

## Список использованных источников / References

Матишов Г.Г., Горяев Ю.И., Ишкулов Д.Г. 2013. Белый медведь Карского моря. Результаты экспедиционных работ ММБИ в районе прохождения трасс Севмор-пути в 1997–2013 гг. / Г.Г. Матишов, Ю.И. Горяев, Д.Г. Ишкулов; ММБИ КНЦ.— Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН. 112 с.— ISBN 978–5–4358–0073–9. [Matishov G.G., Goryaev Y.I., Ishkulov D.G., 2013. Kara Sea Polar bear. The results of field work in the region of the Murmansk Marine runs Sevморput in 1997–2013. ММБИ, Rostov na Donu, SSC RAS. 112 p. ISBN 978–5–4358–0073–9]

Челинцев Н.Г. 2000. Математические основы учета животных. Москва. 431 с. [Chelintsev N.G. 2000. Mathematical bases of animal counts. Moscow. 431 p].

Челинцев Н.Г. 2003. Методика экстраполяции и коррекции дистанционного недоучета при выборочном маршрутном авиаучете белых медведей. Бюл. МОИП, отд. биол., 108 (4): 3–9. [Chelintsev N.G. 2003. The method of extrapolation and correction of distance omission for polar bear aerial line transect count. Bull. MOIP, sec. Biology. 108 (4): 3–9.]

Челинцев Н.Г. 2004. Алгоритмы экстраполяции при авиаучетах животных. Бюл. МОИП, отд. биол., 109 (2): 3–14. [Chelintsev N.G. 2004. Extrapolation algorithms for animal aerial counts. Bull. MOIP, sec. Biology, 109 (2): 3–14]

### Инструментальные авиасъёмки каспийских тюленей (*Phoca caspica*) на ценных залежках

Черноок В.И.<sup>1</sup>, Кузнецов В.В.<sup>2</sup>, Кузнецов Н.В.<sup>1</sup>, Шипулин С.В.<sup>2</sup>, Васильев А.Н.<sup>1</sup>

1. Научно-исследовательский институт «Гипрорыбфлот», Санкт-Петербург, Россия

2. Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Астрахань, Россия

### Instrumental aerial survey of Caspian seals (*Phoca caspica*) on breeding grounds

Chernook V.I.<sup>1</sup>, Kuznetsov V.V.<sup>2</sup>, Kuznetsov N.V.<sup>1</sup>, Shipulin S.V.<sup>2</sup>, Vasilyev A.N.<sup>1</sup>

1. Scientific and Research Institute «Giprorybflot», Saint-Petersburg, Russia

2. Caspian Scientific and Research Institute of Fishing Industry, Astrakhan, Russia

Каспийский тюлень (*Phoca caspica*) — единственный вид морских млекопитающих, обитающий в Каспийском море, — является вершиной трофической пирамиды на Каспии. Поэтому состояние популяции каспийского тюленя является индикатором благополучия морских экосистем Каспийского моря. Особенно важен для тюленей регион северного Каспия, где в зимнее время на льдах он размножается, выкармливает потомство и проводит линный период своего жизненного цикла. Именно в этом регионе в последнее время интенсифицировались нефтяные разработки прибрежных стран — России и Казахстана. В связи с динамичными изменениями экологической обстановки остро встал вопрос о состоянии и численности каспийских тюленей в последние годы.

Объективно численность каспийских тюленей в прошлом веке определялась с помощью регулярно выполняемых аэрофотосъемок ценных залежек. Учетные аэрофотосъемки залежек каспийских тюленей дали следующие результаты: 1973 г.— 90,4 тыс., 1976 г.— 102,3 тыс., 1980 г.— 106 тыс., 1986 г.— 50–60 тыс., 1989 г.— 46,8 тыс. голов продуцирующих самок (Крылов 1990). Численность популяции каспийского тюленя в период с 1973 по 1989 год снизилась с 600 тыс. до 470 тыс. осо-

Caspian seal (*Phoca caspica*) — the only specie of marine mammals, inhabiting the Caspian Sea,— is the top of the trophic pyramid on the Caspian. Therefore, the condition of the Caspian seal population is a wellness indicator of the marine ecosystems of the Caspian Sea. The region of the Northern Caspian is of the special importance for the seals, where during the winter season they reproduce themselves, breed the offspring and spend the molting season of their life cycle on ice. It is that region, where the oil explorations of the riparian countries — Russia and Kazakhstan — has been intensified recently. Due to the dynamic changes of the ecological conditions the issue of the health and number of the Caspian seals became critical during the recent years.

The number of the Caspian seals was determined effectively in the last century by means of aerial surveys of the breeding grounds, which were performed on a regular basis. The accounting aerial surveys of the Caspian seals' grounds gave the results as follows: 1973–90.4 thous., 1976–102.3 thous., 1980–106 thous., 1986–50–60 thous., 1989–46.8 thous. of producing female units (Krylov, 1990). The population level of the Caspian seal during the period from 1973 till 1989 has reduced from 600 thous.

бей, а в конце прошлого века оценивалась уже в 420 тыс. особей (Иванов и Сокольский 2000). Динамика сокращения численности тюленей на Каспии слишком высокая, что требует повышенного внимания и мер защиты.

Аэрофотосъёмки на Каспии проводились в 1970–80-е годы по технологии, разработанной для учёта гренландского тюленя в Белом море, и основывались на съёмке на льдах самок тюленей. Между тем известно, что у ледовых форм тюленей самки в период размножения периодически сходят в воду и поэтому не всё маточное поголовье учитывается при аэрофотосъёмке. При этом величина возможного недоучета размножающихся самок может быть значительной (Крылов 1990). Поэтому возникла идея сделать основным объектом учета приплод тюленей, применив наряду с фотоаппаратурой тепловизионную технику, что впервые в полной мере было реализовано в 1998 году в Белом море при учете гренландского тюленя (Черноок и др. 2000).

Достигнутый в 1990-е годы уровень авиаучетных съёмок гренландского тюленя в Белом море создал хорошую техническую и методическую базу для проведения подобных работ в Каспийском море. Однако для применения имеющихся авиасъёмочных технологий необходимо было адаптировать их с учетом как биолого-экологических особенностей каспийского тюленя, так и региональных особенностей Северного Каспия. Решению этих вопросов были посвящены экспериментальные авиасъёмки каспийского тюленя, выполненные с 8 по 16 февраля 2001 г. на Северном Каспии в феврале 2001 г.

Для экспериментальных авиасъёмок был выбран вертолет Ми-8МТВ, на борту которого была установлена навигационная, компьютерная, аэрофотосъёмочная аппаратура и комплекс видеосъёмки. Видеосъёмка осуществлялась с использованием видеокамер JVC с углами зрения 6° и 40°, а также камеры Panasonic — 21°. Аэрофотосъёмка осуществлялась с помощью аэрофотоаппарата А-39 с углом зрения 44° и цифровой камеры Nikon — 27,5°. Использование наряду с современной цифровой техникой традиционной аэрофотоаппаратуры необходимо было для сопоставления материалов. Основу экспериментальных работ составила выборочная авиасъёмка тюленей на ценных залежках аппаратурой с различными углами зрения с разных высот полета. Несмотря на то, что гидрометеорологические условия не благоприятствовали полетам, в ходе работ были обследованы как плотные, так и разреженные скопления тюленей, показанные на рис. 1.

В результате авиасъёмочных работ были обнаружены и отсняты самки с детенышами на ценных залежках и скопления косячного зверя, определены оптимальные высоты и другие параметры полёта для съёмки тюленей, испытана аппаратура и определены наилучшие углы зрения для съёмки каспийских тюленей. Съёмки с вер-

то 470 thous. species, and in the end of the last century it was measured already as 420 thous. species (Ivanov and Sokolskiy, 2000). The dynamics of the seals population reduction on the Caspian is too high, and the same requires for the closer attention and protection measures.

The aerial surveys of the Caspian Sea was performed in the 1970–80's as per the technology, which had been developed for accounting of the Greenland seals in the White Sea, and was based on the survey of the seal females on ice. In the meanwhile, it is known that the females of ice forms of seals come down to the water from time to time during their mating season and that is why not all the breeding stock is accounted for during the aerial survey. With this the value of the possible undercount of the breeding females could be significant (Krylov, 1990). Therefore, the idea has started up to make the main accounting subject the seals' breed, using the thermal-imaging appliances along with the photo equipment; the same was implemented in the full manner in 1998 in the White Sea during the accounting of the Greenland seals (Chernook et al., 2000).

The level of the aerial accounting surveys of the Greenland seals in the White Sea achieved in the 1990s created a good technical and procedural framework for performing such works in the Caspian Sea. However, in order to perform the available aerial survey technologies, they should be adapted considering both the biological and ecological distinctions of the Caspian, and regional features of the Northern Caspian. The experimental aerial surveys of the Caspian seal, which were performed from February 8 till 16, 2001 in the Northern Caspian in February 2001 were dedicated to solving those issues.

For the purpose of experimental aerial surveys the helicopter Mi-8MTV was selected, on which board the navigation, computer, aerial photography equipment and video recording complex were installed. The video recording was performed making use of JVC video cameras having the pickup angles of 6° and 40° as well as Panasonic cameras — 21°. The aerial photography was performed by means of aerial photocamera А-39 having the pickup angle of 44° and digital camera Nikon — 27.5°. Using the conventional aerial photography equipment along with the up-to-date digital hardware was necessary to compare the data. The basis of the experimental works was selective aerial survey of seals on the breeding grounds with the hardware having the different pickup angles from the different flying heights. In spite of the fact that the hydro-meteorological conditions was not favourable to flights, during the works both compact and dispersed concentrations of the seals were inspected, which are shown in Fig. 1.

As a result of the aerial survey works the females with calves on the breeding grounds and concentrations of

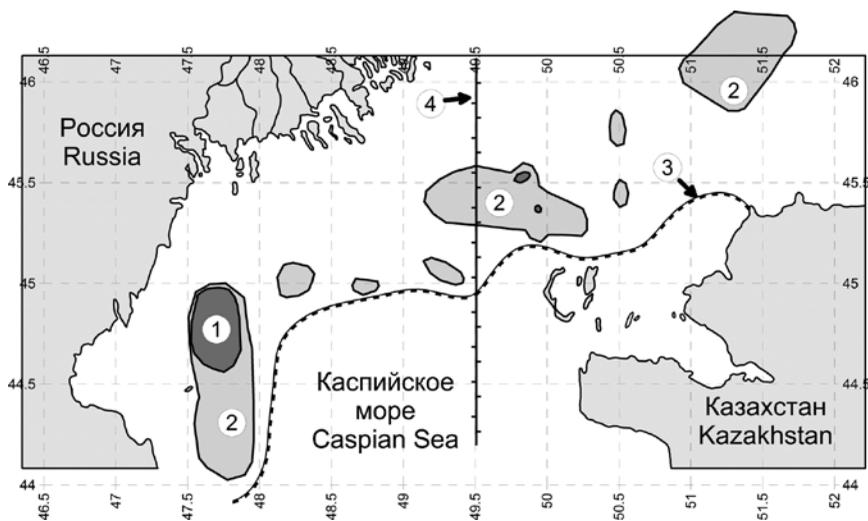


Рис. 1. Распределение скоплений каспийских тюленей на льдах Северного Каспия 8–16 февраля 2001 г. (1- плотные скопления тюленей; 2- разряженные скопления; 3- граница ледовой кромки; 4- линия раздела акваторий России и Казахстана).

Fig. 1. Distribution of the Caspian seals concentrations on the ice of the Northern Caspian on February 8–16, 2001 г. (1- compact concentrations of seals; 2- dispersed concentrations; 3- ice edge boundary; 4- water area boundary line between Russia and Kazakhstan).

толета не позволили снять достаточно площади залежек для достоверной оценки численности каспийских тюленей на льдах. Однако в ходе выполнения работ было получено много материалов, позволивших адаптировать имеющиеся технологии съёмки к Каспийскому региону. В результате анализа и сопоставления полученных материалов было продемонстрировано преимущество применения современной цифровой техники для авиасъёмки тюленей по сравнению с традиционной аэрофотоаппаратурой.

В первое десятилетие XXI века группой европейских ученых были выполнены аэровизуальные учеты каспийского тюленя, которые показали следующие результаты. Численность детенышей в 2005 г. была оценена в 21000, а в 2006 г. — 16900 голов. В последующие годы численность щенков оценивалась этой же группой уже в размере от 5700 до 8000 голов (Харконен и др. 2010). Однако эти учеты были выполнены устаревшими методами визуальных наблюдений, не учитывающими эколого-биологических особенностей поведения детенышей каспийского тюленя среди льдов.

За прошедшее время современная техника и методика съёмок сделали значительный прогресс благодаря проведению авиасъёмок тюленей и других морских млекопитающих, как в России, так и за рубежом. Поэтому инструментальные авиасъёмки на северном Каспии в 2012 г. были выполнены уже на существенно более высоком техническом и методическом уровне. Основной целью работ была оценка численности приплода каспийского тюленя — детенышей данного года рождения. Одновременно был произведен учет «взрослых» тюленей (включающий подростков от года и старше, а также половозрелых самок и самцов), находившихся во время съёмки на ледовом покрове. Авиасъёмки залежек каспийских тюленей были выполнены в период с 12 по 22 февраля 2012 г. с борта самолета-лаборатории Л-410

the gregarious animals were found and filmed, the optimal elevations and other flight parameters for filming the seals were determined, the equipment was tested and the best pickup angles for filming the Caspian seals were determined. The filming from the helicopter did not enable to film the sufficient areas of the grounds for authentic estimate the abundance of the Caspian seals on ice. However, during the execution of works a lot of materials were obtained, which enable to adapt the available filming technologies to the Caspian region. As a result of analysis and comparison of the materials received, the advantage of use of the up-to-date digital equipment for aerial survey of seals was demonstrated compared to the conventional aerial photography equipment.

During the first decade of the XXI century the group of European scientists performed the aérovisual accounting of the Caspian seals, which displayed the following results. Number of calves in 2005 was estimated as 21000, and in 2006–16900 animal units. In the following years the number of calves was estimated by the same group as low as in the amount from 5700 to 8000 units (Härkönen et al., 2010). However, those accounting was made by the obsolete methods of visual observations, which do not take into account the ecological and biological specifics of behaviour of the Caspian seal calves in the ice.

Since then the state-of-the art equipment and procedures of filming made a considerable progress due to performing of the aerial surveys of seals and other marine mammals both in Russia and abroad. Therefore, the instrumental aerial surveys at the Northern Caspian in 2012 were performed already on the much higher technical and procedural level. The main purpose of works was to estimate the number of Caspian seal breed — the calves of the given birth year. At the same time the account of «adult» seals (including the adolescents from one year old onwards as well as reproductive males

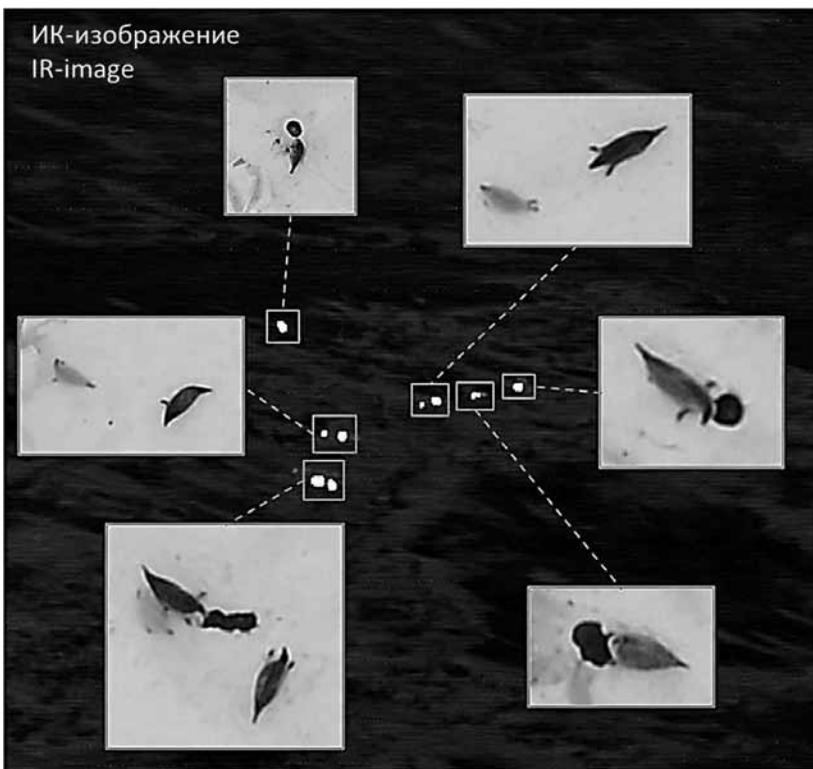


Рис. 2. Часть теплового изображения тюленей на льду и соответствующие фрагменты фотоснимков, использованные для идентификации тепловых пятен. Авиасъёмка 21 февраля 2012 г.

Fig. 2. The part of the heat image of seals on ice and respective fragments of the photos, used for identification of the heat spots. Aerial survey dated February 21, 2012.

«Норд», применявшегося ранее для исследований гренландского тюленя и других морских млекопитающих (Черноок и др. 2008). Для выполнения авиасъёмочных работ самолет был оборудован различной аппаратурой, назначение и технические характеристики которой приведены в табл. 1.

Основу авиасъёмочного комплекса составили тепловизор «Малахит-М» с широким углом обзора и цифровой фотоаппарат Nikon D3x, установленные в надири в днище фюзеляжа самолета. Они использовались для получения тепловизионных и фотоснимков залежек тюленей, показанных на рис. 2. Высокая чувствительность тепловизора позволила достоверно обнаруживать всех тюленей на фоне снежно-ледового покрова, а разрешение фотокамеры позволяло надежно идентифицировать как взрослых тюленей, так и их детенышей, имеющих светлую маскирующую окраску.

Район проведения авиасъёмочных работ — северная часть Каспийского моря — в отличие от предыдущих лет в феврале 2012 г. был полностью покрыт ледовым покровом, а гидрометеорологические условия соответствовали суровым зимам. Ареал возможного распределения тюленей был установлен по данным многолетних наблюдений, картам ледовой обстановки и другим материалам. При планировании полетов были использованы снимки со спутников MODIS, SSMI, ENVISAT, дающие детальную информацию о распределении ледяного покрова.

and females), which were present on the ice cover during the survey. The aerial surveys of the Caspian seals grounds were performed within the period from February 12 to 22, 2012 from the board of the testbed aircraft L-410 «Nord», which have previously been used for study of the Greenland seal and other marine mammals (Chernok et al., 2008). In order to complete the aerial survey works the aircraft was equipped with various equipment, which intention and technical characteristics are given in table 1.

The basis of the aerial survey complex was thermal imaging camera “Malakhit-M” having the wide pickup angle and digital photo camera Nikon D3x, which were installed in the nadir in the aircraft body bottom. They were used to receive the thermal images as well as photos of the seals’ grounds, indicated on Fig. 2. The high sensibility of the thermal imaging camera enabled to find authentically all the seals on the background of snow and ice cover, and the resolution of the photo camera enabled to identify reliably both adult seals and their calves having the light-colour protective colouration.

The area of aerial survey works performance is the northern part of the Caspian Sea — unlike the previous years in February 2012 was completely covered by the ice and the hydrometeorological conditions corresponded to the severe winters. The range of possible distribution of the seals was set as per the data of many-years surveys, maps of ice conditions and other materials. While

В период с 12 по 16 февраля 2012 г. было выполнено три рекогносцировочных полета, в ходе которых отрабатывались методика выполнения инструментальных авиасъемок залежек каспийского тюленя. По результатам экспресс-анализа полученных данных было определено расположение основных скоплений тюленей, что было использовано далее для планирования авиаучетных полетов. Во время этих полетов были зарегистрированы новорожденные детёныши и свежие родовые пятна на льду, что говорило о том, что процесс щенки ещё не закончился.

К 20 февраля щенка самок закончилась, что позволило приступить непосредственно к авиаучётным работам. Авиачётные съемки каспийских тюленей была выполнены 20, 21 и 22 февраля 2012 г. 20 февраля были выполнены авиасъемки в западной части северного Каспия, а 21 числа — в центральной части до границы зоны с Казахстаном. 22 февраля была выполнена детальная съемка ценных залежек тюленей вдоль границы припайных льдов. Непосредственно авиаучетные работы были проведены в сжатые сроки — в течение 3 дней, чтобы минимизировать влияние смещения льдов и перемещения взрослых тюленей на результаты выборочного учета.

Авиаучет каспийских тюленей был выполнен методом выборочного обследования залежек тюленей на параллельных галсах. Во время авиаучетных работ в российской зоне северного Каспия была обследована практически вся акватория моря, покрытая ледовым покровом, пригодным для ценных залежек тюленей. Авиасъемка была выполнена с высоты полета 145–150 м, а общая эффективная ширина трансектов, определяемая углом зрения тепловизора, составляла от 387 до 415 м.

В основу авиаучетных работ был положен метод мультиспектральной авиасъемки залежек тюленей, заключающийся в синхронной съемке в инфракрасной и видимой области спектра (Черноок и др. 1999). Наземная обработка авиасъемочных материалов проводилась с применением современных методов обработки изображений, статистической обработки данных и ГИС-технологий. Дешифровка тепловизионных изображений и фотоснимков была выполнена тремя опытными специалистами, что позволило минимизировать погрешности подсчета тюленей на фотоснимках, которые составили 1–2% для взрослых тюленей и 2–3% для детенышей.

Данные подсчета тюленей были использованы для экстраполяции на всю обследованную площадь и расчетов оценок численности животных, которые были выполнены по методу Кинсли (Kingsley et al 1985) путем объединения съемочных трансектов в группы по дням съемки. Результаты оценок численности по данным съемок 20, 21 и 22 февраля 2012 г. приведены в табл. 2. Суммарная средняя численность каспийских тюленей на льдах получились равной 44,5 тыс. голов для детенышей

planning the flights the pictures were used from satellites MODIS, SSMI, ENVISAT, providing the detail information on the ice cover distribution.

Within the period from February 12 to 16, 2012 three reconnoitring flights were performed, during the course of which the procedures for performing the instrumental aerial surveys of the Caspian seals grounds were developed. Based on the results of express analysis of the data received, the location of the major concentrations of seals was determined, and the same was used afterwards for planning the aerial accounting flights. During those flights the new-born calves were recorded and fresh parturient patches on ice, which indicate that the birth process was not over yet.

By February 20, the birth process of females was over, and that enabled to start the aerial accounting works proper. The aerial surveys of the Caspian seals were performed on February 20, 21 and 22, 2012. On February 20 the aerial survey was performed in the western part of the Northern Caspian, and on February 21 — in the central part up to the area border with Kazakhstan. On February 22, the detail photography of the breeding grounds of seals was performed along the border of the fast ice. The aerial survey works proper were performed within the tight terms — during 3 days in order to minimize the influence of ice displacement and migration of the adult seals on the results of the sample accounting.

The aerial accounting of the Caspian seals was made by the method of sample survey of the seals grounds on the Ladder search basis. During the aerial accounting works in the Russian zone of the Northern Caspian almost the entire area of the sea covered by the ice, suitable for seal breeding grounds was explored. The aerial survey was made from the flying height of 145–150 m, and the total effective width of transects, being determined by the pickup angle of the thermal imaging camera, made up from 387 to 415 m.

The aerial accounting works were based on the method of multi-spectral aerial survey of the seal grounds, which concluded in the synchronous photography in infrared and visible spectral ranges (Chernook et al., 1999). The ground processing of the aerial survey data was performed making use of the up-to-date methods of the image processing, statistic processing of data and GIS-technologies. Decoding of the thermal images and photos was performed by three experienced specialists, that enables to minimize the errors in calculations of seals on the photos, which amounted to 1–2% for adult seals and 2–3% for calves.

The seals calculation data were used for extrapolation on the entire explored area and calculation of estimations of the animal abundance, which were made by the Kingsley method (Kingsley et al 1985) by means of combining

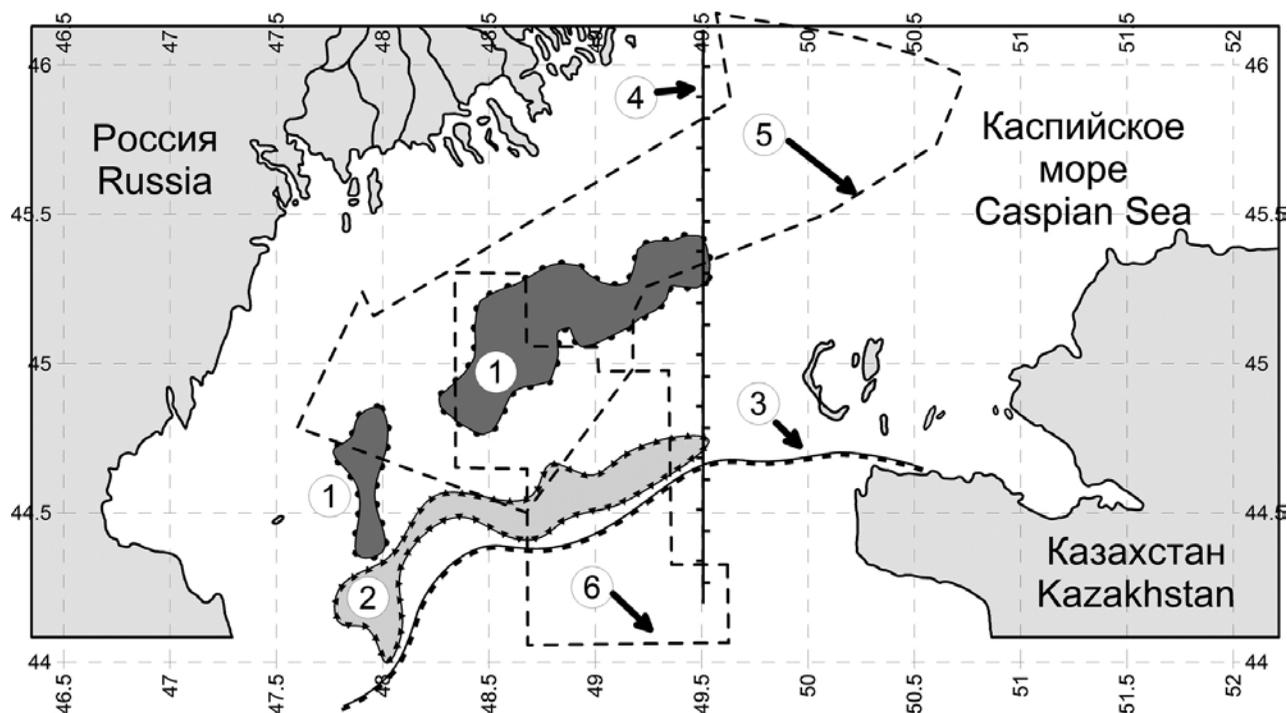


Рис. 3. Распределение скоплений каспийских тюленей на льдах в российской зоне 20–22 февраля 2012 г. (1-детные залежки тюленей; 2- самцовые залежки тюленей; 3- граница ледовой кромки; 4- линия раздела акваторий между Россией и Казахстаном; 5, 6 — границы лицензионных участков «КНК» и «Северный» для нефтепромысла).

Fig. 3. Distribution of concentrations of the Caspian seals on ice in the Russian zone on February 20–23, 2013. (1 — breeding colonies of seals; 2 — male colonies of seals; 3 — ice edge boundary; 4 — water area boundary line between Russia and Kazakhstan; 5, 6 — boundaries of the licensed areas of «KNK» and «Severniy» for oil production).

и 63,4 тыс. голов для взрослых тюленей.

Распределение плотных и разреженных залежек во время съёмки в феврале 2012 г. представлено на рис. 3, на котором также показаны границы некоторых лицензионных нефтеносных участков. Как видно, места размножения и зимнего обитания каспийских тюленей пересекаются с районами нефтяных месторождений и поисково-оценочных структур северного Каспия. При разведке и добыче здесь нефти усиливается фактор беспокойства тюленей со стороны буровых вышек и обслуживающих их ледокольных судов, что может негативно отразиться на состоянии популяции каспийских тюленей.

Необходимо отметить, что зимой, когда большая часть северного Каспия покрыта ледовым покровом, мониторинг залежек тюленей с морских судов не производится. Современные материалы экологического мониторинга, которые включают исследования с морских судов в летне-осенний период, не могут в полной мере охарактеризовать фоновые показатели состояния популяции каспийского тюленя. Необходимо проведение авиасъёмок залежек тюленей в зимне-весенний период во время нахождения максимального количества тюленей в районе северного Каспия (Кузнецов 2011).

the survey transects into groups by the survey days. The abundance estimation results as per the survey data on February 20, 21 and 22, 2012 are given in table 2. The total average abundance of the Caspian seals on ice was obtained as equal to 44.5 thous. units for calves and 63.4 thous. units for adult species.

The distribution of compact and dispersed grounds during the survey in February 2012 is presented on Fig. 3, where also the boundaries of the some licensed oil-bearing lands are shown. As it can be seen, the places of mating and winter inhabitation of the Caspian seals fall with the areas of oil fields and prospecting and evaluation entities of the Northern Caspian. During the exploration and production of oil the seal disturbance factor is getting increased due to drilling derricks and ice-breaking vessels, which service them, that may have negative effect on the health of the Caspian seals population.

It should be noted that in winter time, when the major part of the Northern Caspian is covered by ice, the monitoring of the seals grounds from the marine vessels is not performed. The up-to-date materials of the ecological monitoring, which include the surveys from the marine vessels during the summer and autumn period, can not

Наряду с инструментальной съемкой в ходе полетов был выполнен визуальный учет тюленей, а плотности тюленей по его результатам были сопоставлены с данными инструментальной съемки (Черноок и др. 2012). Результаты сравнения инструментального и визуального учётов на разреженных частях залежек представлены в табл. 3. Недоучет тюленей визуальными наблюдателями получился весьма значительным: 58–63% для взрослых тюленей и 80–85% для детенышей. Детенышей в стадии «белёк» наблюдатели видели значительно хуже, в первую очередь, из-за их маскирующей окраски на фоне снежно-ледового покрова. Кроме того, много детенышей скрывалось за торосами, что делало их недоступными для визуальных наблюдений с бортов самолета.

В ходе авиасъемочных работ были обследованы все плотные и разреженные скопления тюленей в российской морской зоне северного Каспия. Сроки работ были выбраны с учетом особенностей экологии и поведения животных, что позволило эффективно применить авиасъемку для учета каспийских тюленей. Полученная оценка численности детенышей является достаточно полной, поскольку во время авиаучетных работ все щенки находились на льду и были максимально доступны для съемки с воздуха. Это нельзя сказать про взрослых тюленей, так как какая-то их часть во время съемки находилась в воде и не была учтена в ходе работ.

По данным инструментальной авиасъемки предварительная оценка запасов всей популяции каспийского тюленя составила 270 тыс. особей (Кузнецов и др. 2013). Это значительно превышает результаты аэровизуальных учетов каспийского тюленя, выполненных ранее еврогруппой, по данным которой общий размер популяции каспийского тюленя составил 110 тыс. особей (Härkönen et al 2008). Как показали результаты наших исследований, сравнение визуального учета с данными инструментальной съемки выявило значительный недоучет наблюдателями как взрослых тюленей (около 60%), так и детенышей (80–85%). В то же время инструментальная съемка проводилась непосредственно в надир, что позволило надежно обнаруживать и идентифицировать всех тюленей, в том числе бельков, прятавшихся в торосах.

В отличие от визуального учета инструментальные методы обладают целым рядом преимуществ: они позволяют надежно обнаруживать всех тюленей, достоверно идентифицировать взрослых особей и детенышей, без пропусков фиксировать всех животных на материалах авиасъемки с точной привязкой к координатам. А высокая точность подсчета тюленей на авиасъемочных материалах обеспечива-

describe the background data on the Caspian seal population health. The performance of the aerial surveys of the seals during the winter and spring period is required during the presence of the maximum number of seals in the area of the Northern Caspian (Kuznetsov, 2011).

Along with the instrumental survey during the flights the visual accounting of the seal was performed, and the concentration of seals were compared with the instrumental survey data on the basis of the visual accounting results (Chernook et al., 2012). The comparison results of the instrumental and visual accounting on the dispersed parts of the grounds are given in table 3. The undercount of seals by visual observers came out to be quite significant: 58–63% for adult seals and 80–85% for calves. The calves in the “white-coat pup” stage were seen much worse by the observers, first of all, due to their protective colouration on the background of snow and ice cover. In addition to that, a lot of calves were hidden behind the ice blocks, what made them inapproachable for visual observations from the aircraft board.

During the course of the aerial survey works all the compact and dispersed concentrations of seals were explored in the Russian marine zone of the Northern Caspian. The work schedule was selected considering the specific features of the environment and behaviour of the animals, that enabled to apply the aerial survey in efficient manner for accounting of the Caspian seals. The obtained estimation of the calves number is a quite complete one, because during the aerial accounting works all the pups were present on ice and were available for photography from air as much as possible. The same cannot be said with reference to the adult seals, as some of them were in the water during the survey, and they cannot be accounted in the course of works.

As per the data of the instrumental aerial survey the tentative estimation of stocks of the entire Caspian seal population made up 270 thous. species (Kuznetsov et al., 2013). The same is considerably higher than the results of the aérovisual accounts of the Caspian seals, made earlier by the European team, based on which data the total size of the Caspian seal population made up 110 thous. species (Härkönen et al., 2008). As it was shown by the results of our explorations, the comparison of the visual accounting with the data of instrumental survey discovered a significant undercount of both the adult seals (about 60%) and calves (80–85%) by the surveyors. At the same time, the instrumental survey was performed directly in nadir, that enabled to positively find and identify all the seals, including the white-coat pups, which were hiding in the ice blocks.

Rather than the visual accounting the instrumental methods have the whole range of advantages: they enable to positively find all the seals, authentically identify the adult species and calves, to record all the animals without omissions on the aerial survey materials with the exact coordinate referencing. And the high accuracy of the seals estimation on the aerial

ет получение надежных оценок численности тюленей с низкой погрешностью.

Характер распределения залежек каспийских тюленей в морских зонах двух стран — России и Казахстана — диктует необходимость проведения совместного мониторинга этих животных и среды их обитания. Поскольку распределение залежек каспийского тюленя существенно различается в разные годы в зависимости от гидрометеорологических условий и ледовой обстановки, для оценки численности всей популяции каспийского тюленя необходимо проводить одновременный учет тюленей на всей акватории северного Каспия. Для выявления тенденций в изменении численности популяции каспийского тюленя необходимо проведение регулярных авиачетных работ с использованием современных методов и технических средств.

Таким образом, в ходе выполненных работ были заложены технические, методические и организационные основы для выполнения инструментальных съёмок залежек каспийского тюленя на базе современной аппаратуры и технологий. Инструментальные авиасъёмки позволяют собирать данные о количестве животных на льдах для оценки численности популяции тюленей, определять местоположение плотных и разреженных ценных залежек с самками и детенышами для выбора маршрутов судов в обход этих скоплений, получать детальные данные о поведении тюленей среди льдов и характеристиках среды их обитания.

Поскольку регулярные исследования популяции каспийских тюленей проводятся с морских судов только в летне-осенний период, инструментальные авиасъёмки в зимне-весенний период должны стать обязательным компонентом мониторинга экологической обстановки на Каспии в условиях усиливающейся разработки нефтяных месторождений. Это необходимо для долгосрочного экосистемного прогнозирования и своевременного принятия управленческих решений.

survey materials ensures the obtaining of reliable estimations of the seal abundance with low margin of error.

The nature of distribution of the Caspian seal grounds in the sea areas of two countries — Russia and Kazakhstan — dictates the necessity of performing the joint monitoring of these animals and their habitat. As the distribution of the Caspian seal grounds is considerably different in the different years depending on the hydro-meteorological conditions and ice situation, in order to estimate the abundance of entire population of the Caspian seal it is necessary to perform the simultaneous accounting of seals on the whole water area of the Northern Caspian. In order to determine the trends in change of the abundance of entire population of the Caspian seal it is necessary to perform the regular aerial accounting works with the use of up-to-date methods and technical means.

Therefore, during the completed works the technical, procedural and organizational frameworks for making of instrumental surveys of the Caspian seal grounds on the basis of the state-of-the-art equipment and technologies. The instrumental aerial surveys enable to acquire the data on the number of animals on the ice to estimate the abundance of the seals population, to determine the location of compact and dispersed breeding grounds with females and calves to select the route of vessels to by-pass these concentrations, to obtain detail data on the seals' behaviour amidst ices and characteristics of their habitat.

As soon as regular surveys of the Caspian seals population are performed from marine vessels only during the summer and autumn period, instrumental aerial surveys during the winter and spring period should become the mandatory component of the environmental conditions monitoring in the Caspian region under the conditions of the growing oil field development. The same is required for long-term ecosystem forecasting and timely making of the management decisions.

Табл. 1. Назначение и технические характеристики аппаратуры  
 Tab. 1. Purpose and technical characteristics of equipment

Наименование Description	Основное назначение Main purpose	Технические характеристики Technical characteristics
Навигационный комплекс Navigation complex	Определение координат и других параметров полета Determination of coordinates and other flight parameters	Точность определения координат — 10 м, высоты полета — 1 м Coordinate determination accuracy — 10 m, flying height — 1 m
Тепловизор «Малахит-М» Thermal imaging camera «Malakhit-M»	Обнаружение на льду тюленей — объектов учета Finding of seals — accounting subjects on ice.	Эффективный угол зрения — 110°, тепловая чувствительность 0,2 °С Effective pickup angle — 110°, heat sensibility — 0.2 °С
Фотоаппарат Nikon D3x Photo camera Nikon D3x	Идентификация взрослых тюленей и их детенышей Identification of adult seals and their calves	Угол зрения — 55°, разрешение на местности — 2–3 см Pickup angle 55°, ground resolution — 2–3 cm
Вычислительная техника Computer hardware	Управление аппаратурой и оперативная обработка данных Control of equipment and on-line data processing	Многофункциональность, высокое быстродействие Multitasking, high processing speed

Табл. 2. Сводные результаты авиаучета каспийских тюленей в 2012 г.  
 Tab. 2. Summary results of aerial accounting of the Caspian seals in 2012

Дата съемки Date of survey	Обследовано, кв. км Explored, sq.km	Снято площади, % Area surveyed, %	Численность (Стошибка, %)/Abundance (St.error, %)	
			Взрослые/Adults	Детеныши/Calves
20.02.2012	4552	5,18	9065 (56,8)	9277 (68,0)
21.02.2012	7361	3,66	41181 (45,5)	21395 (45,4)
22.02.2012	2111	11,1	13119 (19,7)	13875 (19,7)
Итого:/ Total	14025	5,28	63365 (30,9)	44547 (26,7)

Табл. 3. Сравнение инструментального и аэровизуального учетов  
 Tab. 3. Comparison of instrumental and aérovisual accounting

Наименование величины Name of parameter	21 фев./ Feb. 2012		22 фев./ Feb. 2012	
	Взросл. Adults	Щенки Pups	Взросл. Adults	Щенки Pups
Инструментальная съемка Instrumental survey				
Эффективная ширина полосы съемки, м Effective width of the survey line, m	415	415	387	387
Средняя плотность тюленей, шт/кв.км Average density of seals, units/sq.km	5,24	2,28	5,45	5,67
Визуальные наблюдения/ Visual observations				
Две эффективн. полосы наблюдений, м Two effective observation lines, m	2 x 249	2 x 162	2 x 279	2 x 222
Средняя плотность тюленей, шт/кв.км Average density of seals, units/sq.km	1,91	0,34	2,3	1,15
Результаты сравнения/ Comparison results				
Полнота визуального учета, %/Completeness of visual accounting, %	36,5	14,9	42,2	20,3

## Список использованных источников / References

- Иванов В. П., Сокольский А. Ф. 2000. Научные основы стратегии защиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтяного загрязнения. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ. — 181 с.
- Крылов В. И. 1990. Ресурсы и рациональное использование каспийского тюленя в условиях современной экологической обстановки. — Некоторые аспекты биологии и экологии каспийского тюленя. Москва. — С.78–92.
- Кузнецов В. В. 2011. Каспийский тюлень в условиях освоения нефтяных Месторождений. — Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений. Материалы IV Международной научно-практической конференции. Астрахань: КаспНИРХ. — С. 152–157.
- Кузнецов В. В., Черноок В. И., Шипулин С. В. 2013. Оценка численности популяции каспийского тюленя в современный период. — Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, № 5. Москва. — С. 86–91.
- Харконен Т., Баймуканов М. Т., Бигнерт А., Веревкин М. В., Вилсон С., Дмитриева Л. Н., Касымбеков Е. Б., Юсси И., Юсси М., Гудман С. 2010. Значительные межгодовые колебания рождаемости у каспийского тюленя, *Phoca caspica*, в период 2005–2010 гг. и последствия для сокращающейся популяции. — Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов. Калининград. — С. 596–598.
- Черноок В. И., Васильев А. Н., Мелентьев В. В., Глазов Д. М. 2008. Опыт использования самолета — лаборатории Л-410 для инструментальных авиачетов морских млекопитающих. — Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов. Одесса. — С. 132–137.
- Черноок В. И., Кузнецов Н. В., Васильев А. Н. 2012. Сравнительный анализ синхронных инструментальных и аэровизуальных оценок плотности распределения тюленей на льдах. — Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов, т. 2. Москва. — С. 358–366.
- Черноок В. И., Кузнецов Н. В., Яковенко М. Я. 1999. Мультиспектральная съёмка гренландского тюленя. Мурманск: ПИПРО. — 73 с.
- Черноок В. И., Тимошенко Ю. К., Мейзенхеймер П., Иннес С., Кузнецов Н. В., Егоров С. А. 2000. Результаты учёта численности гренландского тюленя в Белом море в 1998 году. // Морские млекопитающие Голарктики. Материалы международной конференции. Архангельск. — С. 426–431.
- Härkönen T., Jüssi M., Vaimukanov M., Bignert A., Dmitrieva L., Kasimbekov Y., Verevkin M., Wilson S., Goodman S. 2008. Pup production and breeding distribution of the Caspian seal (*Phoca caspica*) in relation to human impacts. *Ambio*. — Vol. 37 (5). — P. 356–361.
- Kingsley M. C.S., Stirling I., Calvert W. 1985. The distribution and abundance of seals in the Canadian high Arctic, 1980–82. — *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* — Vol. 42. — P. 1189–1210.

## Результаты авиасъёмок морских млекопитающих в прибрежных акваториях Карского моря (август 2013 г.)

Черноок В.И.<sup>1</sup>, Соловьёв Б.А.<sup>2</sup>, Васильев А.Н.<sup>1</sup>, Солодов А.А.<sup>3</sup>, Землянская Я.<sup>4</sup>

1. Научно-исследовательский институт «Гипрорыбфлот», г. Санкт-Петербург

2. Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН, г. Москва

3. ЗАО «Экопроект», г. Санкт-Петербург

4. ООО «Карморнефтегаз», г. Москва

## Results of aerial surveys of marine mammals in the offshore strips of the Kara sea (August 2013)

Chernook V.I.<sup>1</sup>, Solovyov B.A.<sup>2</sup>, Vasilyev A.N.<sup>1</sup>, Solodov A.A.<sup>3</sup>, Zemlyanskaya Ya.<sup>4</sup>

1. Scientific and Research Institute «Giprorybflot», city of Saint-Petersburg

2. A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, city of Moscow

3. JSC «Ecoproject», city of Saint-Petersburg

4. LTD «Karmorneftegaz», city of Moscow

Карское море — одно из самых больших морей бассейна Северного Ледовитого океана. Здесь можно встретить представителей 10 видов морских млекопитающих, в том числе внесённых в Красную книгу РФ белого медведя (*Ursus maritimus*) и атлантического моржа (*Odobenus rosmarus*). Считается, что море населяет карская популяция белухи (*Delphinapterus leucas*), кроме того, через него проходят маршруты сезонных миграций белухи моря Лаптевых (Матишов, Огнётов, 2006).

На шельфе Карского моря находятся значительные запасы углеводородов — всего более трети суммар-

The Kara Sea is one of the biggest seas of the Arctic Ocean basin. Here one can find the representatives of 10 species of marine mammals, including the ones that are listed in the Red Book of the RF — white polar bear (*Ursus maritimus*) and Atlantic walrus (*Odobenus rosmarus*). It is believed that the sea is populated with the Kara population of white whale (*Delphinapterus leucas*), besides, it has the routes of the seasonal migrations of the Laptev Sea white whales passing through it (Matishov, Ogniyotov, 2006).

There are significant hydrocarbon reserves on the Kara Sea shelf — totally more than one third of the total