

продолжить исследования лежбища мыс Сердце-Камень и расширить мониторинговые работы на других лежбищах Чукотского полуострова.

to continue further studies of the Cape Serdtse-Kamen haulout and develop monitoring works on other rookeries of the Chukchi Peninsula.

Табл. Половозрастной состав моржей, погибших на м. Сердце-Камень в 2013 г.

Tab Sex and age composition of walrus died on the Cape Serdtse-Kamen in 2013

Пол / Sex	Возраст / Age											
	0	1	2	Juv	3	4-5	sad	ad/sad	6-9	10-15	ad	Всего / Total
самцы / males	15	7	4	0	2	8	0	0	9	6	0	51
самки / females	7	4	3	0	3	5	0	0	61	37	10	130
пол не определен / sex indeterminate	10	7	2	2	0	3	0	0	1	1	0	26
Всего / Total	32	18	9	2	5	16	0	0	71	44	10	207

### Список использованных источников / References

Кочнев А. А. 2006. Методическое руководство по сбору полевых материалов по теме «Изучение осеннего распределения белых медведей и их кормовой базы на арктическом побережье Чукотки». — Анадырь – Санкт-Петербург-Москва, С. 1–41

Кочнев А. А. 2010. Лежбище моржей (*Odobenus rosmarus divergens*) на мысе Сердце-Камень, Чукотское море. Стр. 281–285 в Морские млекопитающие Голарктики. Сб. научных трудов. Калининград

Чакилев М. В., Дондуа А. Г., Кочнев А. А. 2012. Лежбище моржей (*Odobenus rosmarus divergens*) на мысе Сердце-Камень (Чукотское море) в 2011 г. Стр. 343–348 в Морские млекопитающие Голарктики. Сб. научных трудов. Суздаль

Speckman S. G., Chernook V. I., Burn D. M., Kochnev A. A., Vasilev A. N., Jay C. V., Lisovsky A., Fishbach A. S., Benter R. B. 2011. Results and evaluation of a survey to estimate Pacific walrus population size, 2006. *Marine Mammals Science* 27: 514–553

### Расчет численности белых медведей в восточной части Баренцева моря и юго-западной части Карского моря по результатам многолетних наблюдений с ледоколов

Челинцев Н.Г., Горяев Ю.И., Ежов А.В.

Мурманский морской биологический институт РАН, Мурманск, Россия

### Estimation of the polar bear number in the eastern part of the Barents Sea and the south-western part of the Kara Sea on the results of perennial observations with icebreakers

Chelintsev N.G., Goryaev Y.I., Yezhov A.V.

Murmansk Marine Biological Institute RAS, Murmansk, Russia

С 1997 по 2013 гг. Мурманским морским биологическим институтом проводились ледокольные маршрутные учеты белых медведей во время проводок судов в юго-западной части Карского моря и восточной части Баренцева моря (Горяев и др. 2004, Матишов и др. 2013). Картограммы размещения учетных маршрутов и встреч медведей приведены на рис. 1.

Учет проводился с обоих бортов судна на полосе шириной 1 км с каждого борта. Учетные маршруты за пе-

In 1997–2013 Murmansk Marine Biological Institute conducted icebreaker transect surveys of polar bears during posting ships in the south-western part of the Kara Sea and the eastern part of the Barents Sea (Горяев и др. 2004, Матишов и др. 2013). The maps of distribution of survey transects and bear detections are shown in Fig. 1.

The survey was conducted with both sides of the ship at a strip width of 1 km on each side. Survey transects from 1997 to 2013 were grouped in 32 chronologically

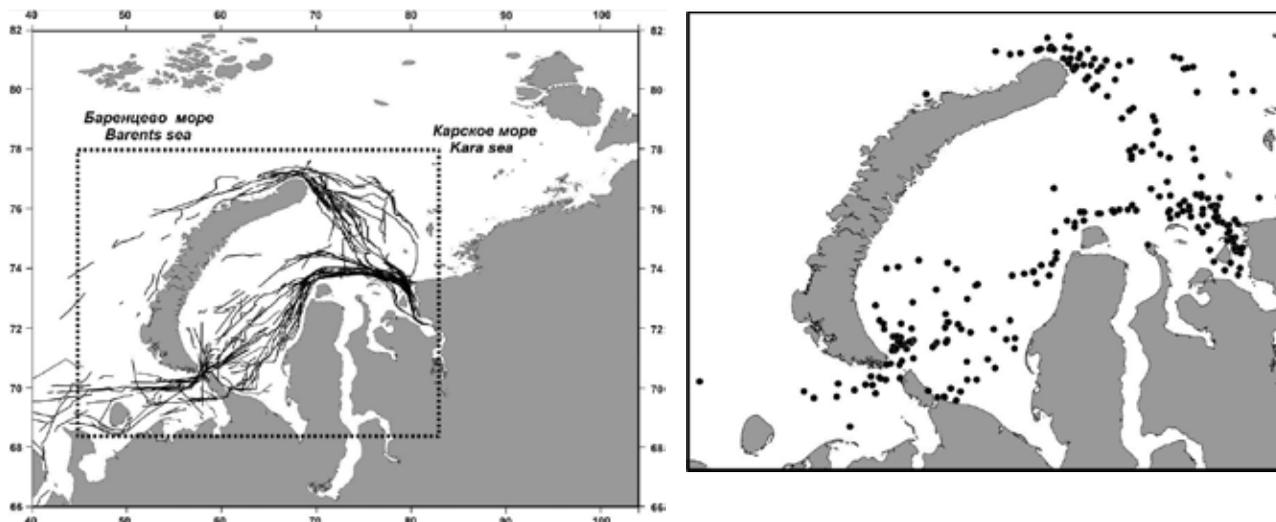


Рис. 1. На схеме слева показано размещение учетных маршрутов за период учетов в 1997–2013 гг., выделен также контур учетной территории, на которой проводился расчет численности белых медведей. На схеме справа показаны точки обнаружения одиночных медведей и семейных групп на учетной территории.

Fig. 1. On the map to the left is shown the placement of survey transects for the period 1997–2013; is shown also the circuit of survey territory on which the number of polar bears was calculated. On the map to the right are shown the points of detection of single bears and family groups on survey territory.

риод с 1997 по 2013 гг. были сгруппированы в 32 хронологически разделенных учета, проводившихся в благоприятных для обнаружения медведей условиях. Каждый учет обозначался соответствующими месяцами и годом проведения учетных маршрутов.

Для расчета численности белых медведей Н.Г. Челинцевым была разработана специальная компьютерная программа «БЕЛЫЙ МЕДВЕДЬ — РАСЧЕТ», в которой использовался метод раздельной экстраполяции (Челинцев, 2000) и способ оценки средневзвешенных значений плотности населения и численности белых медведей на основе совокупных данных всех проведенных учетов.

Применение метода раздельной экстраполяции обусловлено большой неравномерностью размещения учетных маршрутов на учетной территории. Для исключения большой систематической ошибки, вызванной неравномерностью размещения маршрутов на территории с разной плотностью населения, вся территория учета была поделена на 16 прямоугольников — секторов раздельной экстраполяции, в каждом из которых проводился отдельный расчет численности белых медведей по данным проведенного учета. Схема секторов раздельной экстраполяции оставалась неизменной для всех учетов, взятых в расчет. В качестве примера на рис. 2 показана картосхема учета в январе-марте 2013 г.

Для каждого учета в программе составляется расчетная таблица, пример которой для данных учета в январе-марте 2013 г. представлен ниже.

separate surveys held in favorable conditions for the detection of bears. Each survey is designated by the corresponding months and year of its holding.

To calculate the number of polar bears N.G. Chelintsev developed a computer program «POLAR BEAR — CALCULATION», in which was used the method of separate extrapolation (Chelintsev, 2000) and the method of calculation of weighted average estimates of the population density and abundance of polar bears on the basis of aggregate data for all conducted surveys.

The application of separate extrapolation is caused by very uneven placement of survey transects on count territory. Therefore the entire count territory was divided into 16 rectangles, on each of which a separate calculation of the extrapolated number of polar bears for survey data is conducted. The scheme of separate extrapolation sectors remained unchanged for all surveys taken into calculation. As an example, on fig. 2 is shown a map of survey in January-March 2013.

For each survey in the program is compiled a calculation table, an example of which for the survey data in January-March 2013 is presented below.

For each extrapolation sector, in which are placed the survey transects, in the corresponding row of Table 1 is introduced the following information: the number of total bears detected in the sector, the number of young bears in female groups and the summary length of the survey transects in the sector. The measured value of the marine area of the corresponding extrapolation sector is

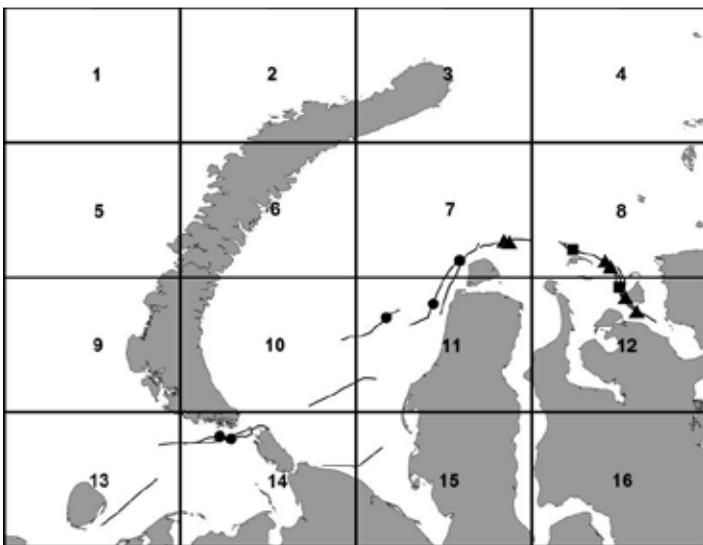


Рис. 2. Картограмма размещения учетных маршрутов и встреч белых медведей при учете в январе-марте 2013 г. Показаны границы 16 секторов раздельной экстраполяции. Встречи медведей: кружки — одиночные медведи, треугольники — медведицы с одним медвежонком, квадраты — медведицы с двумя медвежатами.

Fig. 2. The map of ship transects and meetings of polar bears, detected in January-March 2013. The boundaries of the 16 sectors of separate extrapolation are shown. Bear meetings: mugs — single bears, triangles — females with one cub, squares — females with two cubs.

Для каждого сектора экстраполяции, в котором размещались учетные маршруты, в соответствующую строку табл. 1 вносятся следующие данные: число всех обнаруженных медведей в секторе, число молодых медведей в семейных группах и суммарная длина учетных маршрутов в секторе. Автоматически проставляется измеренная заранее по карте величина морской площади данного сектора экстраполяции, если в секторе размещаются учетные маршруты.

Для конкретного учета плотность населения ( $d_s$ ) и экстраполированная численность ( $N_s$ ) белых медведей в  $s$ -м учетном секторе, где имеются учетные маршруты, рассчитываются соответственно по формулам:

$$d_s = n_s / L_s W = n_s / q_s \quad N_s = d_s Q_s \quad (1)$$

где  $n_s$  — число медведей, обнаруженных в  $s$ -м секторе на маршрутах суммарной длиной  $L_s$  км;  $W$  — ширина учетной полосы, равная 2 км;  $q_s = L_s W$  — площадь учетной ленты в  $s$ -м секторе в кв. км;  $Q_s$  — морская площадь  $s$ -го сектора в кв. км.

Абсолютная и относительная (в долях единицы) статистические ошибки экстраполированной оценки численности белых медведей в  $s$ -м секторе рассчитываются исходя из предположения о случайном размещении взрослых белых медведей на территории данного сектора соответственно по формулам:

$$m(N_s) = N_s / \sqrt{n_s - n_{y,s}}, \quad e(N_s) = 1 / \sqrt{n_s - n_{y,s}} \quad (2)$$

где  $n_{y,s}$  — число обнаруженных молодых медведей при самках в  $s$ -м секторе.

Суммарная численность и средняя плотность населения белых медведей во всех тех секторах, где были размещены учетные маршруты, рассчитываются соответственно по формулам:

$$N = \sum_s N_s, \quad d = N / Q \quad (3)$$

где  $Q$  — суммарная морская площадь всех секторов, где размещались учетные маршруты в данном учете, в кв. км.

introduced automatically, if in the sector are placed the survey transects.

For a given survey the population density ( $d_s$ ) and the extrapolated number of polar bears ( $N_s$ ) in the  $s$ -th survey sector, where there are survey transects, are calculated by the formulas:

$$d_s = n_s / L_s W = n_s / q_s \quad N_s = d_s Q_s \quad (1)$$

where  $n_s$  — the number of bears detected in the  $s$ -th sector on transects total length  $L_s$  km;  $W$  — the width of count strip, which is equal to 2 km;  $q_s = L_s W$  — the area of count strip in the  $s$ -th sector in square km;  $Q_s$  — the marine area of the sector in sq. km.

Absolute and relative (expressed as a decimal) statistical errors of extrapolated estimates of the polar bear number in the  $s$ -th sector are calculated on the assumption of random placement of adult polar bears in the area of the sector by the formulas:

$$m(N_s) = N_s / \sqrt{n_s - n_{y,s}}, \quad e(N_s) = 1 / \sqrt{n_s - n_{y,s}} \quad (2)$$

where  $n_{y,s}$  — the number of detected cubs with females in the  $s$ -th sector.

The total number and the average population density of polar bears in all those sectors, where survey transects are placed, are calculated by the formulas:

$$N = \sum_s N_s, \quad d = N / Q \quad (3)$$

where  $Q$  — the total marine area of all sectors, in which are placed transects in given survey, in square km.

Absolute and relative statistical errors of the estimation of the polar bear number in territory of the all 16 sectors for data of conducted survey are calculated by the formulas:

$$m(N) = \sqrt{\sum_s m^2(N_s)}, \quad e(N) = m(N) / N \quad (4)$$

Табл. 1. Расчет плотности населения и численности белых медведей по данным учета с ледокола в январе-марте 2013 г.

Tab. 1. Calculation of population density and abundance of polar bears on survey data in January-March 2013.

Дата: Date:	Январь-март 2013 г. January-March 2013				Ширина учетной полосы (км): A width of observation strip (km):			2	
Но- мер сек- тора Sec- tor num- ber	Число об- нар-х белых медведей Number of detected bears	Число медве- жат при самках Number of cubs in family groups	Длина учетного марш- рута (км) Length of count transect (km)	Площадь учетной ленты (км <sup>2</sup> ) Area of count strip (km <sup>2</sup> )	Плот- ность насел- я (ос./км <sup>2</sup> ) Popu- lation density (ind/km <sup>2</sup> )	Морск. плоч. сектора (км <sup>2</sup> ) Marine area of sector (km <sup>2</sup> )	Экстрапо- лирован- ное число медведей Extrapo- lated number of bears	Статистическая ошибка Statistical error	
								абсо- лютная absolute	относи- тельная relative
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7	5	2	237,6	475,2	0,0105	91388	961,6	555,2	0,577
8	7	4	200	400	0,0175	87919	1538,6	888,3	0,577
9									
10			130,55	261,1	0	76726			
11	2		339,7	679,4	0,0029	54137	159,4	112,7	0,707
12	7	4	232,38	464,76	0,0151	30320	456,7	263,7	0,577
13			193	386	0	86879			
14	2		422,6	845,2	0,0024	62092	146,9	103,9	0,707
15			67,22	134,44	0	26097			
16									
Итого All	23	10	1823,1	3646,2	0,0063	515558	3263,1	1091	0,334

Абсолютная и относительная статистические ошибки оценки численности белых медведей на всей учетной территории по данным проведенного учета рассчитываются соответственно по формулам:

$$m(N) = \sqrt{\sum_s m^2(N_s)}, \quad e(N) = m(N)/N \quad (4)$$

Аналогичным образом производится заполнение расчетных таблиц и проводится расчет численности белых медведей для каждого из учетов, включенных в расчет.

Если оценка численности проводится по совокупным данным  $k$  учетов, то для каждого  $s$ -го сектора экстраполяции в программе рассчитывается суммарное за все  $k$  учетов число учтенных белых медведей ( $n_{s,(k)}$ ) и число молодых медведей при самках ( $n_{y,s,(k)}$ ) соответственно по формулам:

$$n_{s,(k)} = \sum_i n_{s,i}, \quad n_{y,s,(k)} = \sum_i n_{y,s,i} \quad (5)$$

где  $n_{s,i}$  — число учтенных белых медведей в  $i$ -м учете в  $s$ -м

Similarly is made the filling of calculation table and is calculated the polar bear number for each of the surveys included in the calculation.

If the polar bear number estimation is carried out on the aggregate data of  $k$  surveys, then for each  $s$ -th extrapolation sector in the program is calculated the number of detected polar bears ( $n_{s,(k)}$ ) and the number of young bears with females ( $n_{y,s,(k)}$ ) for the all  $k$  surveys by the formulas respectively:

$$n_{s,(k)} = \sum_i n_{s,i}, \quad n_{y,s,(k)} = \sum_i n_{y,s,i} \quad (5)$$

where  $n_{s,i}$  — the number of detected bears in the  $i$ -th survey in the  $s$ -th sector,  $n_{y,s,i}$  — the number of detected young bears with females in the  $i$ -th survey in the  $s$ -th sector.

The summary length of survey transects ( $L_{s,(k)}$ )

секторе,  $n_{y,s,i}$  — число учтенных молодых медведей при самках в  $i$ -м учете в  $s$ -м секторе.

Суммарная длина учетных маршрутов ( $L_{s,(k)}$ ) и площадь учетной ленты ( $q_{s,(k)}$ ) за  $k$  учетов в  $s$ -м секторе рассчитываются соответственно по формулам:

$$L_{s,(k)} = \sum_i L_{s,i}, \quad q_{s,(k)} = \sum_i q_{s,i} \quad (6)$$

где  $L_{s,i}$  — длина учетных маршрутов при  $i$ -м учете в  $s$ -м секторе,  $q_{s,i}$  — площадь учетной ленты при  $i$ -м учете в  $s$ -м секторе.

Средневзвешенные оценки плотности населения ( $d_{s,(k)}$ ) и численности ( $N_{s,(k)}$ ) белых медведей за  $k$  учетов в  $s$ -м секторе рассчитываются соответственно по формулам:

$$d_{s,(k)} = n_{s,(k)} / q_{s,(k)}, \quad N_{s,(k)} = d_{s,(k)} Q_s \quad (7)$$

Если представить выражение средневзвешенной плотности населения в развернутой форме

$$d_{s,(k)} = n_{s,(k)} / q_{s,(k)} = \sum_i d_{s,i} q_{s,i} / \sum_i q_{s,i}$$

, то видно, что плотность населения при  $i$ -м учете в  $s$ -м секторе  $d_{s,i} = n_{s,i} / q_{s,i}$  включена в расчет средневзвешенной плотности населения с весовым коэффициентом, пропорциональным соответствующей площади учетной ленты  $q_{s,i}$ .

Абсолютная и относительная статистические ошибки средневзвешенной оценки численности белых медведей в  $s$ -м секторе по данным  $k$  учетов рассчитываются соответственно по формулам:

$$m(N_{s,(k)}) = N_{s,(k)} / \sqrt{n_{s,(k)} - n_{y,s,(k)}}, \quad e(N_{s,(k)}) = 1 / \sqrt{n_{s,(k)} - n_{y,s,(k)}} \quad (8)$$

Средневзвешенные оценки численности и плотности населения белых медведей на всей учетной территории по данным  $k$  учетов рассчитываются соответственно по формулам:

$$N_{(k)} = \sum_s N_{s,(k)}, \quad d_{(k)} = N_{(k)} / Q_{(k)} \quad (9)$$

где  $Q_{(k)}$  — суммарная морская площадь всех секторов, где размещаются учетные маршруты во всех  $k$  учетах.

Абсолютная и относительная статистические ошибки средневзвешенной оценки численности белых медведей по данным  $k$  учетов на всей учетной территории рассчитываются соответственно по формулам:

$$m(N_{(k)}) = \sqrt{\sum_s m^2(N_{s,(k)})}, \quad e(N_{(k)}) = m(N_{(k)}) / N_{(k)} \quad (10)$$

Ниже приведена сводная табл. 2, в которой представ-

and observation strip area ( $q_{s,(k)}$ ) for the all  $k$  surveys in the  $s$ -th sector are calculated by the formulas:

$$L_{s,(k)} = \sum_i L_{s,i}, \quad q_{s,(k)} = \sum_i q_{s,i} \quad (6)$$

where  $L_{s,i}$  — the length of survey transects for the  $i$ -th survey in the  $s$ -th sector,  $q_{s,i}$  — the observation strip area for the  $i$ -th survey in the  $s$ -th sector.

Weighted average estimates of population density ( $d_{s,(k)}$ ) and the number ( $N_{s,(k)}$ ) of polar bears for  $k$  surveys in the  $s$ -th sector are calculated by the formulas:

$$d_{s,(k)} = n_{s,(k)} / q_{s,(k)}, \quad N_{s,(k)} = d_{s,(k)} Q_s \quad (7)$$

If we present the expression of average population density in the expanded form

$$d_{s,(k)} = n_{s,(k)} / q_{s,(k)} = \sum_i d_{s,i} q_{s,i} / \sum_i q_{s,i}$$

, we can see that the population density for the  $i$ -th survey in the  $s$ -th sector  $d_{s,i} = n_{s,i} / q_{s,i}$  is included in the calculation of the weighted average population density with a weighting factor proportional to the strip area for the  $i$ -th survey in the  $s$ -th sector  $q_{s,i}$ .

Absolute and relative statistical errors of the estimation of weighted average number of polar bears in the  $s$ -th sector for the data of  $k$  surveys are calculated by the formulas:

$$m(N_{s,(k)}) = N_{s,(k)} / \sqrt{n_{s,(k)} - n_{y,s,(k)}}, \quad e(N_{s,(k)}) = 1 / \sqrt{n_{s,(k)} - n_{y,s,(k)}} \quad (8)$$

Weighted average estimates of number and population density of polar bears on whole territory of 16 extrapolation sectors for the data of  $k$  surveys are calculated by the formulas:

$$N_{(k)} = \sum_s N_{s,(k)}, \quad d_{(k)} = N_{(k)} / Q_{(k)} \quad (9)$$

where  $Q_{(k)}$  — the total marine area of all sectors where are placed count transects in all  $k$  surveys.

Absolute and relative statistical errors of the weighted average estimation of the polar bear number for the data of  $k$  surveys are calculated by the formulas:

$$m(N_{(k)}) = \sqrt{\sum_s m^2(N_{s,(k)})}, \quad e(N_{(k)}) = m(N_{(k)}) / N_{(k)} \quad (10)$$

Below there is a summary table 2 that shows the weighted average estimates of population density and number of polar bears for the data of 32 surveys conducted from April 1997 to May 2013.

лен расчет средневзвешенных оценок плотности населения и численности белых медведей по данным 32-х учетов, проведенных с апреля 1997 г. по май 2013 г.

На рис. 3 представлена объемная гистограмма средневзвешенных оценок плотности населения белых медведей в выделенных секторах экстраполяции по данным всех 32 учетов. Наибольшие оценки средневзвешенной плотности населения белых медведей (более 3 ос. на 1000 кв. км) приходится на 3, 4, 7, 8, 10, 12, 14 сектора раздельной экстраполяции.

Расчетная оценка средневзвешенной численности белых медведей в исследованном районе по данным всех 32 учетов составляет 3081 особь. Доверительный интервал оценки средневзвешенной численности при относительной статистической ошибке 6,9% и уровне доверия 95% составляет 2700–3500 особей.

Для сравнения сделаем прямой расчет численности белых медведей  $N_{dir(k)}$  без разделения территории учета на раздельные сектора экстраполяции по формуле

The highest values of the polar bear population density occur in 3, 4, 7, 8, 10, 12, 14 sectors of separate extrapolation. Fig. 3 shows a histogram of the weighted average estimates of the polar bear population density in the 15 extrapolation sectors for the data of the all 32 surveys.

The weighted average estimation of the polar bear number in the studied area for the data of all 32 surveys is equal to 3081 individuals. Confidence interval of the polar bear estimation for the relative statistical error of 7% and for the 95% confidence level is equal to 2700–3500 individuals.

For comparison we will make a direct calculation of the number of polar bears  $N_{dir(k)}$  without division of survey territory into separate extrapolation sectors by formula

$$N_{dir(k)} = Q(k) \sum_s n_{s,(k)} / \sum_s q_{s,(k)}. \quad (11)$$

When substituting into the formula (11) the corresponding values given in the last row of Ta-

Табл. 2. Сводная расчетная таблица для 32-х учетов, проведенных в 1997–2013 гг.

Table 2. Summary calculation table for 32 surveys conducted in 1997–2013.

Но- мер сек- тора Sector num-ber	Число обнар-х белых медведей Number of detected bears	Число медве-жат при самках Number of cubs in family groups	Длина учетного марш- рута (км) Length of count transect (km)	Площадь учетной ленты (км <sup>2</sup> ) Area of count strip (km <sup>2</sup> )	Плот- ность насел-я (ос./км <sup>2</sup> ) Popu- lation den- sity (ind/km <sup>2</sup> )	Морск. плоч. сектора (км <sup>2</sup> ) Ma- rine area of sector (km <sup>2</sup> )	Экстрапо- лирован- ное число медведей Extrapo- lated number of bears	Статистическая ошибка Statistical error	
								абсо- лютная absolute	относи- тельная relative
1			98,0	196,0	0,00000	93267			
2	1		1469,2	2938,3	0,00034	80866	27,5	27,5	1,000
3	62	20	5898,4	11796,8	0,00526	78134	410,6	63,4	0,154
4	21	9	2816,1	5632,2	0,00373	93267	347,8	100,4	0,289
5			597,3	1194,6	0,00000	92116			
6			169,2	338,3	0,00000	58442			
7	36	11	4454,7	8909,5	0,00404	91388	369,3	73,9	0,200
8	95	29	8546,8	17093,6	0,00556	87919	488,6	60,1	0,123
9			174,8	349,6	0,00000	76802			
10	68	25	3321,6	6643,1	0,01024	76726	785,4	119,8	0,152
11	25	10	4314,0	8628,0	0,00290	54137	156,9	40,5	0,258
12	23	8	2042,6	4085,3	0,00563	30320	170,7	44,1	0,258
13	8	2	3035,3	6070,7	0,00132	86879	114,5	46,7	0,408
14	38	10	5627,3	11254,5	0,00338	62092	209,6	39,6	0,189
15			138,5	276,9	0,00000	26097			
16									
Итого All	377	124	42703,8	85407,5	0,00283	1088452	3080,9	213,6	0,069

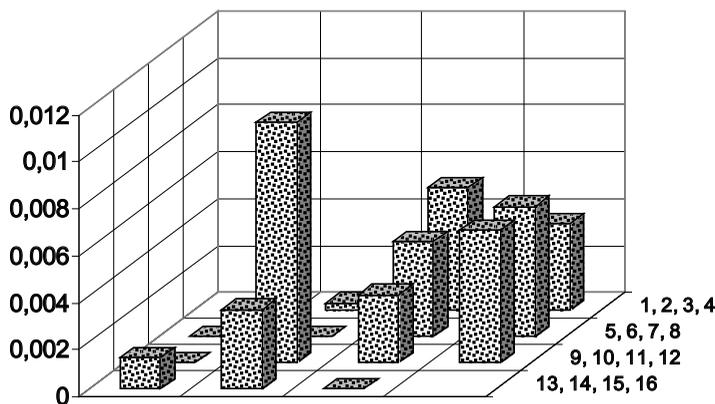


Рис. 3. Средневзвешенные оценки плотности населения белых медведей (ос./кв. км) по данным 32 учетов в 15 секторах экстраполяции, в которых находились учетные маршруты. Номера секторов указаны справа от гистограммы. Географическое положение секторов в учетном регионе показано на рис. 2.

Fig. 3. Weighted average estimates of population density of polar bears (ind. / km<sup>2</sup>) for the data of 32 surveys in 15 sectors of extrapolation, in which there were survey transects. Geographical location of sectors is shown in Fig. 2. Sector numbers are indicated to the right of the histogram.

$$N_{dir(k)} = Q(k) \sum_s n_{s,(k)} / \sum_s q_{s,(k)} \cdot (11)$$

При подстановке в формулу (11) соответствующих значений, представленных в итоговой строке табл. 3, получится оценка численности  $N_{dir(k)} = 1088452 \times 377 / 85408 = 4804$  (ос.) со значительной систематической ошибкой завышения, равной 1723 ос. Завышение оценки на 56% вызвано более высокой относительной площадью обследования в секторах с повышенной плотностью населения, прежде всего, в секторах 3, 8, 14. Приведенный пример расчета показывает, что при использовании метода отдельной экстраполяции происходит коррекция систематической ошибки завышения, вызванной неравномерностью размещения учетных маршрутов на территории учета.

При использовании данных многолетних учетов белых медведей с ледоколов условие неизменности размещения животных на учетной территории в разные годы (за период с 1997 по 2013 гг.) и в разные сезоны не соблюдаются из-за неодинаковости состояния ледовых полей и миграции медведей. В частности, численность белых медведей, находящихся на учетной территории, существенно зависит от сезона, когда проводились учеты. Мы провели расчет средневзвешенной численности белых медведей по совокупным данным разных лет отдельно для двух сезонов, условно, «зимы» — 14 учетов, проведенных в период «декабрь-март», и, условно, «весны» — 15 учетов, проведенных в период «апрель-май». При этом исключены данные только трёх учетов: «октябрь-ноябрь 2002», «ноябрь-декабрь 2005» и «март-апрель 2008».

Результаты расчета средневзвешенных оценок численности медведей в каждом из секторов и на всей учетной территории для двух разных сезонов приведены в табл. 3.

Данные табл. 3 показывают, что средневзвешенная «весенняя» численность белых медведей достоверно меньше, чем «зимняя» численность (на 1215 особей), главным образом, за счет достоверно меньших оценок численности в 7, 8 и 12 секторах.

ble 3, is obtained the estimate of the bear number  $N_{dir(k)} = 1088452 \times 377 / 85408 = 4804$  with significant overestimation bias equal to  $4804 - 3081 = 1723$  bears. Overestimation by 56% is caused by higher relative area of the observation in the sectors with high population density, especially in sectors 3, 8, 14. The above example of calculation shows that because of using the separate extrapolation is achieved the correction of the systematic overestimation error caused by uneven distribution of the observation transects in the survey territory.

In case of using of data of long-term surveys of polar bears with icebreakers the conditions of immutability of animal placing in different years (1997–2013) and seasons are not saved because of various states of ice fields and migration of bears. The number of polar bears that are found on surveyed territory essentially depends on the season, when the surveys were conducted. Therefore, the above estimate is weighted not only by years, but by different seasons. We calculated the number of polar bears for different years separately for two seasons, conditionally, “Winter” (14 surveys conducted during the “December-March”) and, conditionally, “Spring” (15 surveys conducted during the “April -May”). In this are excluded only the data of the three surveys: “October-November 2002”, “November-December 2005” and “March-April 2008”. The results of estimates of bears in each of sectors and at whole territory in two different seasons are shown in Table. 3.

Data of table 3 shows that the average weighted “spring” number estimate of polar bears is reliable less (on 1215 ind.) than the “winter” number estimate, mainly due to lower estimates of the number estimates in 7, 8 and 12 sectors.

Registered cases of high number of bears in sectors adjacent to the southern shore of the Kara Sea (7, 8, 12 sectors), coincide with abnormally cold winters,

Таблица 3. Оценки численности белых медведей по данным 14 учетов, проведенных в «зимние» месяцы («декабрь-март»), и по данным 15 учетов, проведенных в «весенние» месяцы («апрель-май»). Достоверное различие оценок численности медведей для двух разных сезонов отмечено звездочкой \*.

Table 3. Estimates of the number of polar bears for the data of the 14 surveys conducted in the “winter” months (“December-March”), and for the data of 15 surveys conducted in the “spring” months (“April-May”). A significant difference in estimates of the number of bears in two different seasons is noted with an asterisk \*.

Но- мер сек- тора Sector num- ber	Данные 14 «зимних» учетов Data of 14 “winter” surveys				Данные 15 «весенних» учетов Data of 15 “spring” surveys				Различие оценок числ-ти по критерию Стьюдента Dif- ference of num- ber on Student criterion
	Число обн-х белых	Длина учетных маршру-	Оценка числен- ности	Абс-я стат-я ошибка	Число обн-х белых	Длина учетных маршру-	Оценка числен- ности	Абс-я стат-я ошибка	
	медв-й Number of detec- ted bears	тов (км) Length of count transect (km)	медведей Extrapo- lated number of bears	Abso- lute statis- tical error	медв-й Number of detec- ted bears	тов (км) Length of count transect (km)	медведей Extrapo- lated number of bears	Abso- lute statis- tical error	
1						98			
2		163			1	1306	31	31	
3	11	999	430	152	37	3654	396	78	0,20
4	1	195	239	239	20	2621	356	107	0,45
5		165				432			
6		8				161			
7	25	1588	719	174	8	2330	157	70	2,99*
8	53	2840	820	139	27	4039	294	67	3,42*
9		33				141			
10	38	1824	799	167	30	1497	769	172	0,13
11	11	1605	186	70	14	2709	140	50	0,53
12	20	1019	297	82	3	636	72	51	2,33*
13	2	1518	57	57	6	1518	172	77	1,20
14	15	1905	244	77	23	3722	192	45	0,59
15		92				46			
16									
Итого All	176	13954	3792	422	169	24911	2577	265	2,44*

Случаи регистрации высокой численности медведей в секторах, прилежащих к южному берегу Карского моря, совпадают с аномально холодными зимами, когда сплоченность льда Новоземельского ледового массива критически высока для животных на его большей площади (>90%). Вероятно, в такие зимы звери (в первую очередь, семейные группы) мигрируют на юг, в область Обь-Енисейской и Южной Новоземельской заприпайных полыней, где условия для охоты более благоприятны. Уменьшение численности медведей в этих секторах, по данным весенних учетов, может быть вызвано общим снижением сплоченности льда в море в этот период и, как следствие, рассеянием медведей в северном и северо-восточном направлениях за пределы учетного полигона (см. также Горяев и др. 2004, Матишов и др. 2013).

when the concentration of ice on most of the Novaya Zemlya ice massif is critically high for animals (> 90%). Perhaps in such winters animals (primarily — family groups) migrate to south to the area of the Ob-Yeniseiskaya and Yuzhnaya Novozemelskaya flaw polynyas, where conditions for hunting are more favorable. The reduction of the number of bears in these sectors according to spring surveys can be caused by a general decline in sea ice concentration in this period and, as a consequence, by the scattering of bears in northern and north-easterly directions beyond the accounting polygon (see also Горяев и др. 2004, Матишов и др. 2013).

In the practice of surveys of polar bears there have

В практике учетов белых медведей были случаи, когда отдельные части учетной территории обследовались повторно с интервалом в несколько недель, например, при авиаучете белых медведей с использованием самолета ИЛ-14 ледовой авиаразведки в Российской Арктике в 1988 г. (Belikov et al. 1991; Челинцев 2003; 2004). В этом учете при сравнительно небольшом, менее 3–4 недель, интервале между полетами предполагалось, что обследованию подвергается одна и та же популяция и размещение животных за период учета изменяется несущественно. Оценка численности белых медведей в районе Карского моря по данным авиаучетов в марте-апреле 1988 г. с использованием ледовой авиаразведки равнялась  $1151 \pm 321$  особь. Более низкая оценка численности белых медведей по сравнению с оценками, полученными при учете с судна, скорее всего, является следствием пропуска значительной части медведей при высокой скорости полета.

Высказывается предположение о возможном завышении оценки численности белых медведей при учете с ледоколов вследствие «притяжения» медведей к ледокольным трассам. Это явление не изучено, и мы пока оставляем это предположение без ответа. Нужны дополнительные исследования для количественной оценки этого явления и введения соответствующей поправки на оценку численности.

Регулярные учеты с судна во время ледовых проводок могут применяться как сравнительно недорогой и достаточно эффективный способ мониторинга белых медведей в данном регионе. Кроме оценки численности популяции белых медведей и характера их размещения в учетном регионе собранный материал имеет также несомненную научную и практическую ценность для оценки состояния популяции по демографическим показателям. Например, может быть оценен такой важный показатель как отношение численности молодых медведей в семейных группах к общей численности обнаруженных белых медведей, который по данным проведенных учетов (см. табл. 2) равен  $p = 124/377 = 0,329$  (33%).

При учетах с судна можно также непосредственно оценить физиологическое состояние белых медведей, провести мониторинг состояния льда в местах обнаружения медведей и их кормовой базы, в первую очередь, тюленей.

been cases when separate parts of count area were surveyed again after few weeks, for example during the surveys of polar bears with using IL-14 aerial ice reconnaissance in the Russian Arctic in 1988 (Belikov et al, 1991; Chelintsev 2003, 2004). In this survey with a relatively small interval (less than 3–4 weeks) between flights it was assumed that the survey is conducted for the same population and that the placing of animals in the all period of surveys does not change significantly. Estimation of the number of polar bears in the Kara Sea on data of the aerial survey in March-April 1988 was equal to  $1151 \pm 321$  individuals. Lower estimation of the number of polar bears compare to the estimations obtained with the help of icebreakers, perhaps due to the fact that much of the bears was skipped because of the high speed flight.

The assumption of a possible overestimation of the number of polar bears in survey with icebreakers due to "attraction" of the bears to icebreaking routes. This phenomenon has not been studied, and we do reserve this assumption unanswered. More research is needed to quantify this phenomenon and the introduction of corresponding amendments to the estimate of the number.

Regular surveys by the icebreakers can be used as a relatively inexpensive and very efficient method for monitoring of polar bears in the region. In addition to the estimation of number of polar bear and of the nature of their placement in the survey territory the collected material also has an undoubted scientific and practical value for the assessment of population state by demographic indexes. For example, can be estimated such an important indicator as the ratio of the number of young bears in family groups to the total number of detected polar bears, which, according to surveys carried out (see. Table. 2) is equal  $p = 124/377 = 0.329$  (33%).

The surveys from the ship allow also directly assess the physiological condition of polar bears, to conduct the monitoring of ice conditions in the places of bear detection and their prey, primarily seals.

## Список использованных источников / References

Belikov S. E., Chelintsev N. G., Kalyakin V. N., Romanov A. A., Uspensky S. M. 1991. Results of aerial counts of the polar bear in the Soviet Arctic in 1988. In: Polar bears. Proceedings of the Tenth Working Meeting of the IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group, pp. 75–79.

Горяев Ю. И., Воронцов А. В., Янина Д. В., Ежов А. В. 2004. Судовые наблюдения белого медведя (*Ursus maritimus*) и ластоногих в южной части Карского моря в феврале-мае 1997–2003 гг. в: Морские млекопитающие Голарктики: Сб. научн. трудов. Коктебель, Украина, с. 168–172. [Goryaev Y. I., Vorontsov A. V., Yanina D. V., Ezhov A. V., 2004. Ship observations of polar bear (*Ursus maritimus*) and seals in the southern Kara Sea in February-May 1997–2003. In: Marine Mammals of the Holarctic: Abstracts of reports the third Intern. conf. Koktebel, pp. 168–172.]

## 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.