

УДК: 599.51

DOI: 10.35595/2414-9179-2024-1-30-66-79

Е. А. Криксунов¹, С. В. Чистов², А. Р. Аляутдинов³, А. Е. Бобырев⁴, Д. Г. Ковзель⁵,
В. А. Гриценко⁶, М. Ю. Фершалов⁷

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРЫХ КИТОВ В ПИЛЬТУНСКОМ НАГУЛЬНОМ РАЙОНЕ С УЧЕТОМ ДАННЫХ АКУСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

АННОТАЦИЯ

Систематические исследования западной (охотско-корейской) популяции серого кита, занесенного в Красную книгу Российской Федерации, проводятся с 1997 г. С начала 2000-х гг. эти исследования носят мониторинговый характер и обеспечиваются группой нефтедобывающих компаний, ведущих активную деятельность на шельфе Сахалина. К настоящему времени накоплен большой объем сведений, относящихся к различным сторонам жизни серого кита. Получены оценки численности популяции серого кита, изучен ее размерный и половой состав, а также пищевое и миграционное поведение этих животных у берегов Сахалина. Ранее нами были проанализированы материалы мониторинга, относящихся к 2001–2012 гг. Прделанная работа ставила целью оценить пространственную сопряженность в динамике распределения серых китов и их кормовых объектов. Был создан ГИС-проект, с помощью которого апробированы и реализованы подходы к оценке пространственного соответствия элементов системы «киты – бентос». Проведенный анализ показал, что наиболее привлекательными для китов являются лежащие на малых глубинах обширные поля с высокой, относительно равномерно распределенной, биомассой амфипод. К району нагула кита примыкают участки, на которых установлены нефтедобывающие платформы и элементы транспортной системы углеводородов. Деятельность инженерных систем может оказывать негативное воздействие на животных, дезориентировать их, отпугивать, нарушать коммуникации и даже приводить к физическому повреждению. Данные постоянного акустического мониторинга были включены в созданную ранее ГИС для оценки влияния производственного шума на поведение китов. Полученные результаты не позволяют считать акустическое воздействие значимым фактором, влияющим на пространственное распределение нагуливающейся популяции кита в Пильтунском районе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: серые киты, акустический мониторинг, шельф северо-востока о. Сахалин, пространственные сопряжения, картографическое моделирование

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, биологический факультет, ул. Колмогорова, д. 1-12, Москва, Россия, 119234, *e-mail:* kriksunov@mail.ru

² Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991, *e-mail:* svchistov@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991, *e-mail:* alik@geogr.msu.ru

⁴ Институт проблем экологии и эволюции (ИПЭЭ РАН) им А. Н. Северцова, Ленинский пр-т, д. 33, Москва, Россия, 119071, *e-mail:* abobyrev@mail.ru

⁵ Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева, ул. Балтийская, д. 43, Владивосток, Приморский Край, Россия, 690041, *e-mail:* mfershalov@poi.dvo.ru

⁶ Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева, ул. Балтийская, д. 43, Владивосток, Приморский Край, Россия, 690041, *e-mail:* mfershalov@poi.dvo.ru

⁷ Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева, ул. Балтийская, д. 43, Владивосток, Приморский Край, Россия, 690041, *e-mail:* mfershalov@poi.dvo.ru

**Evgeny A. Kriksunov¹, Sergey V. Chistov², Ali R. Alyautdinov³, Alexander E. Bobyrev⁴,
Dmitry G. Kovzel⁵, Vladimir A. Gritsenko⁶, Mikhail Yu. Fershalov⁷**

SPATIAL DISTRIBUTION OF GRAY WHALES IN THE PILTUN FEEDING AREA TAKING INTO ACCOUNT ACOUSTIC MONITORING DATA

ABSTRACT

Systematic studies of the western (Okhotsk-Korean) population of the Gray Whale, listed in the Red Book of the Russian Federation, have been carried out since 1997. Since the early 2000s, these studies have been of a monitoring nature and are carried out by a group of oil producing companies active on the Sakhalin shelf. To date, a large amount of information has been accumulated relating to various aspects of the life of the gray whale. Estimates of the population size of the gray whale were obtained, its size and sex composition was studied, as well as the feeding and migratory behavior of these animals off the coast of Sakhalin. Previously, we analyzed monitoring materials relating to 2001–2012. The work done was aimed at assessing the spatial contingency in the dynamics of the distribution of gray whales and their food items. A GIS project was created, with the help of which approaches to assessing the spatial correspondence of elements of the whales-benthos system were tested and implemented. The analysis showed that the most attractive for whales are vast fields lying at shallow depths with a high, relatively evenly distributed amphipod biomass. The whale feeding area is adjacent to areas where oil production platforms and elements of the hydrocarbon transport system are installed. The activities of engineering systems can have a negative impact on animals, disorient them, scare them away, disrupt communications and even lead to physical damage. Continuous acoustic monitoring data was included in a previously created GIS to assess the impact of industrial noise on whale behavior. The results obtained do not allow us to consider acoustic impact as a significant factor influencing the spatial distribution of the feeding gray whale population in the Piltun area.

KEYWORDS: gray whale, acoustic monitoring, shelf of the northeast of Sakhalin Island, spatial connections, geoprocessing cartography

ВВЕДЕНИЕ

Серый кит охотско-корейской (или западной) популяции занесен в V категорию Красной книги Российской Федерации, а по критериям МСОП принадлежит к видам, находящимся под угрозой исчезновения. В исторические времена эта популяция насчитывала несколько тысяч особей [Yablokov, Bogoslovskaya, 1984], но из-за интенсивного и нерегулируемого промысла ее численность сократилась настолько, что к началу 1970-х гг.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, 1-12, Kolmogorova str., Moscow, 119991, Russia, *e-mail*: kriksunov@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, *e-mail*: svchistov@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, *e-mail*: alik@geogr.msu.ru

⁴ Institute of Ecology and Evolution A. N. Severtsov, 33, Leninsky ave., Moscow, 119071, Russia, *e-mail*: abobyrev@mail.ru

⁵ V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, 43, Baltiyskaya str., Vladivostok, Primorsky Kray, 690041, Russia, *e-mail*: mfershalov@poi.dvo.ru

⁶ V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, 43, Baltiyskaya str., Vladivostok, Primorsky Kray, 690041, Russia, *e-mail*: mfershalov@poi.dvo.ru

⁷ V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, 43, Baltiyskaya str., Vladivostok, Primorsky Kray, 690041, Russia, *e-mail*: mfershalov@poi.dvo.ru

она была сочтена исчезнувшей [Bowen, 1974]. Дальнейшие наблюдения показали, что популяция продолжает существовать как небольшая остаточная группа, численность которой в настоящее время оценивается величиной порядка 150 особей [Тюрнева и др., 2019]. С начала 2000-х гг. проводятся интенсивные мониторинговые исследования этой популяции, обеспечиваемые группой компаний, ведущих нефтедобывающую деятельность на шельфе Сахалина.

В годы больших подходов (встречаемости) китов в их кормодобывающей деятельности и формировании зон повышенной встречаемости возрастает значение участков с высокой плотностью равноногих раков [Будникова, Бузруков, 2003; Ильяшенко, 2012; Блохин, Литовка, 2014; Lang et al., 2011].

Основной участок нагула, где киты проводят летне-осенний сезон, имеет весьма компактные размеры. Он представляет собой узкую (до глубин не более 50 м) вдольбереговую акваторию протяженностью около 100 км, расположенную на северо-востоке о. Сахалин [Ильяшенко, 2012; Рутенко, Соснин, 2014], в районе залива Пильтун.

Этот Пильтунский район нагула особенно богат кормовым бентосом, составляющим основу пищи серого кита — амфиподами, изоподами, моллюсками и червями. В этом же районе находятся нефтедобывающие платформы и другие элементы производственной инфраструктуры, деятельность которой может нарушать условия нагула китов. В настоящей работе сделана попытка оценки влияния производственного шума на характер пространственного распределения нагуливающейся группировки серого кита. Исследование проведено на основе включения в математико-картографический анализ данных ученых съемок по встречаемости китов, распределения их пищевых объектов и данных акустического мониторинга, ведущегося на площади нагула этих животных.

Общая схема исследования пространственно-временных особенностей встречаемости китов с учетом наличия корма и воздействий различных шумов представлена на рис. 1.

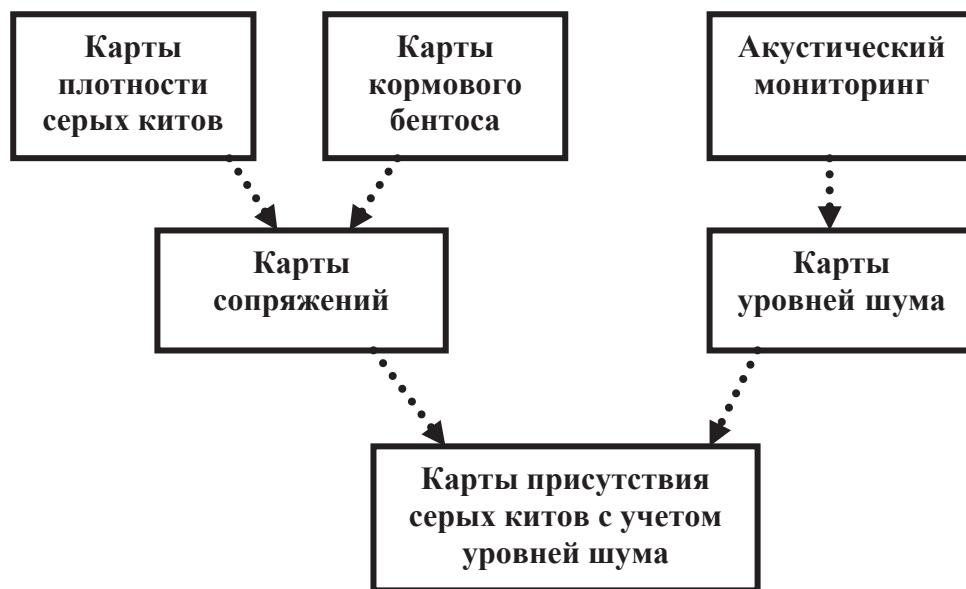


Рис. 1. Этапы картографического исследования факторов, влияющих на пространственное распределение серых китов
Fig. 1. Stages of cartographic research of factors influencing the spatial distribution of gray whales

Проведенная ранее работа с материалами мониторинга по оценке встречаемости китов и распределению и кормовых объектов (относящихся к 2001–2012 гг.) ставила целью анализ пространственной сопряженности в динамике распределения серых китов и их кормовых объектов. Ее итогом явилось создание ГИС-проекта, в котором разработаны и реализованы различные варианты учета степени пространственного соответствия друг другу элементов системы «киты – бентос» [Kriksunov et al., 2016]. Анализ динамики пространственных сопряжений (пространственных связей) позволил установить, что наиболее привлекательными для китов являются лежащие на малых глубинах обширные поля с высокой, относительно равномерно распределенной биомассой амфипод, где формируются зоны повышенной встречаемости китов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценки интенсивности шума

В основу анализа влияния шума на пространственно-временную динамику нагуливающейся группировки китов положены материалы акустического мониторинга (2002–2012 гг.), ведущегося на стационарных станциях в акватории Пильтунского района нагула [Рутенко, Гриценко, 2010; Borisov et al., 2008; Bradford et al., 2008; Rutenko et al., 2012], а также полученные ранее картографические оценки пространственного распределения животных [Kriksunov et al., 2016]. Число станций акустического мониторинга [Borisov et al., 2008; Rutenko et al., 2012], схема их расположения, характеристики размещения и глубины представлены в табл. 1 и на рис. 2. Картографические оценки пространственного распределения китов разделены на месячные интервалы (августа и сентября), что соответствует данным полевых учетов.

Табл. 1. Характеристики станций акустического мониторинга
Table 1. Characteristics of acoustic monitoring stations

Станция		Широта	Долгота	Глубина
Orlan	Орлан	52°21'36" N	143°35'00" E	32 m
Piltun-S	Пильтун-Ю	52°40'51" N	143°22'34" E	13 m
Piltun	Пильтун	52°49'18" N	143°24'54" E	20 m
PA-B-10	ПА-Б-10	52°53'2.1" N	143°20'10.6" E	10 m
PA-B-20	ПА-Б-20	52°54'00" N	143°23'20.5" E	20 m
Odoptu-PA-B	Одопту-ПА-Б	53°00'00" N	143°21'18" E	20 m
Odoptu-S-10	Одопту-Ю-10	53°03'42" N	143°18'18" E	10 m
Odoptu-S-20	Одопту-Ю-20	53°03'42" N	143°19'58" E	20 m
Odoptu-N-10	Одопту-С-10	53°09'06" N	143°17'24" E	10 m
Odoptu-N-20	Одопту-С-20	53°09'06" N	143°18'42" E	20 m
Control	Контрольная	53°25'57" N	143°11'06" E	20 m
Molikpaq	Моликпак	52°45'52" N	143°26'38" E	24 m

Обобщенные показатели акустической нагрузки представлены в форме интегральных оценок уровня шума для последовательных интервалов времени продолжительностью 10 суток. Средние арифметические значения SPL_{rms} получены специалистами группы акустического мониторинга на основе следующего подхода.



Рис. 2. Положение станций акустического мониторинга в Пилтунском нагульном районе

Fig. 2. Position of acoustic monitoring stations in the Piltun feeding area

При первичном спектральном анализе акустических измерений вариаций акустического давления $p(t)$ в частотном диапазоне 2–15 000 Гц по последовательным 1-секундным реализациям рассчитаны значения периодограмм $G(f)$, которые затем приведены к абсолютным значениям в $\text{мкПа}^2/\text{Гц}$. В результате усреднения полученных значений периодограмм по 60 последовательным реализациям (за 1 мин) рассчитана оценка спектра акустических шумов, измеренных за 1 мин, $\hat{G}(f)$, т. е. определено значение спектральной плотности мощности вариаций $p(t)$ в полосе 1 Гц. После этого проведено интегрирование в разных частотных диапазонах и соответственно определены значения дисперсии $D(\Delta f)$ измеренных акустических шумов в частотном диапазоне $\Delta f = 20\text{--}5\,000$ Гц.

При оперировании с дБ уровень дисперсии совпадает с уровнем rms акустического шума в заданном диапазоне Δf , в дБ. Таким образом, значение SPL_{rms} (20–5000 Hz), полученное на временном интервале 60 сек, является первым дискретным значением для оценки акустических шумов в данной точке мониторинга. Далее найдены соответствующие дискретные значения для 24 часов, 10 суток, 1 месяца и 2 месяцев и т. д.

На рис. 3 представлен фрагмент данных, характеризующих динамику суточных уровней шума в августе и сентябре 2009 г., рассчитанных для двух стационарных станций акустического мониторинга — Odoptu-N-10 и Odoptu-N-20.

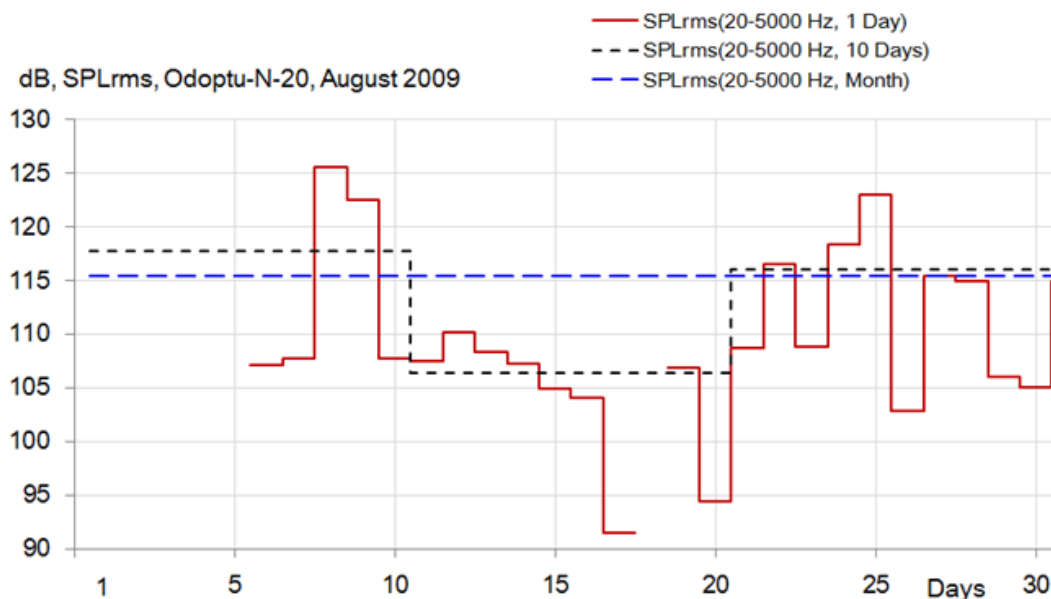


Рис. 3. Фрагмент данных о суточных уровнях шума в августе 2009 г. для станции мониторинга Odoptu-N-20

Fig. 3. Fragment of data on daily levels of acoustic noise in August 2009 for monitoring station Odoptu-N-20

Варианты картографического анализа

На этапе предварительного анализа, имеющего целью отработку методики, проведена картографическая оценка влияния шума на особенности пространственно-временной динамики серых китов в 2009 и 2010 гг. В ходе анализа в качестве показателя акустической нагрузки использованы дискретные среднемесячные оценки акустических шумов, разделенные на интервалы: <110 дБ; 110–120 дБ; >120 дБ.

Картографические результаты экспериментов представлены на рис. 4 и 4а, где на фоне карт пространственных сопряжений между численностью китов и обилием кормовых организмов (всего 9 типов сопряжений, представляющих возможные комбинации низкой, средней и высокой численности китов и, соответственно, низкого, среднего и высокого обилия кормовых организмов) кружками различного тона показаны осредненные по месяцам три типа шумовых воздействий (плотность цвета в значке соответствует уровню шума).

Как видно из рис. 4 и 4а, представление данных картографического анализа в детализированной форме, учитывающей различные уровни пространственного сопряжения в системах «киты – кормовой бентос», создает значительные трудности для интерпретации

полученных результатов. По этой причине решено ограничить детализацию представления результатов за счет использования в процедуре оверлея следующих карт:

- 1) карты ареала встречаемости китов (без учета повторности регистраций);
- 2) картографической модели распределения кормового бентоса с градациями плотности <math><40; 40-60; >60 \text{ г/м}^2</math>;
- 3) карты станций акустического мониторинга с диаграммами, передающими зарегистрированный уровень шума.

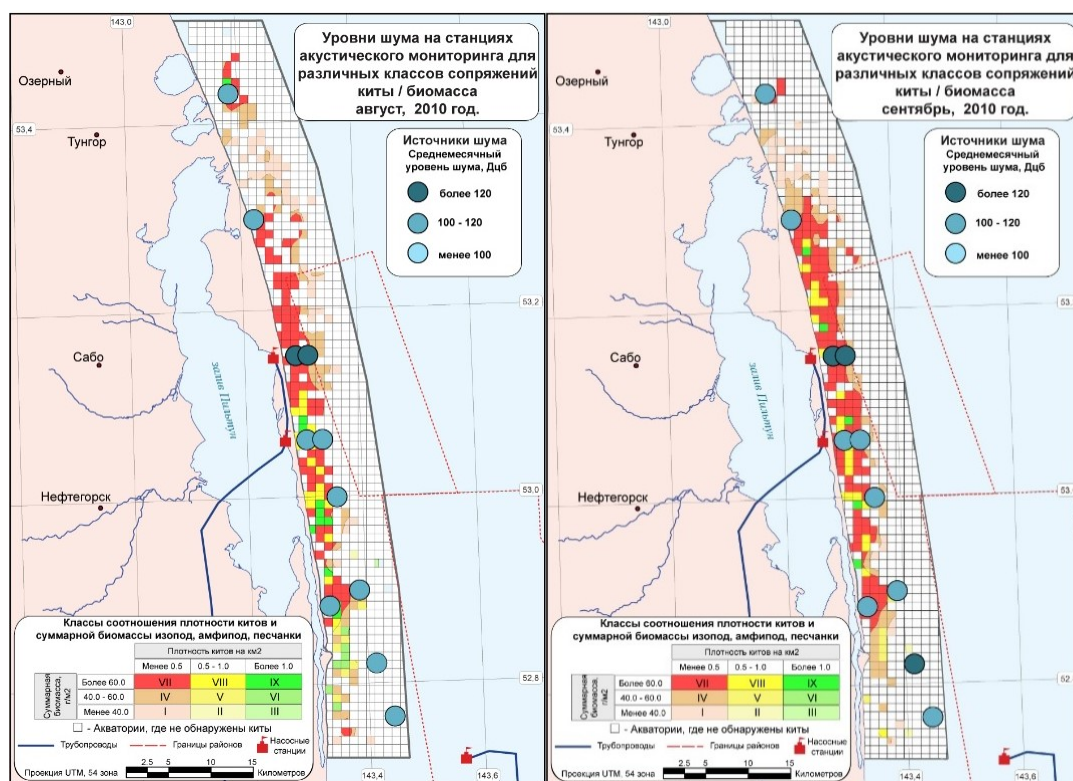


Рис. 4. Акустические станции на картах, в которых цветом переданы уровни сопряжения в пространственном положении китов и их кормовых организмов
 Fig. 4. Acoustic stations on maps in which communication levels in the spatial position of whales and their food organisms are shown in color

Классы соотношения плотности китов и суммарной биомассы изопод и амфипод				
		Плотность китов на км ²		
		Менее 0.09	0.09 - 0.30	Более 0.30
Суммарная биомасса, г/м ²	Более 7.5	VII	VIII	IX
	3.1 - 7.5	IV	V	VI
	Менее 3.1	I	II	III

□ Акватории с отсутствием данных о китах

Рис. 4а. Стандартные условные обозначения к картам пространственных сопряжений плотности китов и суммарной биомассы их кормовых видов (на примере 2008 г.)
 Fig. 4a. Standard symbols for maps of spatial correlations of whale density and total biomass of their forage species (using the example of 2008)

Для картографического отображения уровня шума использованы данные регистраций на станциях акустического мониторинга, которые приводят к следующему распределению значений SPLrms (рис. 5).

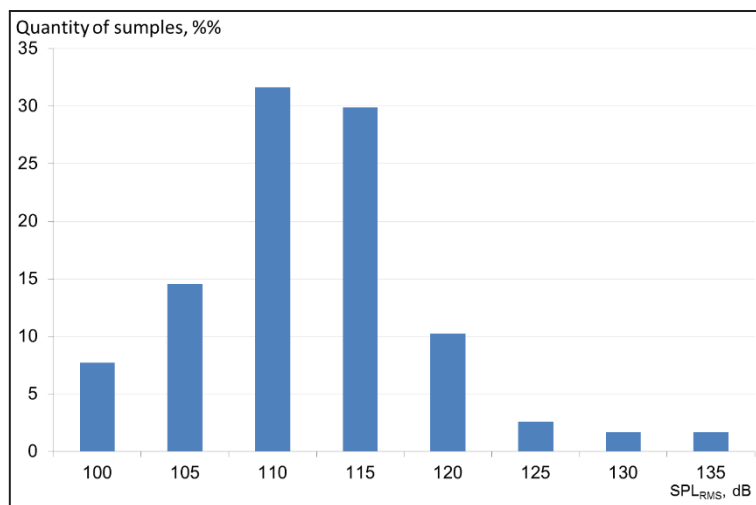


Рис. 5. Гистограмма встречаемости уровней шума за период наблюдений
Fig. 5. Histogram of the occurrence of noise levels during the observation period

Результаты статистической обработки распределения дают следующие оценочные категории уровня шума: <105; 105–115; >115 дБ. Соответствующие уровни отображены на серии карт за различные годы мониторинга по стандартной легенде с помощью разделенных на сектора круговых диаграмм, относящихся к каждой станции акустического мониторинга (рис. 6 и 6а). Цвет каждого сектора отражает тот или иной уровень шума, а площадь сектора — его относительную продолжительность в течение периода регистрации (табл. 2).

Табл. 2. Данные для расчета параметров круговых диаграмм (на примере августа 2009 г.)
Table 2. Data for calculating pie chart parameters (using the example of August 2009)

Акустические станции	Доля (%) интервала уровней шума для соответствующих станций мониторинга (август 2009)		
	<105 дБ	105–115 дБ	>115 дБ
Control	75	12.5	12.5
A10	79	10.5	10.5
A9	67	25	8
Odoptu PA-B	86	0	14
Odoptu N-10	6	67	27
Odoptu N-20	16	52	32
Odoptu S-10	77	17	6
Odoptu S-20	52	29	19
PA-B-10	81	0	19
PA-B-20	28	62	10
Piltun	13	83	4
Molikpaq	0	29	71
Piltun-S	67	26	7
Orlan	67	33	0

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате получена серия карт (рис. 6, на примере фрагмента южной части исследуемой акватории в 2010 г.), на которых отражены конкретные ситуации, характерные для августа и сентября каждого года. Всего составлено 22 экземпляра таких карт, по одному на конец лета и начало осени каждого года исследования.

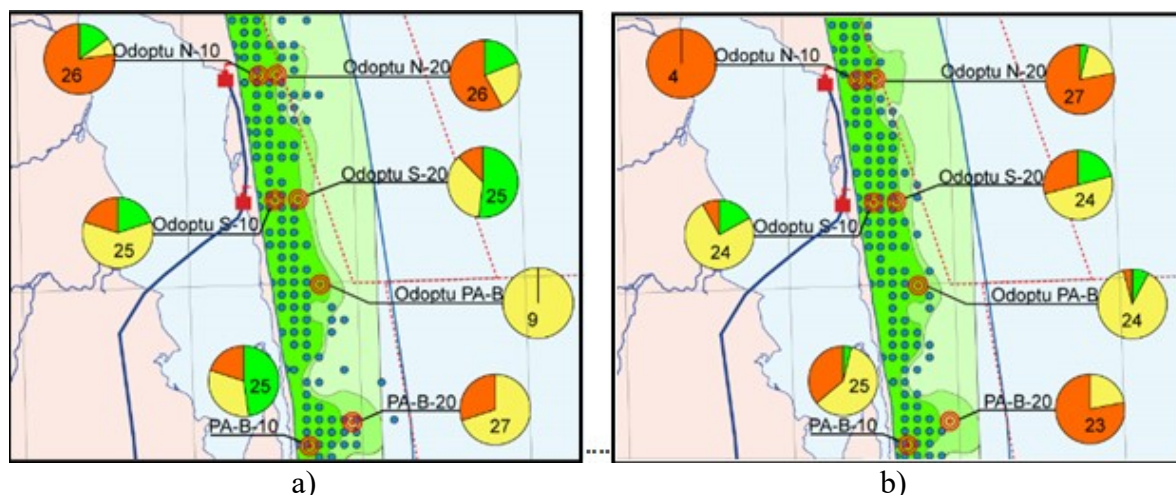


Рис. 6. Фрагмент карты, демонстрирующей уровень акустического воздействия, распределение китов и их кормовых организмов в августе (а) и сентябре (б) 2010 г.

Fig. 6. Fragment of a map showing the level of acoustic impact, the distribution of whales and their food organisms in August (a) and September (b) of 2010

В легендах (рис. 6а) отражаются конкретные результаты совмещения точек встречаемости китов, плотности распределения кормового бентоса и данные регистрации уровня шума на станциях акустического мониторинга в период с 2002 по 2012 гг.

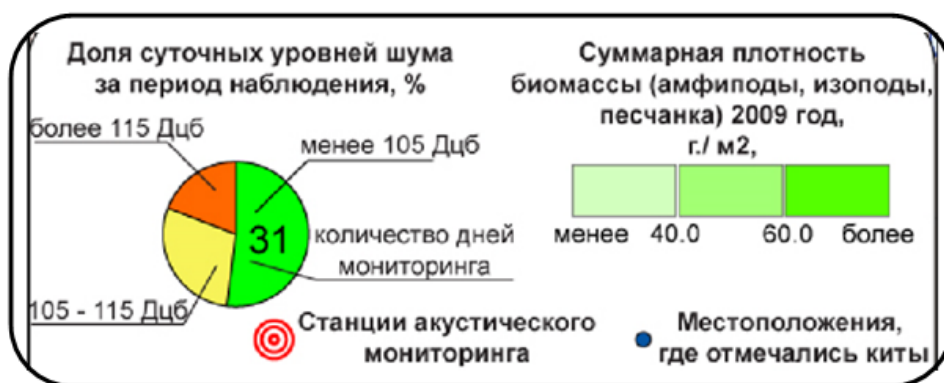


Рис. 6а. Схема условных обозначений к серии карт, показывающих акустическую нагрузку, регистрируемую станциями мониторинга в различные годы

Fig. 6a. Legend diagram for a series of maps showing acoustic forcing recorded by monitoring stations during the study period

Именно в соответствии с концепцией этой легенды построена серия итоговых карт на весь период настоящего исследования. Все карты отражают результаты совмещения ареалов встречаемости китов, плотности распределения кормового бентоса и данные регистрации уровня шума на станциях акустического мониторинга.

В первую очередь обращает на себя внимание заметные от августа к сентябрю изменения ареала регистрации китов в отдельные годы. Эти изменения наиболее отчетливо проявляются в 2005, 2007, 2008 и 2009 гг., для которых характерна мозаичная картина распределения кормового бентоса или его локализация на относительно небольших участках Пильгунского района.

К годам с высоким уровнем шума можно отнести 2004 г. (сентябрь) и 2005 г. (август), 2006 г. (август), 2007 г. (август), 2010 г. (август и сентябрь). Так, в сентябре 2004 г. зарегистрирован повышенный уровень шума на станциях «Одопту север 10», «Одопту север 20», что, однако, не отразилось на изменениях числа встреченных китов в зонах, находящихся в окрестностях этих станций.

В 2005 г. в августе зарегистрированы достаточно высокие уровни шума на станциях «РА В 20», «Пильтун». К сентябрю интенсивность шума на этих участках снизилась. Это также не привело к изменениям области регистрации китов.

В августе 2006 г. участки регистрации китов совпали с положением акустических станций «РА В 20, Пильтун» и соседних с ними, регистрирующих максимальный уровень шума. В сентябре уровень шума на этих участках снизился. Интересно, что одновременно с этим на прилегающих участках произошло снижение встречаемости китов, т. е. киты отреагировали на снижение шума уходом из района. Близкая картина характерна для 2007 г.

В серии «шумных лет» особо выделяется 2010 г. с длительными августовскими и столь же длительными сентябрьскими регистрациями шумов, превышающих уровень 115 дБ. В этом году от августа к сентябрю существенно повысился уровень шума, зарегистрированный на всех акустических станциях, лежащих к югу от станции «Одопту Север 10». Однако конфигурация области регистрации китов практически не изменилась. Таким образом, исходя из сопоставления положения акустических станций, регистрирующих максимальные уровни шума, и встречаемости китов на прилегающих к станциям участках, можно заключить, что накопленные к настоящему времени данные не дают оснований для отнесения шума к сколько-нибудь заметным факторам, влияющим на распределение серых китов.

Как уже было отмечено, гораздо большее влияние на конфигурацию области встречаемости китов оказывают межгодовые изменения обилия и распределения кормового бентоса. Экстремальными в этом отношении можно считать 2008, 2009, 2011 гг., в меньшей степени 2006, 2007 гг. Так, в 2008 г. зона распространения кормового бентоса с высокими показателями плотности (>60 г/м²) протягивалась узкой полосой вдоль мелководий, примыкающих к местам расположения основных акустических станций [Kriksunov et al., 2016]. В августе этого года область встречаемости серых китов практически полностью совпала с богатыми кормом участками акватории. В сентябре единичные встречи китов отмечены за пределами этих участков, видимо, из-за общего повышения численности нагуливающийся группировки, о чем свидетельствует более высокое количество регистраций животных в этом месяце. В 2009 г. произошло экстремальное сокращение акваторий, богатых кормовых бентосом. Меридиональная протяженность их зоны сократилась до нескольких десятков километров. В 2011 г. картина распределения бентоса почти полностью повторяла ситуацию 2009 г., за исключением южной части района, где сформировалась дополнительная небольшая зона высокой плотности бентоса.

В целом, хорошее совпадение области регистрации китов с зонами высокой плотности кормового бентоса наблюдается в годы, когда зоны распространения высококормных участков сливаются в единую, однородную область, занимающую часть Пильгунского района нагула. К таким годам относятся: 2003, 2004, 2008, 2010, 2012 гг. И наоборот, пространственная сопряженность в системе «киты – корм» нарушается, когда

распределение корма становится неоднородным, мозаичным, разделенным на отдельные сравнительно небольшие участки.

Разработанная ГИС-система позволила получить статистики, которые с определенной степенью приближения могут рассматриваться как площадные оценки акваторий распространения китов в зонах с различной плотностью бентоса. Они представляют собой суммарные площади стандартных километровых ячеек, в пределах которых регистрируется присутствие животных.

На графиках (рис. 7) представлена годовая динамика площадей регистрации китов по зонам, различающимся обилием кормового бентоса, отдельно для августа (верхний рисунок) и сентября (нижний рисунок) 11-летнего периода наблюдений. Прослеживается четкая закономерность: наибольшая площадь занятых китами участков приходится на зону с максимальной плотностью кормового бентоса. Соответствующая этому верхняя кривая располагается над двумя другими кривыми, соответствующими районам средней и низкой кормности. Иными словами, киты чаще всего регистрируются в акваториях с большой биомассой бентоса.

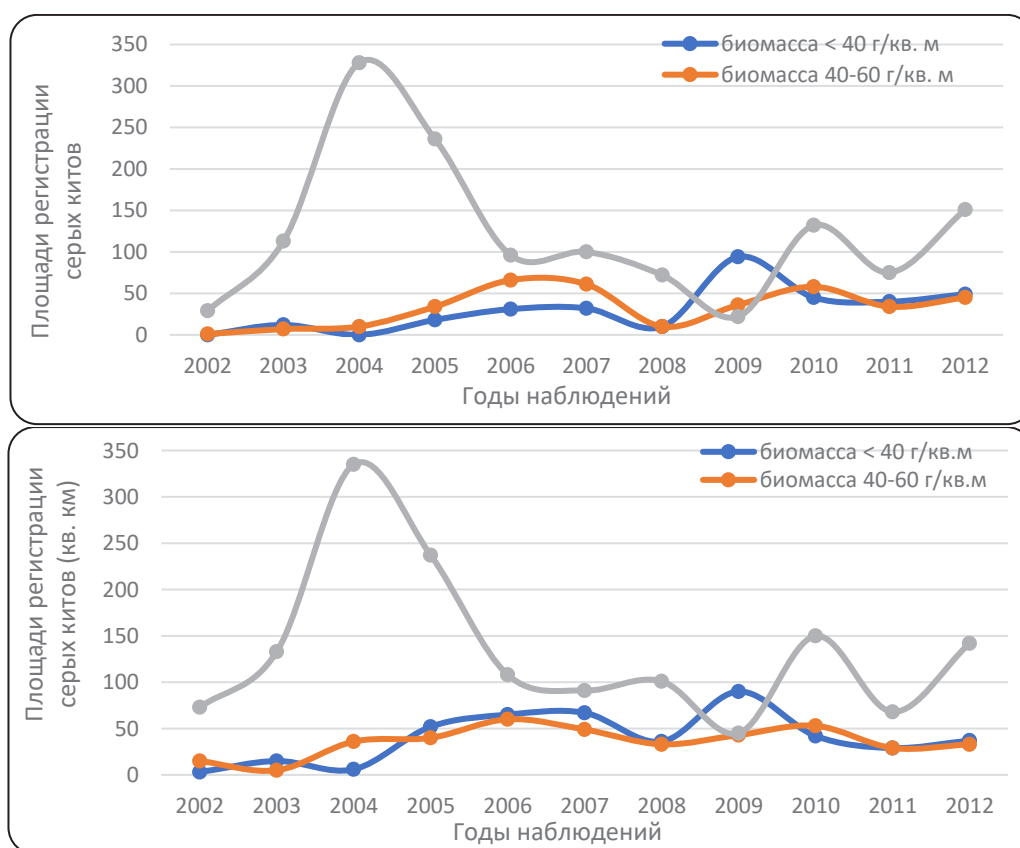


Рис. 7. Площади участков с разной концентрацией кормовых организмов, занятые китами в исследуемый период

Fig. 7. The size of areas with different concentrations of food organisms occupied by whales during the study period

Обращает на себя внимание и то, что линии графика, соответствующие площадям распространения китов в зонах средней и низкой плотности корма, имеют очень малые различия. Это может означать, что принятые в качестве характеристики «средней» и «низкой» плотности корма градации бентоса китами практически не различаются.

ВЫВОДЫ

Накопленная с 2002 по 2012 гг. статистика по встречаемости китов Пильтунского района в зонах с различным уровнем шума говорит об отсутствии ожидаемой простой зависимости между интенсивностью акустического фона и динамикой пространственного распределения нагуливающейся группировки.

Не исключено, что более определенные результаты могут быть получены за счет анализа отдельных видов работ, когда возникающий от них шум (например, при рытье траншей) одновременно сопровождается изменениями условий питания животных (например, за счет разрушения донных биоценозов).

В серии лет мониторинга наиболее «шумным» является 2010 г. В августе и сентябре этого года акустические станции, установленные на участках нагула серого кита, зарегистрировали шумы, уровень которых превышал 115 дБ. Картографическое сопоставление учетных данных по встречаемости серых китов в летние месяцы 2010 г. не выявило влияние шума на ареал нагула этих животных.

В результатах анализа прослеживается влияние на ареал встречаемости китов межгодовых изменений обилия и распределения кормового бентоса. Сопоставление площадных оценок ареалов регистрации китов, расположенных в зонах с различным обилием кормового бентоса (менее 40, 40–60 и более 60 г/м²), демонстрирует следующую закономерность: наибольшая площадь занятых китами участков приходится на зону с максимальной плотностью кормового бентоса.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность всем российским и иностранным исследователям, принимавшим участие в мониторинге популяции серого кита и его кормового ресурса в Пильтунском лицензионном районе. Особую благодарность выражаем специалистам Тихоокеанского океанологического института и компании Экссон нефтегаз лимитед, предоставившей необходимые материалы и поддержку в выполнении данного исследования.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express gratitude to all Russian and foreign researchers who took part in monitoring the gray whale population and its food resource in the Piltun license area. We express special gratitude to the specialists of the Pacific Oceanological Institute and Exxon Neftegaz Limited, who provided the necessary materials and support in carrying out this research.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Блохин С. А., Литовка Д. И.* Серый кит Дальнего Востока России: история открытия, изучения и добычи. Известия ТИНРО, 2014. Т. 179. С. 65–80.
- Будникова Л. Л., Бузруков Р. Г.* Состав и распределение амфипод (Amphipoda: Gammaridea, Caprellidea) на шельфе и верхней части склона восточного Сахалина. Известия ТИНРО, 2003. Т. 135. С. 197–220.
- Ильяшенко В. Ю.* Серый кит (*Eschrichtius robustus*, Lilljeborg, 1861) восстанавливает естественноисторический ареал. Сборник научных трудов по материалам VII Международной конференции «Морские млекопитающие Голарктики», 2012. С. 269–272.
- Рутенко А. Н., Гриценко В. А.* Мониторинг антропогенных акустических шумов на шельфе о. Сахалин. Акустический журнал, 2010. Т. 56. № 1. С. 77–81.
- Рутенко А. Н., Соснин В. А.* Гидродинамические процессы на шельфе о. Сахалин в прибрежном Пильтунском районе кормления серых китов и их связь с атмосферной циркуляцией. Метеорология и гидрология, 2014. № 5. С. 74–93.

Тюрнева О. Ю., Яковлев Ю. М., Вертянкин В. В., Ван Дер Вольв П., Скотт М. Д. Краткие результаты долгосрочных исследований по фотоидентификации серых китов (*Eschrichtius robustus*) у северо-восточного побережья острова Сахалин. Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов по материалам X международной конференции, посвященной памяти А. В. Яблокова, Архангельск, 29 октября – 02 ноября 2018 г. М.: РОО «Совет по морским млекопитающим», 2019. Т. 1. С. 332–343.

Borisov S. V., Kovzel D. G., Rutenko A. N., Ushchipovskii V. G. A Self-Contained Hydroacoustic Station with Radio Channel for Acoustic Measurements on the Shelf. *Instruments and Experimental Techniques*, 2008. V. 51. No. 5. P. 762–767.

Bowen S. L. Probable Extinction of the Korean Stock of the Gray Whale (*Eschrichtius robustus*). *Journal of Mammalogy*, 1974. V. 55. Iss. 1. P. 208–209.

Bradford A. L., Weller D. W., Wade P. R., Burdin A. M., Brownell R. L. Jr. Population abundance and growth rate of western gray whales *Eschrichtius robustus*. *Endangered Species Research*, 2008. V. 6. P. 1–14.

Kriksunov Ye., Alyautdinov A., Bobyrev A., Chistov S. Study of associativity between the spatial distributions of gray whales and their prey species offshore north-east coast of Sakhalin Island. *Regional Studies in Marine Science*, 2016. V. 8. No. 3. P. 466–479.

Lang A. R., Weller D. W., Taylor B. L., LeDuc R. G., Calambokidis J., Burdin A. M., Pease V. L., Klimek A., Scordino J., Robertson K., Litovka D., Burkanov V., Gearin P., Jacobsen J., Craig G. J., Bruce M., Brownell R. L. Jr. Genetic analysis of gray whales in the eastern and western North Pacific. *Abstr. 19th Bien. Conf. on the Biol. of Marine Mammals*. Tampa, FL, 27 Nov – 02 Dec 2011. P. 170.

Rutenko A. N., Borovoi D. I., Gritsenko V. A., Petrov P. S., Ushchipovskii V. G., Boekholt M. Monitoring the Acoustic Field of Seismic Survey Pulses in the Near Coastal Zone. *Acoustical Physics*, 2012. V. 58. No. 3. P. 326–338.

Yablokov A. V., Bogoslovskaya L. S. A review of Russian research on the biology and commercial whaling of the gray whale. *The Gray Whale, Eschrichtius Robustus*. Orlando, FL: Academic Press Inc., 1984. P. 465–485.

REFERENCES

Blokhin S. A., Litovka D. I. Gray whale of the Russian Far East: history of discovery, study and production. *Izvestiya TINRO*, 2014. V. 179. P. 65–80 (in Russian).

Borisov S. V., Kovzel D. G., Rutenko A. N., Ushchipovskii V. G. A Self-Contained Hydroacoustic Station with Radio Channel for Acoustic Measurements on the Shelf. *Instruments and Experimental Techniques*, 2008. V. 51. No. 5. P. 762–767.

Bowen S. L. Probable Extinction of the Korean Stock of the Gray Whale (*Eschrichtius robustus*). *Journal of Mammalogy*, 1974. V. 55. Iss. 1. P. 208–209.

Bradford A. L., Weller D. W., Wade P. R., Burdin A. M., Brownell R. L. Jr. Population abundance and growth rate of western gray whales *Eschrichtius robustus*. *Endangered Species Research*, 2008. V. 6. P. 1–14.

Budnikova L. L., Buzrukov R. G. Composition and distribution of amphipods (Amphipoda: Gammaridea, Caprellidea) on the shelf and upper part of the slope of eastern Sakhalin. *Izvestiya TINRO*, 2003. V. 135. P. 197–220 (in Russian).

Ilyashenko V. Yu. The gray whale (*Eschrichtius robustus*, Lillijeborg, 1861) restores its natural historical habitat. *Proceedings of the VII International Conference “Marine mammals of the Holarctic”*, 2012. P. 269–272 (in Russian).

Kriksunov Ye., Alyautdinov A., Bobyrev A., Chistov S. Study of associativity between the spatial distributions of gray whales and their prey species offshore north-east coast of Sakhalin Island. *Regional Studies in Marine Science*, 2016. V. 8. No. 3. P. 466–479.

Lang A. R., Weller D. W., Taylor B. L., LeDuc R. G., Calambokidis J., Burdin A. M., Pease V. L., Klimek A., Scordino J., Robertson K., Litovka D., Burkanov V., Gearin P., Jacobsen J., Craig G. J., Bruce M., Brownell R. L. Jr. Genetic analysis of gray whales in the eastern and western North Pacific. *Abstr. 19th Bien. Conf. on the Biol. of Marine Mammals*. Tampa, FL, 27 Nov – 02 Dec 2011. P. 170.

Rutenko A. N., Borovoi D. I., Gritsenko V. A., Petrov P. S., Ushchipovskii V. G., Boekholt M. Monitoring the Acoustic Field of Seismic Survey Pulses in the Near Coastal Zone. *Acoustical Physics*, 2012. V. 58. No. 3. P. 326–338.

Rutenko A. N., Gritsenko V. A. Monitoring of anthropogenic acoustic noise on the shelf of the island. *Sakhalin. Akusticheskij Zhurnal (Acoustic Journal)*, 2010. V. 56. No. 1. P. 77–81 (in Russian).

Rutenko A. N., Sosnin V. A. Hydrodynamic processes on the shelf of the island. Sakhalin in the coastal Piltun feeding area of gray whales and their relationship with atmospheric circulation. *Russian Meteorology and Hydrology*, 2014. No. 5. P. 74–93 (in Russian).

Tyrneva O. Yu., Yakovlev Y. M., Vertyankin V. V., Van Der Wolf P., Scott M. J. Summary of the long-term photo-ID studies of Gray Whales (*Eschrichtius robustus*) off the northeast coast of Sakhalin Island. *Marine Mammals of The Holarctic. Collection of scientific papers based on the proceedings of the X International conference dedicated to the memory of A. V. Yablokov*, Arkhangelsk, October 29 – November 2, 2018. Moscow: RPO “Council on Marine Mammals”, 2019. V. 1. P. 332–343 (in Russian).

Yablokov A. V., Bogoslovskaya L. S. A review of Russian research on the biology and commercial whaling of the gray whale. *The Gray Whale, Eschrichtius Robustus*. Orlando, FL: Academic Press Inc., 1984. P. 465–485.