

различных экологических групп показали, что формирование у них структур СУ протекает в раннем предплодном периоде в сходной последовательности и приблизительно на сходных стадиях развития, т. е. во время формирования хрящевого скелета, начиная с образования слухового пузырька (ст. 13). Видоспецифические особенности в структурной организации СУ формируются во второй половине раннего предплодного периода в зависимости от экологической специализации вида.

early pre-fetal period in a similar sequence and approximately with similar stages of their development, i.e. during the chondroskeleton formation, beginning with the formation of the auditory bubble (stage 13). Species-specific features in structural organization of the ME are formed in the second half of early pre-fetal period depending on the ecological specialization.

#### Список использованных источников / References

- Солнцева Г.Н. 2006. Орган слуха морских млекопитающих. М.: Наука. 203 с. [Solntseva G.N. 2006. Auditory organ of marine mammals. Moscow, Nauka. 203 p.]
- Hyrtil J. 1845. Vergleichend-anatomische Untersuchungen uber des innere Gehororgan des Menschen an der Sauge-tiere. Prage, 139 p.
- Fleischer G. 1973. Studien am Sk elett des Gehororgans der Sauge-tiere, einschliesslich des Menschen. Sauge-tierk. Mitt. Bd. 21: H. 2-3. p. 131-239.
- Fleischer G. 1975. Uber das spezialisierte Gehororgan von Kogia breviceps (Odontoceti). Z. Sauge-tierk. Bd. 40. p. 89-102.
- Yamada M. 1953. Contribution to the anatomy of the organ of hearing of Whales. Sci. Repts Whales Res. Inst. 8: 1-79.

Соловьёв Б.А.<sup>1,2</sup>, Глазов Д.М.<sup>2</sup>, Черноок В.И.<sup>3</sup>

### **Влияние ледовых условий на распределение гренландского тю-леня (*Pagophilus groenlandicus*) на щенных залёжках**

1. Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
2. Институт Проблем Экологии и Эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, Россия
3. НИИ «Гипрорыбфлот», Санкт-Петербург, Россия

---

Solovyev B.A.<sup>1,2</sup>, Glazov D.M.<sup>2</sup>, Chernook V.I.<sup>3</sup>

### ***Ice conditions impact on harp seal's (*Pagophilus groenlandicus*) dis-tribution on whelping patches***

1. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
2. A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow, Russia
3. Scientific Research Institute of Fisheries Fleet Designing (GiproRybFlot), St. Petersburg, Russia

Гренландский тюлень относится к пагофильным видам. Успех размножения, выживаемость детёнышей, линька этого вида зависят от качества и количества пелагического льда в акваториях, где тюлени образуют залёжки, в частности в Белом море.

В нашей работе мы попытались разработать методику

Harp seals belong to pa gophilic species. Success of reproduction, pups' su rvival, and m outling of th e animals – all th ose factors d epend s on qu ality and abundance of floating ice in the water area, particu-lary in the White Sea, where their whelping patches are.

оценки степени влияния ледового покрова на распределение тюленей на ценных залёжках, выявить параметры ледовых условий, определяющих это распределение, применить статистический анализ для того чтобы формализовать полученные результаты.

Предполагается, что разработанная методика будет применена для сравнения результатов авиаучётов разных лет. Это даст возможность оценить влияние глобальных изменений климата и связанных с ним характеристик ледового покрова на динамику численности гренландского тюленя в российских водах.

Работа выполнена на основе материалов, полученных во время авиаучёта в Бассейне Белого моря с 15 по 19 марта 2008 г., сделанного при финансовой поддержке IFAW (Воронцова и др. 2008). При анализе использовались снимки, сделанные фотоаппаратом Nikon D70s, который был укреплен в днище самолёта и направлен вертикально вниз. Съёмка выполнялась автоматически – каждые 60 сек, а в случае обнаружения в полосе съёмки тюленей, каждые 2 сек. Высота полёта составляла 200-220 м. Линейные размеры каждого снимка при этой высоте составили приблизительно 135x90 м.

Анализу и обработке были подвергнуты снимки, сделанные 17 марта 2008 года, во время полёта с 10:54:25 ч. по 14:14:11 ч., во время которого был произведён основной учёт численности тюленя. В это время у животных уже закончилась щенка, и начиналось спаривание. Во время обработки материала снимки, сделанные на подлёте к району учёта (над Двинским заливом) и во время возвращения с учёта на аэродром, не рассматривались. Так был сформирован массив данных со снимками (Рис. 1), сделанными на учётной акватории, с момента выхода на первый и до момента окончания последнего галса.

При описании и анализе снимков мы строго придерживались терминологии, предложенной Главным управлением гидрометеорологической службы (1974). Каждый снимок был проанализирован с точки зрения доли площади водной поверхности, ниласа, молодого льда от общей площади снятой поверхности. Отмечался тип водных образований (лунка, трещина, разводье), описаны формы льда (размеры льдин), присутствующие на снимке, заснеженность, торосистость, отдельно отмечалось на каких формах льда лежат тюлени и их количество и возрастной состав (взрослые-бельки) на льду того или иного типа.

После этого массив снимков, сделанных на учётной акватории, был разбит на две группы: снимки с взрослыми тюленями и снимки без тюленей. Для каждой группы снимков были рассчитаны средние доли площади воды, ниласа, молодого льда и другие.

In this work we made an attempt to elaborate methods for assessment of ice cover impacts degree on whelping patches. We tried to reveal the parameters of ice condition that determine harp seals distribution during the whelping. We used statistical analysis to formalize our results.

We suggest these methods for comparing the results of aerial surveys at different years. It gives us opportunity to assess the impact of climate and ice cover global change on the dynamic of harp seals' size in the sea waters of the Russian Federation.

This research is based on the data gathered during the aerial survey in the basin of the White Sea on March 15-19 in 2008. This aerial survey was supported by IFAW (Воронцова и др. 2008). For the analysis we used pictures that were taken by Nikon D70s camera. The camera was installed in the bottom of the airplane and aimed down. Shooting was carrying out automatically every 60 seconds however in the areas where seals were spotted it would increase to every 2 seconds. Flight altitude was about 200-220 meters. Size of the area covered by each shot from this altitude was approximately 135x90 meters.

Then pictures taken on March 17 from 10:54:25 to 14:14:11 were analyzed because the basic count of number of the seals was made during this flight. By this time whelping was already finished and coupling started. During the processing of the data the pictures taken over the Dvina Bay (before and after count) were not taken into account. So the block of data was formed of the pictures taken from the beginning of the first tack to the end of the last one (Fig. 1).

For describing and analysis of the pictures we use terminology that was suggested by the Main Administration of Hydro meteorological Service (1974). Each picture was evaluated according to the following parameters: percent of water, portion of nilas and young ice from the total square of the photographed area. Types of water formation were noted as well as the forms of floating ice (size of ice-floe), hummocky, and snow-cover of ice. Also we noted forms of ice where seals were situated, number, and a class of seals on each type of ice.

After that the pictures were divided into two groups: pictures with adult seals (only adults because we could not find all the whitecoats on the pictures) and pictures without seals. For the each group median percent of water square, nilas, and young ice was calculated.

Для группы снимков с тюленями была рассчитана плотность животных на снимок (тюлени/снимок) в зависимости от торосистости льда на этом снимке, его заснеженности, доли воды и формы льда.

Далее в программной среде Statistica 7.0 был проведён регрессионный анализ зависимости факторов (торосистости, заснеженности, доли воды и формы льда) друг от друга с помощью инструмента Multiple Regression. Для каждого из параметров был сделан Однофакторный Дисперсионный анализ (ANOVA), показывающий статистическую значимость различий между средними в каждой из групп. При проведении дисперсионного анализа использовался весь массив снимков, сделанных над учётной акваторией.

For the group of pictures with seals the density of animals per picture was calculated taking into account the hummocky of ice, snow-covering, percent of water and forms of floating ice.

After this with the help of the Multiple Regression tool of Statistica 7.0 software we analyzed the dependence of every factor (hummocky, snow-covering, percent of water and ice form) on each other. For each of these parameters ANOVA was made. It showed us statistical significance of differences between medians in each group. For this analysis all the pictures taken over the survey area were used.



Рис. 1. Схема результатов полёта 17 марта 2008 г.  
*Fig. 1. Results of flight on March 17, 2008*

При обработке снимков мы принимали во внимание тот факт, что параметры территории не вошедшей в пределы сфотографированного участка могут быть значимыми для тюленей на снимке. Например, за границей снимка могли быть лунка, трещина и другие изменения льда, которые влияют на наличие и численность тюленей в пределах этого снимка, даже если на самом снимке водных объектов нет.

Всего обработано было 817 снимков, из них 182 снимка с тюленями. На них была обнаружена 761 взрослая особь. После того, как были отброшены снимки, сделанные до начала учёта, до момента выхода на первый учётный галс и снимки, сделанные после завершения учёта, осталось 759 кадров снятых над залежкой. Все обнаруженные тюлени находились в пределах этой залежки. Для того чтобы оценить значимость того или

During the processing of the pictures we kept in mind that the parameters of area outside the photographed site could be significant for the seals that were on the pictures. For example, breathing hole, crack or other feature of ice outside a picture could affect on presence and number of seals on the picture.

Totally 817 snapshots including 182 pictures with seals were processed. 761 adult animals were detected there. We compared the pictures with seals and the pictures without seals for estimating the significance of each factor for the distribution of the seals on the patch as well as for understanding the scope of differ-

иногo фактора для распределения тюленей на залёжке, а также масштабы в которых тюлени дифференцируют эти факторы, мы сравнили массивы снимков с тюленями и без тюленей (таб. 1).

Из таблицы 1 видно, что снимки с тюленями отличаются от снимков без тюленей по доле молодого льда, по заснеженности и более чем в 2 раза по торосистости (1,11 и 0,41).

Следующим этапом исследования было более детальное изучение массива снимков на которых встречались взрослые тюлени.

В результате анализа этих снимков оказалось, что только 0,5% из всех обнаруженных взрослых тюленей находились в момент съёмки на ниласовых льдах, в то время как остальные животные располагались на молодых, серых и серо-белых льдах. Толстые однолетние льды в 2008 г. в Белом море отсутствовали.

Для анализа влияния формы льда на распределение тюленей был проведён линейный анализ (Рис. 2), который показал, что плотность тюленей на обломках ледяных полей существенно больше, чем плотность тюленей на крупнобитом льду.

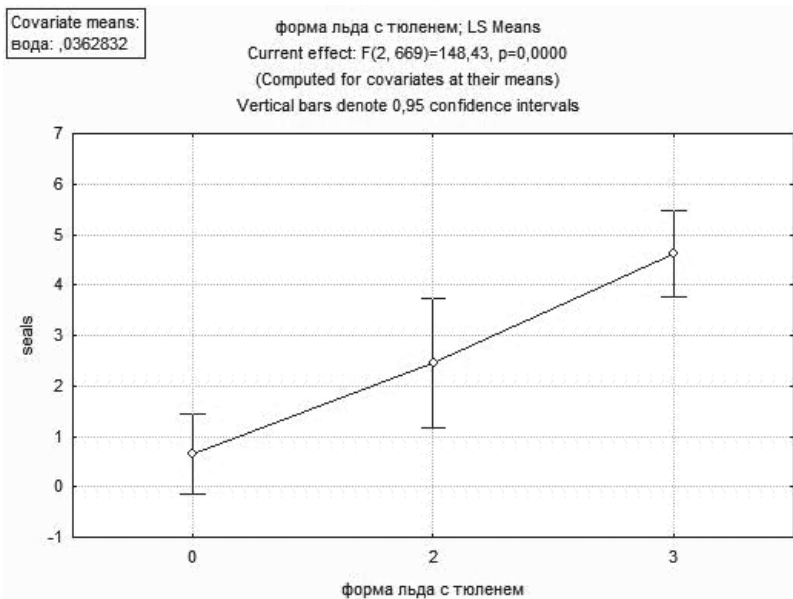


Рис. 2. Результаты линейного анализа зависимости плотности тюленей от формы льда (где 0-тёртый лёд, 2- крупнобитый лёд, 3- обломки ледяных полей, по оси ординат – плотность тюлени/снимок)

*Fig. 2. General Regression Model results: seals density relatively to forms of floating ice (0-small ice cake, 2-small, 3-medium, Y-axis – density, seals per picture)*

В таб. 2 показано распределение плотностей тюленей при анализе степени торосистости льда на снимках.

На рис. 3 показано распределение плотностей тюленей в массиве снимков льда с разной степенью заснеженности. Наличие воды оказалось достаточно важным фактором для тюленей (Таб. 3). При этом вода должна занимать не очень большую часть льда; лёд должен быть высокой сплочённости. Отсутствие воды в пределах снимка не является критическим, об этом свидетельствует довольно высокая плот-

rentiation of these factors for seals (Table 1).

As is seen in the Table 1, the pictures with seals differ from pictures without seals in percentage of young ice, snow-cover, and more than two times in hummocky. The next step of our work was to pursue more detail evaluation of the pictures with adult seal's presence.

We found out that only 0.5% of all the detected adult seals were on the nilas ice. Other animals were detected on the young ice, gray ice and white-gray ice. There was no thick first-year ice in the White Sea that year.

Then General Regression Model was carried out for the assessment of the influence of form of ice on seal's distribution. It showed us that seal's density on the medium floes is significantly more than on the small floes (Fig. 2).

See Table 2 for the results of analysis of hummocky level impact on distribution of seals' densities.

We found out that one more important factor for seals was presence/absence of water (Table 3). Water shouldn't cover major part of ice surface – ice should be in high concentration. Absence of water was not a critical factor. It was proven by detecting high density of seals on the

ность тюленей на таких снимках (2,73), а также многочисленные снимки с транзитными следами тюленей, тянущимися через весь снимок, нередко по его диагонали.

pictures without water as well as finding many pictures with transit tracks of seals across the picture, often diagonally.

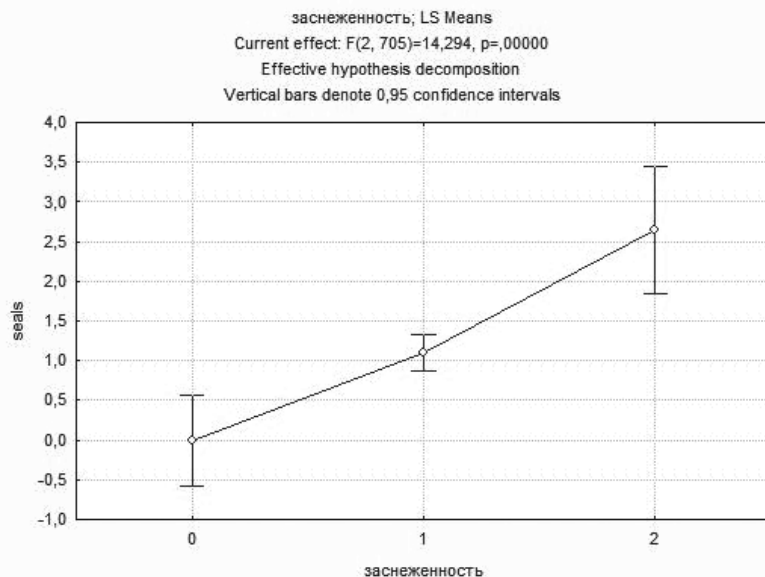


Рис. 3. Распределение плотностей тюленей в зависимости от заснеженности льда. Результаты дисперсионного анализа

Fig. 3. Seals densities distribution relatively to snow-cover. ANOVA results

Наиболее распространённой формой воды в местах обнаружения тюленей являются лунки. В то же время наибольшая плотность тюленей была зафиксирована на снимках с трещинами, узкими и протяжёнными разрывами льда шириной до 1,5-2 м.

The most widespread form of water on the pictures with seals was breathing holes. But the highest density of seals was on the pictures with strikes with 1.5-2 m width.

Для того чтобы проверить, не являются ли какие-либо из рассматриваемых факторов причинно связанными (не определяет ли один из них другой) был проведён регрессионный анализ независимости факторов (торосистость, заснеженность, доля воды и форма льда) друг от друга с помощью инструмента Multiple Regression. Анализ показал, что все параметры независимы друг от друга не только причинно ( $p=0,0002$ ), но даже слабо коррелируют между собой.

We tested the factors (hummocky, snow cover, percent of water, and form of ice) for causal determinacy with the help of Multiple Regression analysis. The analysis showed that all the factors and parameters were not only determined casually by each other ( $p=0.0002$ ) but also had low level of correlation.

По итогам нашей работы можно сделать следующие выводы:

Following the results of our research these conclusions were made:

- Определяющим фактором при выборе тюленями места щенки в марте 2008 г.: был генетический тип льда. К оптимальным с точки зрения количества обнаруженных взрослых тюленей, можно отнести серо-белые молодые и однолетние льды.
- Наиболее подходящие для щенки льдины – крупнобитые (2,2 тюленя/снимок) и обломки ледяных полей (4,6 тюленей/снимок) средней (6,5 тюленей/снимок) (возможно и сильной) торосистости с большой, двухбалльной заснеженностью (7,1 тюленей/снимок), большой сплочённостью и наличием большого числа небольших водных форм – трещин, узких разводьев, с возможностью для образования лунок.

- The most important factor which determined the choice of whelping patch place in March 2008 was the type of ice. Optimal types were young grey-white and one-year ice.
- The most appropriate ice-floes for whelping were small (178 seals per sq. km) and medium (330 seals per sq. km) floes. Optimal level of hummocky was medium (485 seals per sq. km), probably high. Optimal level of snow cover was high, 2 number (530 seals/sq. km), concentration of ice was also high. It was a lot of small water forms like breathing holes, strikes and thin lanes.

Разработанный нами методический подход позволяет формализовать описание ледовых условий во время щенки гренландского тюленя. Он требует доработки и адаптации самих условий съемки. Например, для получения большего количества кадров со льдом необходимо проводить более частую и регулярную съемку: не реже чем раз в 20 секунд (против 60 сек. в 2008 г.) независимо от наличия/отсутствия тюленей. Серьезным недостатком является отсутствие автоматизированной обработки снимков. Процесс обработки снимков очень трудо- и время-ёмкий. Многое зависит от оператора, который анализирует фотографии. Неизбежно возникает субъективизм.

We developed methods that allowed to formalize description of ice condition at harp seals' whelping patches. It still needs some adaptation and follow-on revision of aerial survey parameters. For example, shooting should be more frequent and regular (every 20 seconds vs every 60 seconds in 2008) regardless the presence or absence of seals. The significant weak point is lack of automatic analysis of pictures. The process of evaluating pictures takes a lot of time and effort. Also it is hard to make it impartial.

Таб. 1. Ледовые условия массивов снимков с тюленями, без тюленей  
*Table 1. Ice conditions of corpus of pictures with seal's presence/absence*

	Вода <i>Water</i>	Нилас <i>Nilas</i>	молодой лёд <i>Young ice</i>	Торосистость <i>Hummocky</i>	Заснеженность <i>Snow-cover</i>
с тюленями/ <i>seals presence</i>	0,05 0,	13	0,87	1,11	1,06
без тюленей/ <i>seals absence</i>	0,04 0,	25	0,74	0,41	0,86

	Торосистость (баллы) / <i>Hummocky (numbers)</i>		
	0 1		>1
Кол-во взрослых тюленей <i>Number of adult seals</i>	46 4	04	311
Кол-во снимков <i>Number of pictures</i>	24 11	0	48
Плотность (тюлени/снимок) <i>Density (seals per picture)</i>	1,92 3,	67	6,48

Таб. 2. Распределение плотностей тюленей на снимках в зависимости от торосистости льда  
*Table 2. Seals densities distribution relatively to hummocky*

	Площадь водной поверхности (в долях) <i>Water areas (in parts)</i>			
	0	0-0,05 0,	05-0,3 0,	35-1
Кол-во взрослых тюленей <i>Number of adult seals</i>	120 5	80	59	2
Кол-во снимков <i>Number of pictures</i>	44 11	8	18	2
Плотность (тюлени/снимок) <i>Density (seals per picture)</i>	2,73 4,	92	3,28 1,	00

Таб. 3. Распределение плотностей тюленей в зависимости от площадей водной поверхности (в долях) на снимках  
*Table 3. Seals densities distribution relatively to water areas (in parts) on the pictures*

#### Список использованных источников / References

- Номенклатура морских льдов. 1974. Условные обозначения для ледовых карт. Л.: Гидрометеоиздат, 76 с.  
[Nomenclature of sea ice. 1974. Notation conventions for ice maps. Hydrometeoizdat, Leningrad, 76 p.]  
Воронцова М.Н., Черноок В.И., Глазов Д.М., Филиппова А.В. 2008. Современные угрозы выживанию бело-

морской популяции гренландского тюленя. С. 586-592 в Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных работ. Одесса: Астропринт [Vorontsova M.N., Chernook V.I., Glazov D.M., Philippova A.V., Current threats to the survival of the harp seal (*Phoca groenlandica*) White sea population. Pp. 586-592 in Marine Mammals of the Holarctic. Collection of Scientific Papers. Odessa]

Спекман С.<sup>1</sup>, Черноок В.И.<sup>2</sup>, Берн Д.<sup>1</sup>, Удевиц М.<sup>3</sup>, Кочнев А.А.<sup>4</sup>, Васильев А.<sup>2</sup>, Джей Ч.<sup>3</sup>, Лисовский А.<sup>2</sup>, Фишбах Э.<sup>3</sup>, Бентер Б.<sup>1</sup>

### **Российско-американский авиаучет тихоокеанских моржей (*Odobenus rosmarus divergens*) в 2006 г.**

1. Служба рыбы и дикой природы, Анкоридж, Аляска, США
2. Научно-исследовательский институт «Гипрорыбфлот», Санкт-Петербург, Россия
3. Геологическая служба, Анкоридж, Аляска, США
4. Чукотский филиал ТИНРО-центра, Чукотка, Анадырь, Россия

---

Speckman S.<sup>1</sup>, Chernook V.I.<sup>2</sup>, Burn D.M.<sup>1</sup>, Udevitz M.<sup>3</sup>, Kochnev A.A.<sup>4</sup>, Vasilev A.<sup>2</sup>, Jey C.<sup>3</sup>, Lisovsky A.<sup>2</sup>, Fischbach A.<sup>3</sup>, Benter R.B.<sup>1</sup>

### **Russian-US aerial survey of Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens*) in 2006**

1. U.S. Fish and Wildlife Service, Anchorage, Alaska, USA
2. Scientific Research Institute "Giprorybflot", St. Petersburg, Russia
3. U.S. Geological Survey, Anchorage, Alaska, USA
4. Pacific Research Fisheries Center (TINRO), Chukotka Branch, Anadyr, Russia

В течение нескольких лет Служба управления ресурсами рыб и диких животных США (USFWS), Геологическая служба США (USGS), НИИ «Гипрорыбфлот» и Чукотский филиал ТИНРО-Центра (ЧукотТИНРО) проводили разработку и апробацию нового метода авиасъемки тихоокеанских моржей при помощи термосканирования (Вебер и Берн 2002, Черноок и др. 2006, Chernook et al. 2005, Burn et al. 2006, 2009, Jay et al. 2006, Udevitz et al. 2008). Целью учета являлась оценка размера популяции с достоверностью, достаточной для отслеживания дальнейшей динамики численности.

Авиаучет тихоокеанского моржа на льдах Берингова моря проводился с 4 по 24 апреля 2006 г. одновременно в акваториях США и России. Погодные условия позволили проводить съемку лишь в течение 9 дней на американской стороне и 10 - на российской. В период проведения авиаучета площадь ледового покрова в исследуемом районе (часть Берингова моря с глубинами менее 200 м и с наличием льдов) изменялась незначительно и составляла около 668000 км<sup>2</sup> (±8%).

Over the past several years, the U.S. Fish and Wildlife Service (US FWS), U. S. Geological Survey (USGS), «Giprorybflot» Research Institute, and the Chukotka Regional Branch of the Fisheries Research Institute (ChukotTINRO) developed and tested a new aerial survey methodology for Pacific walrus that involves application of thermal scanning (Вебер и Берн 2002, Черноок и др. 2006, Chernook et al. 2005, Burn et al. 2006, 2009, Jay et al. 2006, Udevitz et al. 2008). The goal of the survey was to obtain an estimate of Pacific walrus population size with sufficient precision for future assessment of population trends.

The Pacific walrus aerial survey on the sea ice of the Bering Sea was conducted concurrently in US and Russian waters from April 4 through April 24 of 2006. Due to weather conditions, aerial surveying was possible only during 9 days on the US side and 10 days on the Russian side. The total area of ice cover in the study area (ice covered portion of the Bering Sea with depths less than 200 m) varied slightly, and was approximately 668,000 km<sup>2</sup> (±8%).