.034	23,2	0,59	8	2	0	2	0	2	23
07.05.13	5335	140.600	55.335	27,4	0,57	3	0	0	2	1	3	15
06.05.13	5337	141.189	55.633	58,5	0,58	9	7	24	74	9	4	129
05.05.13	5338	141.487	55.780	13,6	0,57	2	0	22	31	2	6	63
01.05.13	5362	149.420	58.981	1,7	0,74	0	0	0	0	0	0	3
01.05.13	5363	149.784	59.099	30,7	0,74	0	0	2	0	0	1	20
06.05.13	5386	138.042	53.614	13,9	0,53	0	0	0	0	0	0	0
06.05.13	5387	138.311	53.772	4,4	0,53	0	0	0	0	0	0	0
06.05.13	5390	139.132	54.241	15,4	0,52	2	0	0	0	0	0	4
06.05.13	5391	139.411	54.395	17,5	0,52	0	0	0	0	0	0	0
06.05.13	5392	139.692	54.549	26,8	0,55	11	2	0	0	0	0	38
05.05.13	5394	140.261	54.853	23,7	0,58	16	2	0	0	0	0	29
07.05.13	5396	140.839	55.153	28,2	0,56	3	5	0	8	2	3	28
07.05.13	5398	141.427	55.449	25,6	0,58	4	3	4	22	0	5	38
05.05.13	5399	141.724	55.595	53,7	0,57	14	0	79	83	2	9	187
01.05.13	5424	149.995	58.897	3,9	0,74	0	0	0	0	0	0	2
01.05.13	5425	150.360	59.013	28,5	0,74	0	7	3	0	0	0	29
06.05.13	5452	139.649	54.215	13,1	0,52	1	1	0	0	0	0	2
06.05.13	5453	139.930	54.368	21,7	0,54	5	3	0	0	0	0	8
06.05.13	5454	140.213	54.520	21,9	0,56	15	1	0	0	0	0	20
05.05.13	5455	140.498	54.671	20,9	0,57	11	1	0	0	0	0	18
05.05.13	5456	140.785	54.820	2,0	0,57	1	0	0	0	0	0	2

Продолжение табл. 4
Table 4 continued

Дата съёмки	Номер блока	Долгота центра блока	Широта центра блока	Длина трека в блоке, км	Ширина полосы съёмки, км	Акиба по фото, экз.	Лахтак по фото, экз.	Ларга по фото, экз.	Крылатка по фото, экз.	Неопр. тюлены по фото	Щенки по фото	Кол-во тюленей по ИК
07.05.13	5457	141.075	54.969	26,0	0,57	8	1	0	5	0	0	14
06.05.13	5459	141.662	55.264	63,9	0,57	4	1	5	60	2	21	98
05.05.13	5460	141.959	55.410	2,6	0,57	1	0	0	3	0	0	8
01.05.13	5486	150.567	58.810	6,9	0,75	0	1	1	0	0	0	5
01.05.13	5487	150.933	58.924	29,1	0,74	0	2	15	0	5	9	56
06.05.13	5512	140.166	54.187	25,6	0,52	2	3	0	0	0	0	5
06.05.13	5513	140.448	54.338	24,1	0,56	5	0	0	0	0	0	8
05.05.13	5515	141.020	54.637	23,5	0,57	22	1	0	0	0	0	23
07.05.13	5516	141.309	54.785	4,7	0,59	3	0	0	0	0	0	3
06.05.13	5517	141.601	54.932	51,0	0,57	28	2	1	12	0	4	65
05.05.13	5518	141.895	55.079	13,3	0,57	6	0	0	6	0	3	34
07.05.13	5518	141.895	55.079	22,8	0,58	5	1	1	9	0	1	11
01.05.13	5546	151.136	58.720	9,6	0,83	0	3	0	0	0	0	8
01.05.13	5547	151.503	58.832	29,3	0,76	0	0	3	0	0	0	29
01.05.13	5548	151.873	58.943	5,3	0,74	0	0	0	0	0	0	6
06.05.13	5574	140.399	54.005	27,2	0,52	1	14	0	0	0	0	15
06.05.13	5575	140.681	54.155	26,2	0,56	10	13	0	0	0	0	24
05.05.13	5577	141.252	54.453	22,9	0,56	9	5	0	0	0	0	20
07.05.13	5579	141.832	54.747	27,0	0,56	31	1	0	0	0	0	32
06.05.13	5580	142.125	54.893	43,2	0,57	16	3	0	14	0	0	33
05.05.13	5581	142.421	55.037	25,0	0,55	22	2	0	7	0	1	34
01.05.13	5610	152.070	58.736	21,8	0,75	0	1	2	0	1	2	15
01.05.13	5611	152.440	58.845	27,2	0,75	0	0	1	0	2	1	16
01.05.13	5612	152.813	58.953	8,0	0,74	0	2	0	0	0	0	8
06.05.13	5640	140.630	53.822	27,8	0,52	0	25	0	0	0	0	25
06.05.13	5641	140.912	53.972	26,7	0,56	8	17	0	0	0	0	26
05.05.13	5643	141.481	54.268	22,1	0,46	2	4	0	0	0	0	15
07.05.13	5645	142.060	54.561	23,3	0,56	9	2	0	0	0	0	14
07.05.13	5646	142.353	54.706	13,6	0,58	3	5	0	0	0	0	8
06.05.13	5647	142.648	54.850	13,7	0,57	10	1	0	0	0	1	17
05.05.13	5648	142.946	54.992	33,2	0,55	9	1	7	60	4	3	84
05.05.13	5649	143.246	55.134	12,7	0,55	2	0	5	18	0	0	27
01.05.13	5678	153.004	58.745	18,5	0,73	0	0	4	0	1	0	16
01.05.13	5679	153.378	58.850	25,0	0,74	0	3	5	0	2	1	11
01.05.13	5680	153.754	58.954	26,1	0,74	0	0	0	0	0	0	6
01.05.13	5681	154.133	59.057	25,2	0,74	0	1	0	0	0	1	6
01.05.13	5682	154.514	59.158	11,4	0,74	0	0	2	0	0	0	2
01.05.13	5684	155.283	59.356	1,5	0,91	0	0	0	0	0	0	0
06.05.13	5707	140.859	53.638	28,3	0,53	0	32	0	0	0	0	32
06.05.13	5708	141.140	53.787	26,0	0,58	3	10	0	0	0	0	18
05.05.13	5710	141.709	54.083	23,7	0,42	20	2	0	1	1	0	25
07.05.13	5712	142.287	54.374	21,2	0,57	5	0	0	0	0	0	6
07.05.13	5714	142.873	54.661	25,3	0,59	18	4	0	4	0	0	26
05.05.13	5715	143.170	54.804	39,1	0,55	5	0	12	55	2	0	86
05.05.13	5716	143.470	54.945	7,7	0,55	4	0	0	25	1	0	30

Продолжение табл. 4
Table 4 continued

Дата съёмки	Номер блока	Долгота центра блока	Широта центра блока	Длина трека в блоке, км	Ширина полосы съёмки, км	Акиба по фото, экз.	Лахтак по фото, экз.	Ларга по фото, экз.	Крылатка по фото, экз.	Неопр. тюлены по фото	Щенки по фото	Кол-во тюленей по ИК
01.05.13	5749	154.695	58.947	13,9	0,73	0	1	0	0	0	0	1
01.05.13	5750	155.076	59.046	24,8	0,74	0	1	0	0	0	0	1
01.05.13	5751	155.460	59.144	18,0	0,78	0	1	0	0	0	0	1
06.05.13	5772	141.086	53.454	7,9	0,53	0	3	0	0	0	0	3
06.05.13	5773	141.366	53.603	21,9	0,56	0	0	0	0	0	0	3
06.05.13	5774	141.649	53.750	28,3	0,60	1	0	0	0	0	0	1
05.05.13	5775	141.934	53.897	22,6	0,29	4	3	0	0	0	0	12
07.05.13	5776	142.221	54.042	1,8	0,58	0	0	0	0	0	0	0
07.05.13	5777	142.511	54.187	19,4	0,58	0	0	0	0	0	0	0
06.05.13	5779	143.096	54.473	58,1	0,49	13	5	3	20	0	1	64
05.05.13	5780	143.392	54.614	5,8	0,55	1	0	1	4	0	1	9
06.05.13	5835	141.590	53.417	29,9	0,53	0	0	0	0	0	0	0
06.05.13	5836	141.872	53.564	4,2	0,57	0	0	0	0	0	0	0
05.05.13	5837	142.157	53.710	3,7	0,50	1	0	0	0	0	0	3
06.05.13	5837	142.157	53.710	30,1	0,60	3	0	0	0	0	0	1
06.05.13	5838	142.443	53.855	42,1	0,56	5	0	0	0	0	0	5
06.05.13	5840	143.023	54.141	39,7	0,46	4	1	0	2	0	0	9
06.05.13	5841	143.317	54.283	24,6	0,46	0	1	0	4	0	0	5
05.05.13	5900	142.664	53.667	5,2	0,64	0	0	0	0	0	0	0
06.05.13	5900	142.664	53.667	8,6	0,59	1	0	0	0	0	0	2
05.05.13	5901	142.952	53.810	15,0	0,56	0	0	0	0	0	0	0
06.05.13	5902	143.242	53.952	34,7	0,47	6	0	1	1	0	0	11
07.05.13	5961	143.169	53.620	32,7	0,62	3	5	1	0	0	0	9
07.05.13	5962	143.459	53.762	5,7	0,61	0	0	0	0	0	0	0
07.05.13	6017	143.384	53.430	18,1	0,62	0	0	0	1	0	0	2
07.05.13	6018	143.673	53.571	7,0	0,63	0	0	0	4	2	0	6
07.05.13	6071	143.597	53.240	26,4	0,64	0	0	5	21	1	1	28
07.05.13	6072	143.886	53.380	22,4	0,63	0	0	3	9	0	0	12
07.05.13	6124	143.239	52.766	18,5	0,63	0	5	0	0	0	0	5
07.05.13	6125	143.522	52.908	32,5	0,63	3	1	0	1	0	0	5
07.05.13	6126	143.808	53.048	10,7	0,63	0	0	3	3	0	0	7
07.05.13	6179	143.449	52.575	27,2	0,63	0	9	0	0	0	0	9
07.05.13	6180	143.732	52.716	16,2	0,64	0	1	2	8	0	0	12
07.05.13	6230	143.376	52.243	46,1	0,64	1	9	1	1	0	0	12
07.05.13	6231	143.657	52.384	29,6	0,64	4	31	0	4	1	0	41
07.05.13	6232	143.939	52.525	15,3	0,64	1	0	5	14	1	0	21
07.05.13	6282	143.280	51.910	20,0	0,64	1	23	1	0	1	0	26
07.05.13	6283	143.583	52.051	38,8	0,64	4	16	13	18	1	2	58
07.05.13	6284	143.863	52.192	12,5	0,65	0	0	13	5	0	0	18
09.05.13	6334	143.500	51.710	23,8	0,60	0	23	0	0	0	0	34
09.05.13	6383	143.714	51.526	8,5	0,60	2	5	0	0	0	1	27
09.05.13	6384	143.990	51.667	25,6	0,60	5	1	2	15	2	2	51
09.05.13	6433	143.915	51.334	32,5	0,59	5	3	5	27	1	3	85
09.05.13	6434	144.191	51.474	14,2	0,59	0	0	0	1	0	0	1
09.05.13	6481	143.570	50.859	10,0	0,59	1	5	0	0	0	0	6

Окончание табл. 4
Table 4 finished

Дата съёмки	Номер блока	Долгота центра блока	Широта центра блока	Длина трека в блоке, км	Ширина полосы съёмки, км	Акиба по фото, экз.	Лахтак по фото, экз.	Ларга по фото, экз.	Крылатка по фото, экз.	Неопр. тюлени по фото	Щенки по фото	Кол-во тюленей по ИК
09.05.13	6482	143.841	51.000	31,3	0,59	12	16	0	2	1	0	39
09.05.13	6532	144.039	50.807	28,2	0,58	3	4	0	1	0	0	8
09.05.13	6587	144.235	50.613	3,1	0,58	0	0	0	0	0	0	0
09.05.13	6588	144.507	50.752	31,0	0,58	3	1	2	39	2	0	59
09.05.13	6643	144.701	50.557	12,0	0,57	4	0	3	29	0	0	43
09.05.13	6644	144.974	50.695	22,3	0,58	0	0	0	19	0	1	23
09.05.13	6694	144.086	49.944	19,9	0,58	9	6	0	0	0	0	20
09.05.13	6695	144.353	50.085	22,6	0,58	6	6	0	0	0	0	16
09.05.13	6696	144.622	50.224	27,4	0,58	10	6	13	17	0	0	61
09.05.13	6697	144.893	50.362	36,3	0,58	6	0	1	98	1	5	140
09.05.13	6698	145.166	50.499	17,5	0,58	1	0	0	3	1	1	7
09.05.13	6750	144.278	49.750	24,7	0,58	4	15	0	0	1	0	27
09.05.13	6751	144.545	49.890	3,6	0,58	2	1	0	0	0	0	3
09.05.13	6810	144.734	49.694	27,8	0,58	11	5	0	0	0	0	20
09.05.13	6870	144.922	49.498	3,4	0,58	0	0	0	2	0	0	2
09.05.13	6871	145.189	49.635	33,5	0,57	18	0	1	48	0	13	105
09.05.13	6927	144.580	49.024	34,8	0,57	11	5	1	0	0	1	21
09.05.13	6928	144.843	49.163	21,2	0,57	5	2	4	4	0	1	23
09.05.13	6929	145.108	49.301	32,0	0,57	8	0	7	61	2	24	129
09.05.13	6930	145.375	49.438	53,3	0,57	12	0	4	125	2	56	227
09.05.13	6931	145.643	49.574	7,2	0,57	0	0	0	0	0	1	1
09.05.13	6985	144.505	48.689	11,2	0,56	0	0	1	0	1	0	5
09.05.13	6986	144.766	48.828	10,3	0,56	8	1	0	1	0	2	18
09.05.13	6987	145.028	48.967	24,0	0,56	10	0	5	17	1	3	55
09.05.13	7036	142.915	47.496	25,1	0,56	0	0	0	0	0	0	0
09.05.13	7037	143.164	47.641	23,9	0,56	0	0	12	3	1	11	34
09.05.13	7038	143.414	47.785	28,9	0,56	1	0	27	18	2	11	91
09.05.13	7039	143.666	47.928	20,7	0,56	0	0	1	1	0	1	3
09.05.13	7040	143.919	48.071	24,2	0,56	0	0	4	1	0	7	25
09.05.13	7041	144.175	48.213	37,2	0,56	0	0	41	42	2	27	174
09.05.13	7042	144.431	48.353	38,3	0,56	2	0	63	30	6	15	171
09.05.13	7043	144.690	48.493	12,0	0,56	0	0	0	0	0	2	2
09.05.13	7044	144.950	48.632	31,9	0,56	0	0	42	32	1	15	132
09.05.13	7045	145.212	48.769	48,1	0,56	5	1	24	67	3	29	191
09.05.13	7046	145.475	48.906	5,3	0,56	0	0	0	1	0	0	2
Итого				5617		844	453	721	1805	102	435	5730

Заключение

Авиаучёт выполнен в мае 2013 г. в короткие сроки при хорошей погоде. Учётными галсами равномерно обследован ледовый покров Охотского моря. Получен большой объём данных, тысячи снимков тюленей в видимом и ИК-диапазонах, а также снимков ледового покрова, что позволяет дать объективную информацию о состоянии популяций ледовых форм тюленей Охотского моря.

Инструментальный метод учёта тюленей на льдах работает эффективно. Качество материалов ИК- и фотосъёмки позволяет надёжно регистрировать и идентифицировать виды тюленей. Доля тюленей с неопределённым видом по фотоснимкам составила всего 2 %.

Разработаны и реализованы оптимальные схемы маршрутов полётов в Охотском море для самолёта-лаборатории Ан-38 «Восток».

Получен большой объём инструментальных данных: фотоснимков, ИК-изображений, визуальных наблюдений, навигационных параметров и информации о ледовой обстановке. На основе этого авиаучёта создана база данных по тюленям с их персональными фотографиями и координатно-временной привязкой.

Разработанная инструментальная технология может быть взята за основу в будущих авиаучётах ледовых форм тюленей в северной части Тихого океана.

С использованием генерализованных линейных моделей получена оценка численности ледовых форм тюленей, находящихся на льдах на всей площади Охотского моря, но, чтобы дать оценку численности популяции по каждому виду ледовых форм тюленей региона, необходимо иметь данные о соотношении времени нахождения животных на льду и в воде в момент съёмки, которые могут быть получены посредством спутникового мечения тюленей.

Учётные работы 2013 г. — это самостоятельное исследование, проведённое по инструментальной методике в особых погодных и ледовых условиях. Полученные материалы могут быть использованы в качестве основы для обработки различными статистическими методами с целью определения численности тюленей и установления взаимосвязи между распределением тюленей и параметрами среды их обитания и др.

Выражаем благодарность американским коллегам из Национальной лаборатории по морским млекопитающим Аляскинского рыболовного центра Национальной службы морского рыболовства Национального Агентства по океанам и атмосфере (NMML, AFSC, NMFS, NOAA) за финансовую поддержку работы (грант AV133F10CN0355), ценные замечания и рекомендации по методике выполнения работ. Авиаучёты тюленей проводились по плану работ межправительственного российско-американского соглашения в области охраны окружающей среды.

Авиаучёт успешно проведен благодаря слаженной работе служб хабаровской авиакомпании «Восток». Особую благодарность выражаем главному пилоту И.А. Козлитину, под высокопрофессиональным руководством которого лётный экипаж точно выполнял полётные задания в сложное зимнее время.

Большой вклад в осуществление этого проекта внесли РОО «Совет по морским млекопитающим» и конкретно И.В. Смелова и С.И. Смирнова. Авторы статьи выражают искреннюю благодарность нашим коллегам Н.А. Черноок и В.В. Асютенко, которые кропотливо обработали материалы съёмки, тысячи ИК- и фотоизображений.

Список литературы

Кэмерон М., Вер Хоф Дж., Бовенг П. и др. Численность трех пагофильных видов тюленей в восточной части Берингова моря (Abundances of three ice-associated seal species in the Eastern Bering Sea) // Морские млекопитающие Голарктики : сб. науч. тр. по мат-лам 7-й междунар. конф. — М. : КМК, 2012. — С. 375–376.

Федосеев Г.А. Популяционная биология ледовых форм тюленей и их роль в экосистеме Северной Пацифики : монография. — Магадан : МагаданНИРО, 2005. — 180 с.

Федосеев Г.А. Распределение и численность тюленей на детных и линных залежках в Охотском море // Исследования морских млекопитающих. — Калининград, 1971. — С. 87–99 (Тр. АтлантНИРО; Т. 39).

Черноок В.И., Васильев А.Н., Мелентьев В.В., Глазов Д.М. Опыт использования самолёта-лаборатории Л-410 для инструментальных авиаучётов морских млекопитающих // Морские млекопитающие Голарктики : сб. науч. тр. по мат-лам 5-й междунар. конф. — Одесса, 2008. — С. 132–137.

Черноок В.И., Кузнецов Н.В., Васильев А.Н. Сравнительный анализ синхронных инструментальных и аэровизуальных оценок плотности распределения тюленей на льдах //

Морские млекопитающие Голарктики : сб. науч. тр. по мат-лам 7-й междунар. конф. — М. : КМК, 2012. — С. 713–717.

Черноок В.И., Кузнецов Н.В., Шафиков И.Н. и др. Автоматизированный подсчёт гренландских тюленей на авиаснимках // Морские млекопитающие Голарктики : сб. науч. тр. по мат-лам Междунар. конф. — Архангельск, 2000а. — С. 418–422.

Черноок В.И., Тимошенко Ю.К., Мейзенхеймер П. и др. Результаты учёта численности гренландского тюленя в Белом море в 1998 году // Морские млекопитающие Голарктики : сб. науч. тр. по мат-лам Междунар. конф. — Архангельск, 2000б. — С. 426–431.

Черноок В.И., Кузнецов Н.В., Яковенко М.Я. Мультиспектральная авиасъёмка залежек тюленей : монография. — Мурманск : ПИНРО, 1999. — 73 с.

Skalski J.R., Ryding K.E., Millsaugh J.J. Wildlife Demography: Analysis of Sex, Age and Count Data. — Academic Press, 2005. — 656 p.

Zuur A.F., Ieno E.N., Walker N.J. et al. Mixed effects models and extensions in ecology with R (Ser.: Statistics for biology and health). — Berlin et al. : Springer Sci., 2009. — 574 p.

Поступила в редакцию 21.08.14 г.