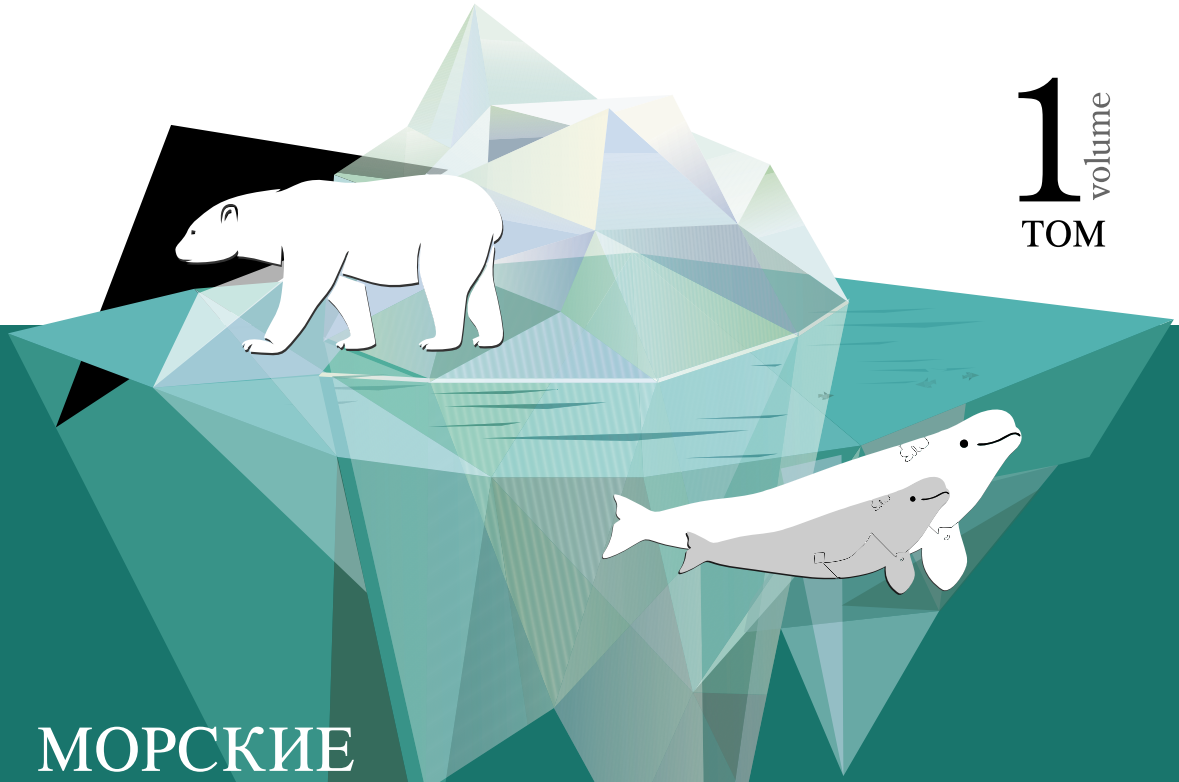
СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS



1 volume
ТОМ

МОРСКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ ГОЛАРКТИКИ

MARINE MAMMALS OF THE HOLARCTIC

По материалам X Международной конференции «Морские млекопитающие Голарктики», посвященной памяти А.В. Яблокова

Архангельск
29 октября – 02 ноября 2018 г.

After the 10th International Conference «Marine mammals of Holarctic», dedicated to the memory of A.V. Yablokov

Akhangelsk, Russia
29 October – 02 November, 2018

СОВЕТ ПО МОРСКИМ МЛЕКОПИТАЮЩИМ

MARINE MAMMAL COUNCIL

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS

1 volume
ТОМ

По материалам X Международной конференции «Морские млекопитающие Голарктики», посвященной памяти А.В. Яблокова

Архангельск
29 октября – 02 ноября 2018 г.

After the 10th International Conference «Marine mammals of Holarctic», dedicated to the memory of A.V. Yablokov

Akhangelsk, Russia
29 October – 02 November, 2018

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6
УДК 599.5:599.745:599.742.22:599.742.4
ББК 28.07÷28.08÷28.6

М 80

Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов. 2019. Т. 1. Москва, 408 стр.
Редакционная коллегия: к.б.н. Шпак О.В., д.б.н. Филатова О.А., Глазов Д.М., к.б.н. Бурканов В.Н., к.б.н. Беликов С.Е., к.б.н. Крюкова Н.В., Демидова О.А.

Рецензенты: к.б.н. Алексеев А.Ю., к.б.н. Беликов С.Е., Болтунов А.Н., д.б.н. Бурдин А.М., к.б.н. Бурканов В.Н., к.б.н. Владимиров В.А., Глазов Д.М., Гудман С. Ph.D., к.б.н. Денисенко Т.Е., к.б.н. Иващенко Ю.В., к.б.н. Крюкова Н.В., к.б.н. Лисицына Т.Ю., к.б.н. Литовка Д.И., к.б.н. Лямин О.И., д.б.н. Мельников В.В., д.б.н. Ю.А., Овсяникова Е.Н., к.б.н. Пермяков П.А., д.б.н. Попов В.В., к.б.н. Романов В.В., Русскова О.В., к.б.н. Светочев В.Н., к.б.н. Стародубцев Ю.Д., д.б.н. Филатова О.А., к.б.н. Шитова М.В., к.б.н. Шпак О.В., к.б.н. Шулежко Т.С., Шумейко Н.Р.

Перевод: Швецов Е.П.

Редактор русского текста: Демидова О.А.

Редактор английского текста: к.б.н. Иващенко Ю.В.

Конференция проводилась при поддержке: ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова», Международного фонда защиты животных IFAW, Национального парка «Русская Арктика», ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова» РАН

Проведение конференции и издание настоящего сборника осуществлено при финансовой поддержке:

Генеральные спонсоры: ПАО «НК «Роснефть», Россия; Оператор проекта «Сахалин-1» - компания «Эксон Нефтегаз Лимитед», Россия; Оператор проекта «Сахалин-2» - «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.», Россия

Официальные спонсоры: ОАО «Ямал СПГ», Россия; ПАО «ЛУКОЙЛ», Россия; Совет по изучению Северной Пацифики, США; Аляскинский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, НОАА, США; Консалтинговая компания по дикой природе Северной Пацифики, США; Норвежский полярный институт, Норвегия; Комиссия по морским млекопитающим, США

Спонсоры: ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина, Россия; ООО «Анапский дельфинарий», Россия

Конференция проводилась при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 18-04-20097/18

Партнеры конференции: АНО "Общество сохранения и изучения дикой природы", Россия; Российская академия наук; Фонд поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал», Россия; Кенозерский национальный парк, Россия

Оргкомитет конференции:

- В.Н. Бурканов, к.б.н. – Председатель
- Д.М. Глазов – зам. Председателя
- Д.Л. Бенгтсон, Ph.D.
- С.Д. Гудман, Ph.D.
- С.А. Кладо
- А.Ю. Книжников
- К.М. Ковакс, Ph.D., профессор
- П.Д. Лемонс, Ph.D.
- И.А. Мизин, к.б.н.
- В.В. Рожнов, д.б.н., академик РАН
- В.Н. Светочев, к.б.н.
- И.В. Смелова, к.б.н.
- О.А. Филатова, д.б.н.
- Б.Ю. Филиппов, д.б.н.
- О.В. Шпак, к.б.н.
- С.М. Артемьева – ответственный секретарь

ISBN 978-5-9904294-0-6
© РОО «Совет по морским млекопитающим», 2019

Marine Mammals of the Holarctic. Collection of Scientific Papers. 2019. Vol. 1. Moscow, 408 pages.

Editorial board: Shpak O.V. PhD, Filatova O.A. PhD, Glazov D.M., Burkanov V.N. PhD, Belikov S.E. PhD, Kryukova N.V. PhD, Demidova O.A.

Reviewers: Alekseev A.Y. PhD, Belikov S.E. PhD, Boltunov A.N. PhD, Burdin A.M. PhD, Burkanov V.N. PhD, Denisenko T.Y. PhD, Filatova O.A. PhD, Glazov D.M., Goodman S. PhD, Ivaschenko Y.V. PhD, Kryukova N.V. PhD, Lisitsina T.Y. PhD, Litovka D.I. PhD, Lyamin O.I. PhD, Melnikov V.V. PhD, Mikhalev Y.A. PhD, Ovsyanikova Y.N., Permyakov P.A. PhD, Popov V.V. PhD, Romanov V.V. PhD, Russkova O.V., Shitova M.V. PhD, Shulezhko T.S. PhD, Shumeyko N.R., Shpak O.V. PhD, Starodubtsev Y.D. PhD, Svyetochev B.N. PhD, Vladimirov V.A. PhD.

Translation: Shvetsov E.P.

Editor of Russian text: Demidova O.A.

Editor of English text: Ivaschenko Y.V. PhD

The Conference was supported by: Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov; International Fund for animal Welfare IFAW; Russian Arctic National Park; A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences

The Conference and this publication were sponsored by:

General sponsors: PJSC «Rosneft Oil Company», Russia; Exxon Neftegas Limited – Sakhalin-1 Project Operator, Russia; Sakhalin Energy Investment Company Ltd., – Sakhalin-2 Project Operator, Russia

Official sponsors: JSC Yamal LNG, Russia; PJSC LUKOIL, Russia; North Pacific Research Board, USA; Marine Mammal Commission, USA; Norwegian Polar Institute, Norway; North Pacific Wildlife Consulting, LLC, USA; Alaska Fisheries Science Center, NMFS, NOAA, USA

Sponsors: PJSC TATNEFT, Russia; Anapa Dolphinarium Ltd., Russia

The Conference was partially supported by RFBR, grant № 18-04-20097/18

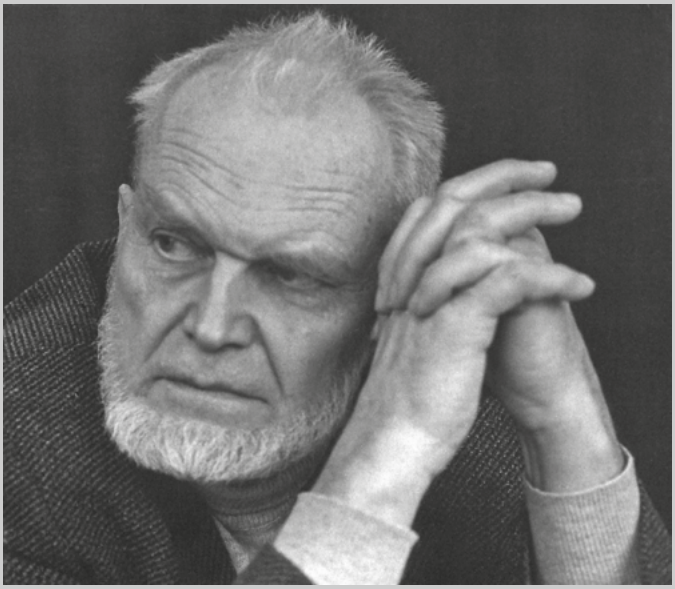
Conference Partners: Lake Baikal Foundation for Environmental, Russia; Application and Research, Russia; Kenozersky National Park, Russia; ANO «Wildlife Conservation and Research Society», Russia; Russian Academy of Sciences

Organizing Committee of the Conference:

- Burkanov V.N., PhD. – Chairman
- Glazov D.M. – Deputy Chairman
- Bengtson J.L., PhD.
- Goodman S.J., PhD.
- Klado S.A.
- Knignikov A.Y.
- Kovacs K.M., PhD., Professor
- Lemons P.J., PhD.
- Mizin I.A., PhD.
- Rozhnov V.V., PhD., Academician RAS
- Svetochev V.N., PhD.
- Smelova I.V., PhD.
- Filatova O.A., PhD.
- Filippov B.Y., PhD.
- Shpak O.V., PhD.
- Artemyeva S.M. – secretary

© RPO “Marine Mammal Council”, 2019

Яблоков Алексей Владимирович
(1933 – 2017)



Десятая, юбилейная, Международная конференция «Морские млекопитающие Голарктики» впервые была организована не под руководством Алексея Владимировича Яблокова, но была посвящена его памяти и носила его имя. Это не только дань уважения великому человеку, чей вклад в науку и поддержание сообщества российских морских териологов нельзя переоценить. Это и знак того, что созданный по инициативе профессора А.В. Яблокова «Совет по морским млекопитающим» продолжает действовать, его начинания реализовываются и, как посаженные когда-то семена «Яблокова сада», дают жизнестойкие, способные самостоятельно развиваться, всходы.

Алексей Владимирович Яблоков – выдающийся ученый и человек, чувствовавший личную ответственность за окружающий мир, за существование человека на планете Земля. Доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, советник РАН, автор 24 монографий, более 450 научных работ, переведенных на многие языки мира, Яблоков основное внимание в своей научной деятельности уделял биологии морских млекопитающих, популяционной и эволюционной биологии, экологии. Изучение и анализ характеристик изменчивости организмов позволили А.В. Яблокову выделить в классической морфологии новые направления – популяционную морфологию и фенетику природных популяций.

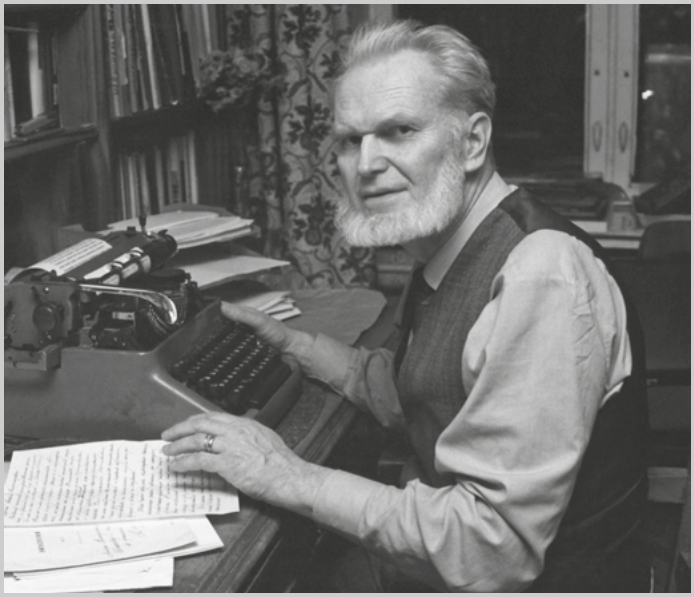
Исследования в области эволюции и изменчивости привели его к изучению влияния деятельности человека на окружающую природу: ее загрязнения в результате испытаний ядерного оружия, деятельности атомных электростанций, а позднее и воздействия шельфовых сейсморазведочных работ и нефтедобычи. Со временем наука стала только частью его жизни. Огромную часть своей энергии и времени он посвятил общественной деятельности, сохранению природы для человека и ее защите от неразумной человеческой деятельности. Когда читаешь список его должностей и обществ, в которых он был сооснователем или активным членом, не верится, что один человек мог столько успевать. Складывается впечатление, что жизненный темп Алексея Владимировича все время набирал обороты, причем до последних лет и даже дней его жизни.

В 1995 году по инициативе Алексея Владимировича Яблокова был создан «Совет по морским млекопитающим», одним из учредителей которого он был сам, а с 2006 года – и возглавлял его. Под руководством А. В. Яблокова Совет приобрел высокий авторитет как в России, так и за ее пределами, получил признание на государственном уровне. При его же непосредственном участии за 20 лет работы Совет провел девять Международных конференций «Морские млекопитающие Голарктики», на каждой из которых поднимались актуальные вопросы, обсуждались и принимались решения по проблемам изучения, управления, охраны, а в последние годы и реабилитации морских млекопитающих.

Алексей Владимирович обладал удивительной работоспособностью, широким кругозором и уникальными человеческими качествами. Трудно перечислить его заслуги на всех поприщах, где он прилагал свои неиссякаемые силы и знания. Но главное качество его характера - он любил людей и природу, относился к природе, как к живому существу. Таков был его жизненный принцип и завет всем нам.

Alexey Vladimirovich Yablokov
(1933 – 2017)

The 10th anniversary of the International Conference on Marine Mammals of the Holarctic has, for the first time, been organized without the leadership of Alexey Vladimirovich Yablokov, but is dedicated to his memory and named after him. This is not only a tribute to a great person, whose contributions to science and support of the Russian marine theriological community cannot be overestimated. This is also the evidence that the Council for Marine Mammals, founded by Professor A.V. Yablokov, continues to operate; its initiatives are implemented, and, like once-planted seeds of "Yablokov's garden"* it is sprouting into viable plantlets, capable of developing independently.



Alexey Vladimirovich Yablokov was an outstanding scientist and a person who felt responsibility for the world around him, and for the continued existence of mankind on Earth. A Doctor of Biological Sciences, a Professor, a Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (RAS), an Advisor of the RAS, and the author of 24 monographs and more than 450 scientific papers translated into many languages, Yablokov focused on the biology of marine mammals, population and evolutionary biology, and ecology. The comprehensive study and analysis of variation in traits of organisms allowed A.V. Yablokov to establish new branches of classical morphology: population morphology and the phenetics of natural populations.

Research in the field of evolution led him to study the impact of human activities on the environment: pollution as a result of nuclear weapons tests, operation of nuclear power plants, and, later on, the impact of offshore seismic surveys and oil production. Over time, science became only a part of his work. He invested a great deal of his energy and time into social activities, conservation of nature for mankind, and protection of nature from irresponsible management. When reading the list of his positions and societies of which he was a co-founder or an active member, it seems impossible that one person could have time to do so much. There is an impression that Alexey Vladimirovich's activity continuously gained momentum, till the last years and even days of his life.

The Council for Marine Mammals was created in 1995 on the initiative of Alexey Vladimirovich Yablokov, who became one of its founders and, since 2006, its leader. Under the leadership of A.V. Yablokov, the Council gained a great reputation both in Russia and abroad, and also received recognition at the state level. During the 20 years of its activity, the Council held nine international conferences entitled "Marine Mammals of the Holarctic". During each conference, urgent issues were raised and discussed, and decisions were made on problems regarding the study, management, protection, and (particularly in recent years), rehabilitation of marine mammals.

Alexey Vladimirovich exhibited an amazing working ethic, broad knowledge, and unique human qualities. It is difficult to list his achievements in all the fields to which he applied his inexhaustible energy and knowledge. But the main quality of his character is that he loved people and nature and treated nature as a living creature. This was his life principle and represents a testament to us all.

* The family name Yablokov literally means "apple" in Russian.

СОДЕРЖАНИЕ (contents in English – page 11)

Андрианов В.В., Лебедев А.А., Неверова Н.В., Лисицына Т.Ю.
Долговременное воздействие нефтяного загрязнения на южное стадо белухи *(Delphinapterus leucas)*.....14

Байкова И.Б.
Морские млекопитающие в «Планете Океан»: возможности для популяризации науки и экологического просвещения в Музее Мирового океана.....23

Баранов Е.А., Гранин Н.Г, Макаров М.М., Муякшин С.И., Рядинская Н.И., Табакова М.А., Иванов В.О., Кирильчик С.В.
Методы изучения состояния популяции байкальской нерпы *Pusa Sibirica* Gm., исключающие гибель животных.....28

Беликов С.Е., Пестина П.В., Мелихова Е.В.
Использование экосистемного подхода к мониторингу популяций морских млекопитающих, включенных в Циркумполярную программу мониторинга биоразнообразия КАФФ.....35

Бобков А.В., Владимиров В.А., Вертянкин В.В.
Некоторые особенности придонной активности серых китов (*Eschrichtius robustus)* у северо-восточного побережья острова Сахалин.....46

Веревкин М.В., Войта Л.Л.
Авиационный учет численности кольчатой нерпы (*Pusa hispida botnica*) в Финском заливе.....58

Владимиров В.А., Дорошенко Н.В., Тимохин И.А., Стародымов С.П., Тюрин С.А.
Современное распространение и численность серых китов *(Eschrichtius robustus)* восточно-сахалинской нагульной группировки.....67

Волошина И.В., Мысленков А.И.
Миграции ларги *(Phoca largha)* и анализ использования животными лежбищ Лазовского района Приморского края.....77

Голева А.В., Лисицына Н.А.
Правовые аспекты отлова косаток (*Orcinus orca*) в учебных и культурно-просветительских целях в 2018 г.....86

Гольдин Е.Б.
Китообразные в акватории Гераклейского полуострова.....93

Горбунов С.С.
Познавательный туризм и морские млекопитающие. Правовое регулирование: вопросов больше, чем ответов.....103

Грушко М.П., Федорова Н.Н., Володина В.В.
Характеристика некоторых органов иммунной системы морских млекопитающих Каспия (*Phoca caspica*, Gmelin, 1788.).....107

Ермолин И.В.
Исторический контекст развития осетрового браконьерства и проблема прилова каспийского тюленя (*Pusa caspica*) на Каспии (дельта Волги и Республика Дагестан, 1990-2000 г.) 112

Загребельный С.В., Кавры С.И., Скоробогатов Д.О.
Оценка численности, возрастно-половой структуры и уровня сезонной смертности тихоокеанских моржей *Odobenus rosmarus divergens* на береговом лежбище “мыс Ванкарем” в 2017 г. 121

Коржев В.А., Забавников В.Б., Шафиков И.Н.
Анализ оценки численности гренландского тюленя беломорской популяции (*Pagophilus groenlandicus*) когортными моделями на современном этапе при отсутствии промысла.....128

Корнев С.И., Никулин В.С., Белонович О.А.
Численность северного морского котика (*Callorhinus ursinus*) на репродуктивных лежбищах о. Беринга в 2013-2017 гг. 137

Крюкова Н.В., Козлов М.С., Скоробогатов Д.О., Переверзев А.А., Крупин И.Л., Шевелёв А.И., Бурканов В. Н.
Смертность моржей (*Odobenus rosmarus*) в районе лежбищ северного побережья Чукотки в 2017 г. 146

Крюкова Н.В., Крупин И.Л., Бурканов В. Н.
Результаты наблюдений за моржом (*Odobenus rosmarus*) на лежбище в районе мыса Инчоун (Чукотское море) в 2017 г. 154

Кузнецов В.В., Шипулин С.В.
Экологический мониторинг каспийского тюленя *(Phoca caspica*) в 2017–2018 гг. 163

Кыдырманов А.И., Карамендин К.О., Касымбеков Е.Т., Гудман С.
Циркуляция тюленьего герпесвируса PhHV-1 в популяции каспийских тюленей (*Pusa caspica*).....171

Лабай В.С., Ким Сен Ток , Смирнов А.В., Частиков В.Н., Шевченко Г.В., Цхай Ж.Р.
Оценка экологической ёмкости среды для серых китов (*Eschrichtius robustus*) в известных районах нагула у северо-восточного побережья о-ва Сахалин.....174

Ласкина Н.Б., Гаев Д.Н., Бурканов В.Н.
Землетрясение на Командорских островах: реакция ушастых тюленей.....186

Лямин О.И., Найденко С.В., Мухаметов Л.М., Рожнов В.В.
Мониторинг кортизола у белух (*Delphinapterus leucas*) в разных экспериментальных ситуациях.....193

Масс А.М.
Оценка разрешающей способности зрительной системы байкальской нерпы (*Pusa sibirica*).....201

Мелихова Е.В., Беликов С.Е., Пестина П.В.
Воздействие потепления климата в Арктике на размножающихся самок белого медведя в период их залегания в берлоги на о. Врангеля.....209

Михалёв Ю.А.
Пренатальный рост южных гладких китов.....216

Миязаки Н., Сугияма К.
Накопление радионуклидов в морских млекопитающих северной части Тихого океана.....223

Палазюк А.В., Баранов Г.Г., Ермоленко А.Ж., Телига А.В.
Автоматизированная система контроля физиологического состояния морских животных, содержащихся в неволе.....235

Пахомов М.В.
Исследование способности серых и гренландских тюленей ассоциировать объекты по признаку цветности.....243

Романов В. В., Алекнайте И.А., Волков С.М., Кирилюк П.В.
Медико-ветеринарный мониторинг байкальских нерп (*Pusa sibirica*) в условиях океанариума. Показатели состояния здоровья животных первых 2,5 лет жизни.....250

Романов В. В., Алекнайте И.А., Волков С.М., Кирилюк П.В.
Случай инфекции, вызванной парвовирусом собак, у байкальской нерпы (*Pusa sibirica*) в океанариуме.....259

Романова А.В., Кропотин А.В., Сунцова Н.А.
Морские млекопитающие как источник биологически активных веществ.....268

Рядинская Н.И., Саможапова С.Д., Баранов Е.А., Тарасевич В.Н.
Архитектоника артериальных сосудов кишечника байкальской нерпы (*Phoca sibirica* Gm.).....275

Рядинская Н.И., Молькова А.А.
Экстраорганное артериальное кровоснабжение щитовидной железы байкальской нерпы (*Phoca sibirica* Gmelin).....282

Семенов А.Р.
Лежбища лаптевского моржа (*Odobenus rosmarus laptevi*) в западной части моря Лаптевых.....289

Семенов А.Р., Евфратова С.С.
Встречи морских млекопитающих в прибрежной зоне восточной части Карского моря.....297

Сомов А.Г.
Байкальская нерпа (*Pusa sibirica*) – возможная причина гибели в 2017 г. 304

Стародубцев Ю.Д., Анпилова В.В., Комарова М.С., Третьяков С.И.
Адаптация байкальской нерпы (*Pusa sibirica*) к условиям содержания в океанариуме.....309

Титова О.В., Филатова О.А., Федутин И.Д., Кринова Л.С., Бурдин А.М., Хойт Э.
Предварительная оценка численности локальных скоплений горбатых китов (*Megaptera novaeangliae*) в двух нагульных районах Чукотки в августе 2017 года.....317

Титова О.В., Филатова О.А., Федутин И.Д., Кринова Л.С., Бурдин А.М., Хойт Э.
Перемещения горбатых китов (*Megaptera novaeangliae*) между нагульными скоплениями дальневосточных морей России и миграционные связи с местами размножения.....322

Третьяков А.В., Семенов А.Г., Ковалева А.М.
Первая встреча нарвалов (*Monodon monoceros*) в море Лаптевых.....328

Тюрнева О.Ю., Яковлев Ю.М., Вертянкин В.В., Ван дер Вольф П., Скотт М.Д.
Краткие результаты долгосрочных исследований по фотоидентификации серых китов (*Eschrichtius robustus*) у северо-восточного побережья острова Сахалин, Россия, 2002-2017 гг. 332

Тюрнева О.Ю., Ван дер Вольф П., Яковлев Ю.М., Вертянкин В.В., Бобков А.В.
Использование беспилотных летательных аппаратов: дополнительные возможности для лабораторной фотоидентификации серых китов (*Eschrichtius robustus*).....343

Уличев В.И., Дудакова Д.С.
Изменение численности ладожской нерпы (*Pusa hispida ladogensis*) на линных залежках в зависимости от гидрологических факторов.....353

Федутин И.Д., Фомин С.В., Филатова О.А., Титова О.В., Бурдин А.М., Хойт Э.
Тихоокеанский белобокий дельфин в акватории Командорских островов и его ассоциации с рыбоядными косатками.....357

Филатова О.А., Мещерский И.Г., Бутрим А.В., Федутин И.Д., Титова О.В., Бурдин А.М., Хойт Э.
Генетическая характеристика нагульных скоплений горбатых китов северо-западной части Тихого океана...360

Хаббелл Д.
Снижение воздействия судоходства в Российской Арктике: возможности международной морской организации.....366

Чаадаева Е.В., Кийко О.А., Ивлев К.В., Данилов М.Б.
Встречи китообразных в северо-западной части Баренцева моря летом-осенью 2017 года.....373

Чакилев М.В., Кочнев А.А.
Результаты мониторинга лежбища тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus divergens*) в районе мыса Сердце-Камень (Чукотское море) в 2016-2017 гг. 381

Шпикерман В.Р., Винников А.В.
Подходы к созданию системы обеспечения безопасности и мониторинга морских млекопитающих.....391

CONTENTS

Andrianov V.V., Lebedev A.A., Neverova N.V., Lisitsyna T.Yu.
The long-term impact of oil pollution on the southern local herd of white whales *(Delphinapterus leucas)*.....14

Baykova I.B.
Marine mammals at "The Planet Ocean" exposition center: opportunities for popularization of science and ecological education at the Museum of the World Ocean (Kaliningrad).....23

Baranov E.A., Granin N.G., Makarov M.M., Muyakshin S.I., Ryadinskaya N.I., Tabakova M.A., Ivanov V.O., Kirilchik S.V.
Non-lethal methods to study the condition of the Baikal seal, *Pusa sibirica* Gm., population.....28

Belikov S.E., Pestina P.V., Melikhova E.V.
Use of the ecosystem approach to monitoring of marine mammals populations included in the CAFF Circumpolar Biodiversity Monitoring Program.....35

Bobkov A.V., Vladimirov V.A., Vertyankin V.V.
Some features of the bottom activity of gray whales (*Eschrichtius robustus)* off the northeastern coast of Sakhalin Island.....46

Verevkin M.V., Voyta L.L.
Aerial surveys of ringed seal (*Pusa hispida botnica*) abundance in the Gulf of Finland.....58

Vladimirov V.A., Doroshenko N.V., Timokhin I.A., Starodymov S.P., Tyurin S.A.
Current distribution and abundance of gray whales *Eschrichtius robustus* of the East-Sakhalin feeding aggregation.....67

Voloshina I.V., Myslenkov A.I.
Migrations of spotted seals *(Phoca largha)* and their use of haul-out sites in the Lazovsky District, Primorsky Krai.....77

Goleva A.V., Lisitsyna N.A.
Legal aspects of capturing killer whales (*Orcinus orca*) for educational and cultural purposes in 2018.....86

Gol'din E.B.
Cetaceans in the waters off the Heraclea Peninsula.....93

Gorbunov S.S.
Ecoeducational tourism and marine mammals. Legal regulations: more questions than answers.....103

Grushko M.P., Fedorova N.N., Volodina V.V.
Characteristics of some immune system organs in marine mammals of the Caspian Sea (*Phoca caspica*, Gmelin, 1788).....107

Ermolin I.V.
A history of development of sturgeon poaching and the problem of Caspian seal (*Pusa caspica*) by-catch in the Caspian region (the Volga Delta and the Republic of Dagestan, 1990–2000).....112

Zagrebelny S.V., Kavry S.I., Skorobogatov D.O.
Estimation of the number, age and sex structure, and seasonal mortality rate of Pacific walruses, *Odobenus rosmarus divergens*, on the Cape Vankarem coastal haulout in 2017.....121

Korzhev V.A., Zabavnikov V.B., Shafikov I.N.
Analysis of estimation of the current White Sea harp seal (*Pagophilus groenlandicus*) population abundance in the absence of hunting pressure, using cohort models.....128

Kornev S.I., Nikulin V.S., Belonovich O.A.
Number of northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) at the rookeries of Bering Island in 2013–2017.....137

Kryukova N.V., Kozlov M.S., Skorobogatov D.O., Pereverzev A.A., Krupin I.L., Shevelev A.I., Burkanov V.N.
Pacific walrus (*Odobenus rosmarus*) mortality in northern Chukotka haulouts, 2017.....146

Kryukova N.V., Krupin I.L., Burkanov V.N.
Pacific walrus (*Odobenus rosmarus*) survey results near Cape Inchoun (Chukchi Sea) haulout, 2017 154

Kuznetsov V.V., Shipulin S.V.
Ecological monitoring of the Caspian seal (*Phoca caspica*) in 2017–2018 163

Kydyrmanov A.I., Karamendin K.O., Kassymbekov E.T., Goodman S.
Circulation of Phocine herpesvirus PhHV-1 in the population of Caspian seals (*Pusa caspica*).....171

Labay V.S., Kim S.T., Smirnov A.V., Chastikov V.N., Schevchenko G.V., Tzkhay Zh. R.
Assessment of carrying capacity of the gray whales (*Eschrichtius robustus*) habitat in their feeding areas off the northeastern Sakhalin Island.....174

Laskina N.B., Gaev D.N., Burkanov V.N.
Earthquake on the Commander Islands: the reaction of eared seals.....186

Lyamin O.I., Naidenko S.V., Mukhametov L.M., Rozhnov V.V.
Monitoring of cortisol in belugas (*Delphinapterus leucas*) under different experimental conditions.....193

Mass A.M.
Estimate of retinal resolution of the visual system of the Baikal seal (*Pusa sibirica*).....201

Melikhova E.V., Belikov S.E., Pestina P.V.
The impact of the climate warming in the Arctic on breeding polar bear females during denning on Wrangel island.....209

Mikhalev Y.A.
Prenatal growth of southern right whales.....216

Miyazaki N., Sugiyama K.
Accumulation of radionuclides in marine mammals in the North Pacific Ocean.....223

Palazyuk A.V., Baranov G.G., Ermolenko A.Z., Teliga A.V.
An automated system for monitoring the physiological state of marine mammals in captivity.....235

Pakhomov M.V.
Investigation of the ability of gray and harp seals to associate objects on the basis of chromaticity.....243

Romanov V.V., Aleknaite I.A., Volkov S.M., Kirilyuk P.V.
Medical and veterinary monitoring of captive Baikal seals (*Pusa sibirica*) kept in an aquarium. The health parameters during the early 2.5 years of life.....250

Romanov V.V., Aleknaite I.A., Volkov S.M., Kirilyuk P.V.
A case of canine parvovirus infection in a captive Baikal seal (*Pusa sibirica*) kept in aquarium.....259

Romanova A.V., Kropotin A.V., Suntsova N.A.
Marine mammals as a source of biologically active substances....268

Ryadinskaya N.I., Samozhapova S.D., Baranov E.A., Tarasevich V.N.
Architectonics of arterial vessels of the intestine of the Baikal seal (*Phoca sibirica* Gm.)....275

Ryadinskaya N.I., Molkova A.A.
Extraorganic arterial blood supply to the thyroid gland in Baikal seal (*Phoca sibirica* Gmelin)....282

Semenov A.R.
The Laptev walrus (*Odobenus rosmarus laptevi*) haulouts in the western Laptev Sea....289

Semenov A.R., Evfratova S.S.
Marine mammal sightings in the coastal area of the eastern Kara Sea....297

Somov A.G.
The Baikal seal (*Pusa sibirica*): A probable cause of the mortality in 2017....304

Starodubtsev Y.D., Anpilova V.V., Komarova M.S., Tretyakov S.I.
Adaptation of Baikal seals (*Pusa sibirica*) to aquarium conditions....309

Titova O.V., Filatova O.A., Fedutin I.D., Krinova L.S., Burdin A.M., Hoyt E.
Preliminary estimates of the abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in their two local feeding aggregations off Chukotka in August 2017....317

Titova O.V., Filatova O.A., Fedutin I.D., Krinova L.S., Burdin A.M., Hoyt E.
Movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) between feeding aggregations in the Far Eastern seas and the migration links with breeding grounds....322

Tretyakov A.V., Semenov A.G., Kovaleva A.M.
First sighting of narwhals (*Monodon monoceros*) in the Laptev Sea....328

Tyurneva 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, Russia, 2002-2017....332

Tyurneva O.Yu., Van der Wolf P., Yakovlev Yu.M., Vertyankin V.V., Bobkov A.V.
Use of unmanned aerial vehicles: additional opportunities for gray whale photo-identification (*Eschrichtius robustus*)....343

Ulichev V.I., Dudakova D.S.
Variations in abundance of the Ladoga ringed seal (*Pusa hispida ladogensis*) on the molting haul-outs depending on hydrological factors....353

Fedutin I.D., Fomin S.V., Filatova O.A., Titova O.V., Burdin A.M., Hoyt E.
Pacific white-sided dolphin in the waters of the Commander Islands and its associations with fish-eating killer whales....357

Filatova O.A., Meschersky I.G., Butrim A.V., Fedutin I.D., Titova O.V., Burdin A.M., Hoyt E.
Genetic analysis of humpback whales on the feeding grounds in the western North Pacific....360

Hubbell D.
Mitigating Vessel Traffic Impacts in the Russian Arctic: Opportunities at the International Maritime Organization....366

Chaadaeva E.V., Kiyko O.A., Ivlev K.V., Danilov M.B.
Sightings of cetaceans in the northwestern part of the Barents Sea in summer-autumn 2017.....373

Chakilev M.V., Kochnev A.A.
Monitoring results of the Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens*) haulout site at Cape Serdtse-Kamen (Chukchi Sea) in 2016–2017.....381

Shpikerman V.R., Vinnikov A.V.
Approaches to creating a system for marine mammal safety and monitoring.....391

Андрианов В.В [1]., Лебедев А.А. [1], Неверова Н.В.[1], Лисицына Т.Ю.[2]

Долговременное воздействие нефтяного загрязнения на южное стадо белухи *(Delphinapterus leucas)*

1. Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова РАН, Архангельск, Россия
2. Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия

Andrianov V.V. [1], Lebedev A.A. [1], Neverova N.V. [1], Lisitsyna T.Yu. [2]

The long-term impact of oil pollution on the southern local herd of white whales *(Delphinapterus leucas)*

1. Federal Research Center for Integrated Studies of the Arctic, Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia
2. A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-14-23

ВВЕДЕНИЕ. Южное локальное стадо (ЛС) белухи в летнее время обитает в юго-восточной части Онежского залива Белого моря (Чернецкий и др., 2002). Летом 2003 г. нами было начато исследование этого стада, а в сентябре в южной части Онежского залива произошел аварийный разлив мазута (Андрианов и др., 2005). Результатом разлива нефтепродуктов (НП) стало загрязнение юго-восточной части Онежского залива, причем практически всей акватории обитания южного ЛС (Андрианов и др., 2009). В летние сезоны 2004–2006, 2011–2013, 2016–2018 гг. мы проводили исследования белух, обитающих в юго-восточной части Онежского залива, и параллельно вели наблюдения за уровнем загрязнения нефтяными углеводородами (УВ) различных участков акватории. Наблюдения за изменениями в поведении и распределении белух показали их явную связь с изменением уровня загрязнения в районе. Разлив НП оказал негативное воздействие на различных представителей трофической цепи, среди которых и те, которых нам удалось исследовать – беспозвоночные и рыбы (Андрианов и др., 2016). В совокупности загрязнение среды обитания и объектов питания белух со временем стало негативно сказываться на состоянии южного ЛС. На сегодняшний день уже накопилось достаточно материала о динамике загрязнения акватории и изменениях состояния стада белух для того, чтобы подвести некоторый итог долговременного воздействия загрязнения на южное ЛС.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ. Изучение белухи проводили в период июня-июля 2003–2006, 2011–2013, 2016–2018 гг. с использованием маршрутных (судовых) и стационарных наблюдений по стандартной методике непрерывно в светлое время суток с использованием

INTRODUCTION. The southern local herd (LH) of white whales inhabits the southeastern part of the Onega Bay, White Sea during the summer season (Chernetsky et al. 2002). In the summer of 2003, we began to study this group, and in September, there was an accidental fuel oil spill in the southern part of the Onega Bay (Andrianov et al. 2005). The spill of oil products (OP) caused the contamination of the southeast part of the Onega Bay and covered almost the entire area used by the southern LH (Andrianov et al. 2009). During the summer seasons of 2004–2006, 2011–2013, and 2016–2018, we conducted studies of the white whales inhabiting the southeastern Onega Bay and, in parallel, monitored the level of oil hydrocarbon (OHC) pollution in various parts of the area. The observations of the behavior and distribution changes in white whales have shown their evident relationship with a degree of water pollution in the area. The OP spill has had a negative impact on various members of the trophic chain, including some invertebrates and fishes for which we were able to collect the data (Andrianov et al. 2016). In general, the contamination of the habitat and food objects negatively affected the condition of the southern LH of white whales. To date, enough material has been collected on the dynamics of pollution in the area and variations in the condition of the herd to draw some conclusions on the long-term impact on the southern LH.

MATERIAL AND METHODS. The study of white whales was carried out in June - July during 2003–2006, 2011–2013, and 2016–2018. The vessel-based and shore-based observations were conducted,

биноклей БПЦ5 8х30М и YUKON 30х50, а также подзорной трубы (30х50). Фиксировали особенности распределения животных, численность и возрастной состав групп, степень привязанности белух к каким-либо акваториям, характер поведения животных, влияние на них погодных условий. Возраст белух оценивали по окраске: темные – детеныши (новорожденные и сеголетки), серые – неполовозрелые, белые – взрослые (Клейненберг, 1964, и др.; Ognetov, 1981). Группы разделяли на разновозрастные (взрослые с детенышами) и самцовые (группы исключительно взрослых животных) (там же). При обработке результатов стационарных наблюдений за каждый день строили диаграмму присутствия белух, отражающую численность и длительность присутствия в наблюдаемой акватории животных различных возрастных категорий. Обработанные таким образом материалы использовались для получения расчетных показателей, среди которых: коэффициент наблюдаемости (Кнаб), посещаемость (А, attendance) и средняя численность (Nср). С методикой расчета этих показателей и построения диаграмм можно ознакомиться в нашей специальной работе (Андрианов, Лукин, 2017).

Для оценки уровня загрязнения акватории южной части Онежского залива в июле 2005 г. по сетке станций были отобраны 20 проб воды из придонного горизонта и 22 пробы донных отложений. В период 2011–2013 гг. были выполнены полигонные съемки в прибрежной акватории от м. Лиственный до м. Вейнаволок до изобаты 10 метров. 26 июня 2011 г. и 7, 12 июля 2012 г. было отобрано по 11 проб воды из придонного горизонта. В 2013 г. работы были проведены только на западном полигоне, где было отобрано 6 проб придонной воды. В летний сезон 2016 г. в акватории у м. Глубокий в 250 м от берега выполнен отбор проб воды на 20 станциях в 4 этапа с интервалом ¼ полусуточного цикла для определения в них содержания углеводородов. А летом 2017 г. было взято 7 проб воды на ¼ суточной станции из придонного горизонта и 28 проб воды на 2-х полусуточных станциях с интервалом 1 ч из поверхностного горизонта. Летом 2018 г. был продолжен отбор проб воды на содержание УВ. Пробы воды отбирались с поверхностного горизонта, с берега в течение дня каждые 3 часа. Определение содержания углеводородов в пробах воды и донных отложениях проводилось в лабораторных условиях. Содержание УВ в пробах донных осадков и воды, отобранных на разовых станциях, определяли методом инфракрасной спектрометрии – ИКС (Методика ..., 1995, 1998).

Мазутно-песчаные агрегаты (МПА) были собраны в районе м. Глубокий при их обнаружении на осушке.

according to the standard technique, continuously in the daytime hours with use of field binoculars BPTS5 8×30M and YUKON 30×50, and also a spotting scope (30×50). We recorded parameters such as the patterns of animals distribution, size and age structure of groups, degree of fidelity of white whales to a certain area, patterns of animals' behavior, and impact of weather conditions. Age of white whales was determined by the body color: dark animals were defined as calves (newborns); grey - subadults; and white - adults (Kleinenberg et al. 1964; Ognetov 1981). The groups were divided into mixed-age (adults with calves) and male groups (of exclusively adult animals) (ibid.). When processing the results of shore-based observations, we composed a daily diagram of white whales presence, which showed the number and duration of animals present by the age categories in the observed. The data processed this way were used to calculate the following parameters: the observability factor (Kobs), attendance (A, attendance), and average number (Nav). The methodology for calculating these parameters and composing diagrams can be found in our special publication (Andrianov, Lukin 2017).

To assess the level of pollution in the southern Onega Bay in July, 2005, 20 water samples from the near-bottom depth and 22 samples of the bottom sediments were collected from the stations arranged into a grid. In 2011–2013, we performed surveys in the coastal waters from Cape Listvenny to Cape Veinavolok to the 10-m isobath. On June 26, 2011 and July 7 and 12, 2012, 11 water samples were collected from the near the bottom. In 2013, the works were conducted only in the western area, where 6 samples of near-bottom water were collected. During the summer season of 2016, water samples were collected in the water area off Cape Glubokiy at a distance of 250 m from the coast, at 20 stations in 4 steps with an interval of 1/4 of a semidiurnal cycle (to measure the hydrocarbons content in them). In the summer of 2017, 7 water samples were taken from the near-bottom depth at the 1/4 diurnal station and 28 water samples from the surface at 2 semidiurnal stations with an interval of 1 hour. In the summer of 2018, we continued water sampling for determination of OHC. The water samples were collected from the surface directly from shore, every 3 h through the day. The hydrocarbon content in the water and bottom sediment samples was analyzed at the laboratory. The OHC content in the samples, collected from a single stations, was measured by the method of infra-red spectrometry (IRS) (Technique..., 1995, 1998).

Для изучения состояния прибрежных популяций рыб в 2012, 2013, 2016–2018 гг. в районе м. Глубокий на различных прибрежных участках производился отлов рыб. Определялся видовой состав уловов. Для речной и морской камбалы проводился биоанализ, включающий размерно-весовые характеристики, определение пола и отбор отолитов для определения возраста в лабораторных условиях. Отбор проб тканей беспозвоночных для определения содержания массовой доли нефтяных УВ производился после их сбора с последующей доставкой в лабораторию в живом виде. Общие нефтепродукты в тканях гидробионтов определялись согласно НДИ 05.17-2009. В ходе опроса жителей д. Пурнема и д. Лямца, а также по сообщениям от сотрудников ГИМС МЧС и жителей г. Онеги, выяснилось, что в период 2009–2017 гг., в районе регистрировали гибель белух.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Результаты маршрутных и стационарных наблюдений, проведенных в 2003–2006 гг., позволили выявить, что летом в юго-восточной части Онежского залива распределение белухи носит дискретный характер, но при этом белухи, обитающие в районе, составляют единое стадо. В этот период стадо насчитывало до 150 особей (130 белух мы наблюдали только в стадном скоплении в июле 2005 г.) и имело 6 участков репродукции с центральным участком в районе м. Глубокий (Андрианов и др., 2009) (рис. 1А). Каждый участок размножения южного ЛС – это прибрежная акватория протяженностью 5–7 км, где обитала разновозрастная группировка белух численностью до 30 особей, состоящая из нескольких семей, каждая из которых имела свой прибрежный участок деторождения.

Начиная с 2006 г., наметилась тенденция изменения пространственной структуры стада. Район деторождения у м. Глубокий становится по большей части местом обитания взрослых белух без детенышей (групп самцов). Участок в районе д. Лямцы практически перестал использоваться белухами как местообитание, на участках обитания отдельных группировок наблюдался отход белух от мелководий (рис. 1Б).

Изменился характер и активность посещаемости белухами акватории у м. Глубокий, что отражает рисунок 2. До нефтяного загрязнения (2003 г.) и какое-то время после загрязнения (2005 г.) акватория у м. Глубокий являлась участком репродукции белух, где происходило деторождение и начальное воспитание новорожденных, хотя в 2005 г. на большей части акватории обитания стада содержание УВ в воде находилось на уровне 10–15 ПДК (Андрианов и др. 2016). На графике

Black oil-sand aggregates (BOSA) were collected near Cape Glubokiy, if found during low tides. To study the condition of the coastal fish populations, fish were caught off Cape Glubokiy from various coastal sites in 2012, 2013, and 2016–2018. Species composition of catches was determined. Freshwater and sea flounder were analyzed, including: size/weight measurements, identification of sex, and otoliths were collected for age determination in the laboratory. Tissues from invertebrates to determine the weight fraction of OHC were sampled after the animals were live-collected and delivered to the laboratory. Total oil products in tissues of aquatic organisms were determined according to NDI 05.17-2009. Residents of the villages Purnema and Lamtsa reported in their interviews that white whales mortality was registered in 2009–2017. Similar information was received from the officers of the State Inspection on Small-Size Vessels (GIMS), EMERCOM of Russia, and residents of Onega Town.

RESULTS AND DISCUSSION. The results of the vessel- and shore-based observations in 2003–2006 have shown that in summer the distribution of white whales in the southeastern part of the Onega Bay has a discrete pattern, but overall the white whales inhibiting this area represent a single herd. During this period, the herd numbered up to 150 individuals (we observed 130 white whales in one aggregation only in July 2005) and had 6 breeding sites with the central site near Cape Glubokiy (Andrianov et al. 2009) (Fig. 1A). Each breeding site of the southern LH is an area of coastal waters (about 5–7 km in length), inhabited by a mixed-age group of white whales, up to 30 individuals and consisting of several pods, each of which has its own coastal site for calving.

Since 2006, the spatial structure of the herd has been changing. The calving site near Cape Glubokiy is becoming mainly a habitat for adult white whales without calves (male groups). White whales have ceased to use the site off the Lamtsa Village as a habitat; at the sites inhabited by separate groups, we observed white whales leaving the shallow waters (Fig. 1B).

The pattern and frequency of attendance of the area off Cape Glubokiy by white whales changed, as is shown in Fig. 2. Before the oil spill (in 2003) and for some time after (through 2005), the water area off Cape Glubokiy was a breeding site used by white whales for calving and nursing newborns, although in 2005 the OHC content in water, through the most of the area inhabited by the herd, remained at a level 10–15 times higher than

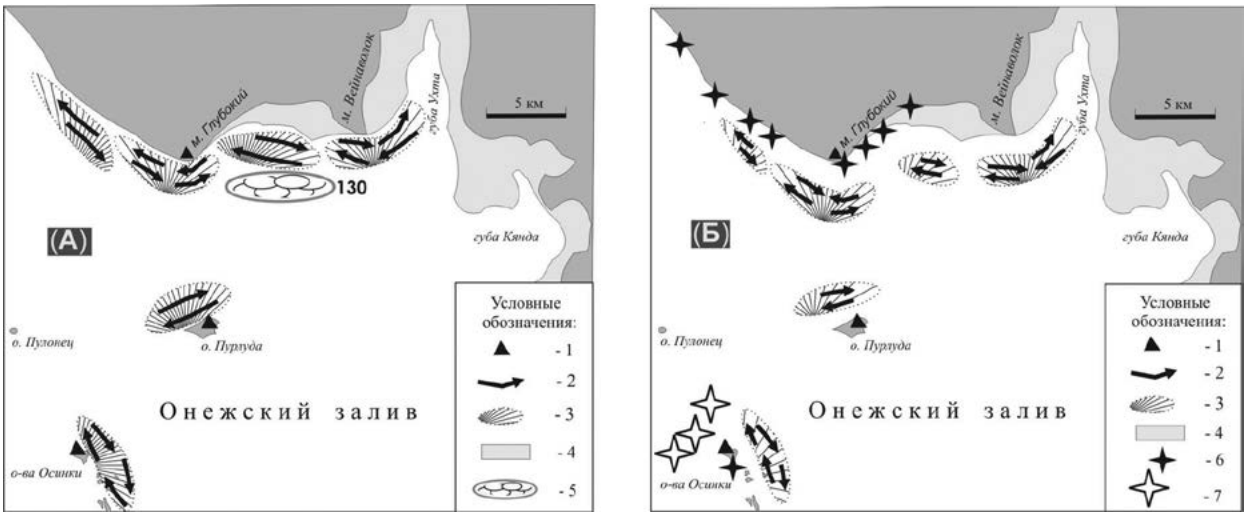


Рис. 1. Распределение белухи в юго-восточной части Онежского залива: **А** – в 2003-2005 гг., **Б** – в 2006-2013 гг. 1 – наблюдательный пункт; 2 – основные направления кочевок белух; 3 – участки локального обитания белух; 4 – литораль; 5 – скопление 130 особей белух 21.07. 2005 г.; 6 – места обнаружения погибших белух на литорали; 7 – места обнаружения погибших белух на воде.

Fig. 1. Distribution of white whales in the southeastern part of the Onega Bay: (**A**) in 2003–2005; (**Б**) in 2006–2013. (1) Observation post; (2) the main directions of white whales' movements; (3) sites of local habitat of white whales; (4) littoral zone; (5) an aggregation of 130 white whales on July 21, 2005; (6) places where dead whales were found in the littoral zone; (7) places where dead white whales were found in water.

Key:

Онежский залив → Onega Bay

Мыс Глубокий → Cape Glubokyi

Мыс Вейнаволок → Cape Veinavolok

это отражает уровень посещаемости акватории взрослыми с детенышами-сеголетками, достигающий в эти годы 50–60 особь × час за день наблюдений (рис. 2.)

Отбор и анализ проб придонного слоя воды, выполненные нами летом 2011 г., показал снижение уровня концентрации углеводородов в воде по сравнению с 2005 г. в 2–3 раза. Стационарные наблюдения, проведенные в 2011 г. у м. Глубокий, показали, что посещаемость белухами этого района является высокой, оставаясь на уровне 2003, 2005 гг. Однако использовался он, подобно летнему сезону 2006 г., в большей мере взрослыми белухами без детенышей (самцами). Это наглядно отражает снижение уровня посещаемости акватории самками с детенышами сеголетками в 2011 г., равно как и в 2006 г., в сравнении с предыдущими годами (рис. 2). В 2012 г. акватория юго-восточной части Онежского залива в результате штормов в значительной мере очистилась от отложений мазута и содержание УВ в воде на большей части акватории снизилось до уровня ПДК. Белухи здесь стали заходить на мелководье. Кроме того, 2.07.2012 г. у самого мыса, на

the maximum allowable concentration (MAC) limit (Andrianov etc. 2016). As can be seen in the graph, the level of attendance by adults with calves in this area during those years reached 50–60 individuals × hour per an observation day (Fig. 2.)

The sampling and analysis of water from the near-bottom layer, collected in the summer of 2011, showed a 2–3-fold decrease in the concentration of hydrocarbons in the water compared to that in 2005. The shore-based observations in 2011 at Cape Glubokiy showed that the attendance of this area by white whales is high, and remaining at the level of 2003 and 2005. However, it was used mostly by adult white whales without calves (males), similarly to the summer season of 2006. This evidently reflects the decrease in the level of attendance of the area by females with calves in 2011 and 2006, compared to that in the previous years (Fig. 2). In 2012, the waters of the southeastern Onega Bay was cleaned of oil deposits to a significant degree as a result of a storm, and the OHC content in water over most of the area decreased to the MAC level. White whales returned to

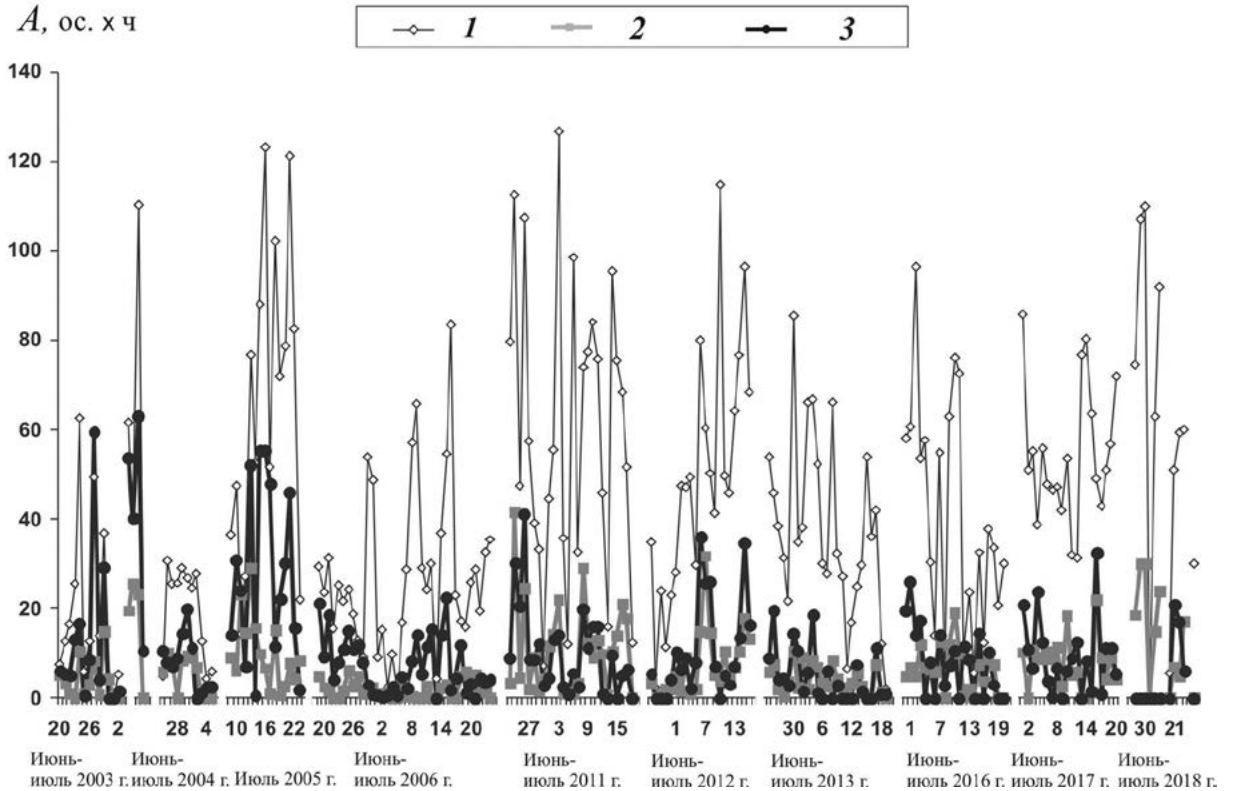


Рис. 2. Изменение суточной посещаемости (А, ос. × ч) белухами разных возрастных категорий акватории у м. Глубокий в период летних сезонов 2003–2018 гг. 1 – взрослые, 2 – неполовозрелые, 3 – сеголетки.

Fig. 2. Variations in daily attendance (A, inds. × hour) of the water area off Cape Glubokiy by white whales of different age categories in the summer seasons of 2003–2018. (1) adults, (2) subadults, (3) calves.

Key:

А, ос. × ч → A, inds. × h

Июнь-июль → June–July

мелководье, мы наблюдали рождение белушонка. Это первое такое наблюдение после 2003 г. С этого дня самка с новорожденным стали подолгу держаться вблизи мыса, и посещаемость акватории наблюдений другими самками с детенышами также увеличилась, что отражают два пика посещаемости акватории детенышами, которые можно видеть на диаграмме посещаемости за этот период (рис. 2).

Изменения в использовании местообитания белухами имели целый ряд негативно сказавшихся на состоянии стада последствий. Белухи утратили ряд адаптивных навыков, что могло стать одной из причин повышения уровня смертности, о котором можно судить по результатам опросных сведений. За 4 года, начиная с 2009 г., отмечена гибель 2-х взрослых животных, 3-х детенышей и одной неполовозрелой белухи, тогда как в предыдущие годы регистрации погибших белух в районе

the shallow waters here. In addition, on July 2, 2012 we observed the birth of a calf in the shallow waters near the cape. This was the first such observation since 2003. After the birth, the female with her newborn calf were staying near the cape for a long time, and the attendance of the observed area by other females with calves also increased, as shown by the two peaks of calves' attendance of the area in the diagram for this period (Fig. 2).

The changes in the habitat use by the white whales had a variety of consequences that negatively influenced the condition of the herd. The white whales lost a number of adaptive skills, and that could be one of the reasons of an increased mortality rate reported in the interviews. During the four years since 2009, six cases of white whale death (2 adults, 3 calves, and 1 immature) were recorded, whereas in previous years

были большой редкостью. Другой причиной повышения смертности белух могло стать снижение уровня их кормовой базы. По результатам опросных сведений, состояние рыбных ресурсов в районе по таким видам, как сельдь, камбала, сиг и некоторым другим, в последние годы заметно ухудшилось. Еще одна возможная причина, которая могла вызвать повышение уровня смертности белух, – накопление в тканях их организмов УВ. По полученным нами в 2012–2013 гг. данным, содержание УВ в тканях гидробионтов, отобранных на литорали в районе м. Глубокий, в десятки раз превосходило содержание УВ в тканях гидробионтов из незагрязненных районов, которое составляет 1–3 мг/кг сырой массы (Щекатурина,1992). Поскольку для белухи беспозвоночные, как и рыбы, являются кормовыми объектами, то естественно ожидать накопление УВ и в тканях белух.

В 2016–2018 гг. работы по мониторингу экологического состояния загрязненного района были продолжены. Исследования показали, что в прибрежной зоне у м. Глубокий в различные периоды полусуточного прилиро-отливного цикла преобладали чистые воды (Андрианов и др. 2017). В целом проведенные в 2012, 2013, 2016–2018 гг. исследования показали, что в летние сезоны этих лет УВ загрязнение исследуемой прибрежной акватории на большей ее части постепенно снизилось до уровня ПДК. В связи с этим произошли перемены и в состоянии различных звеньев трофической цепи, в том числе и белухи. Несколько более позитивная картина, чем прежде, наблюдалась с изменением состава популяций речной и полярной камбалы, о чем можно судить по возрастному составу выловленной камбалы. Так, если в 2012, 2013 гг. их состав состоял в основном из 3-х генераций возрастом 2–4 лет, то в 2017–2018 гг. возрастной состав расширился до 5–7 генераций, причем для обоих исследованных видов.

Стационарные наблюдения, проведенные в районе м. Глубокий в летние сезоны 2016, 2017 гг., показали, что в целом ухудшившееся состояние ЛС, обитающего в районе м. Глубокий, оставалось на уровне 2013 г., но наметились некоторые положительные перемены в поведении белух. Так, если посещаемость белухами акватории наблюдений оставалась на самом низком уровне (ниже была только в 2004 г., сразу после загрязнения) (рис. 2), то характер этой посещаемости в сравнении с периодом 2011–2013 гг. изменился в положительную сторону. Белухи стали подходить ближе к берегу, что свидетельствует об определенном очищении прибрежной акватории от нефтепродуктов. Кроме того, белухи вновь стали использовать цикличное

dead animals in the area had been rarely found. A reduction in the level of food supply could become another factor of the increase in the white whales mortality rate. According to the interview data, the status of fish resources in the area such as: herring, flounder, white fish, etc., significantly deteriorated in previous several years. One more possible factor, which could cause the increased mortality rate, is an accumulation of OHC in tissues of the organisms. According to the data obtained by us in 2012–2013, the OHC content in tissues of the aquatic organisms collected from the littoral zone off Cape Glubokiy was dozens of times higher than the OHC level in tissues of the organisms from the non-polluted areas, which was 1–3 mg/kg wet weight (Shchekaturina, 1992). Since invertebrates, as well as fish, are the food items in the diet of white whale, it is logical to expect accumulation of OHC in tissues of white whales also.

In 2016–2018, the work on monitoring the ecological condition of the polluted area continued. The study showed that in the coastal zone near Cape Glubokiy clean waters prevailed during various periods of the semidiurnal tidal cycle (Andrianov et al. 2017). In general, according to the studies conducted in 2012, 2013, and 2016–2018, the OHC pollution of the considered coastal waters gradually decreased to the MAC level in most of the area during the summer seasons of those years. In connection with that, changes also occurred in the condition of various elements of the trophic chain, including white whales. The variations in the structure of the populations of freshwater and polar flounder showed a slightly more positive trend compared to that observed previously, as is evidenced by the age structure of flounder in the catches. Thus, in 2012 and 2013 the age structure consisted mainly of 3 year-classes aged 2–4 years, but in 2017–2018 the age structure extended to 5–7 year-classes for both species.

The shore-based observations near Cape Glubokiy during the summer seasons of 2016 and 2017 showed that the declined condition of LH inhabiting the waters off the cape remained generally at the level of 2013, but some positive trends in behavior of white whales were also noted. Thus, while the attendance of the study area by white whales remained at the lowest level (it was lower only in 2004, immediately after the oil spill) (Fig. 2), the pattern of this attendance is improving compared to that in the period 2011–2013. White whales began to approach closer to the coast, which may indicate a lack of oil pollution in those coastal waters. Also, white whales used the cyclic tidal current for stay locally in the habitat: they were

Рис. 3. Погибший детеныш белухи, зоологическая длина 141 см. Июль 2017 г., район м. Глубокий, Онежский залив.
Fig. 3. The dead white whale calf (zoological length 141 cm) found near Cape Glubokiy, Onega Bay, in July 2017.

приливно-отливное течение для поддержания локальности местообитания: по большей части, лежа на воде и пассивно передвигаясь вдоль берега в обе стороны. Но имелись и негативные для популяции изменения в поведении белух: летом 2017 г. белухи стали оставлять своих детенышей на попечение 1–2-х взрослых белух, а несколько раз детеныши появлялись вообще без взрослых. Это опасно для белушат в столь сложных гидрологических условиях, какие наблюдаются в юго-восточной части Онежского залива, и впоследствии этому нашлось подтверждение. По-видимому, вынужденно оставляя своих детенышей, самки уходили кормиться в удаленные от участков репродукции районы, что могло быть вызвано перераспределением в районе объектов питания и снижением их запасов. Опрос местных жителей д. Пурнема засвидетельствовал продолжающуюся гибель белух, начавшуюся с 2009 г. и к 2017 г. составившую 12 особей, включая 5 взрослых белух, 2 неполовозрелые белухи и 5 детенышей. В 2017 г. был найден погибший детеныш на берегу в районе с. Пурнема, где осушка достигает более километра (рис. 3). По-видимому, дете-

mostly lying on the water surface and moved in both directions with the tide. There were changes in white whales behavior that were negative for the population: in the summer of 2017 white whales were seen to leave their calves in care of one or two adult white whales, and several times the calves appeared without any adult supervision. This is dangerous for calves in such difficult hydrological conditions that exist in the southeastern part of the Onega Bay, as was subsequently confirmed by an incident. It is possible that, females went to feed in remote waters from the breeding sites, thus abandoning the calves for an extended period of time. The reason for that could be a redistribution of their food objects and a decrease in their stocks in the area. In their interviews, local residents from the Purnema Village reported the continuing high mortality of the white whales which had begun in 2009 and counted 12 individuals, including: 5 adults, 2 subadults, and 5 calves by 2017. In 2017, a dead calf was found in the area off Purnema Village, where the low tide zone reaches more than a kilometer (Fig. 3). The calf was

ныш был оставлен взрослыми животными и в одиночку не смог вовремя покинуть мелководный район.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Таким образом, долговременные негативные последствия для южного локального стада белух очевидны. В июне 2004 г., когда стадо пришло в район летнего обитания, загрязнение вод здесь было настолько высоким, что белухи покинули район репродукции. Но уже летом 2005 г. стадо численностью около 150 разновозрастных особей вновь появилось в районе, несмотря на 10–15-ти кратное превышение ПДК уровня содержания УВ в воде. И все остальные годы вплоть до 2017 г. стадо приходило в район своего летнего обитания. Но годы обитания в загрязненном районе не прошли для белух бесследно. Негативное воздействие на них объективно начало проявляться с 2009 г., когда в районе стали регистрировать погибших белух, хотя на самом деле к будущему повышению смертности привели перемены, произошедшие со стадом еще в 2006 г., такие как изменение пространственной структура стада и др., вызванные загрязнением. К настоящему времени акватория района обитания белух существенно очистилась от нефтяных УВ, но белухи продолжают гибнуть. Однако помимо очищения вод есть и другие признаки постепенной стабилизации пострадавшей от загрязнения экосистемы: улучшение состояния популяций рыб и беспозвоночных, которые являются кормовыми объектами белух. Если тенденция улучшения состояния экосистемы сохранится, то следует ожидать стабилизации численности локального стада белух (возможно на новом уровне), и это произойдет при возвращении уровня смертности белух к уровню, наблюдавшемуся до загрязнения, когда регистрация погибших белух была большой редкостью.

ВЫВОДЫ: 1. Разлив мазута в южной части Онежского залива привел к серьезным нарушениям прибрежной экосистемы юго-восточной части Онежского залива, где обитает южное локальное стадо белухи.

2. Почти 10 лет после разлива уровень загрязнения вод акватории исследований превышал ПДК в несколько раз. В тканях гидробионтов накапливались нефтяные УВ, состав популяций речной и полярной камбалы, выловленной в акватории, состоял в основном из 3-х генераций возрастом 2–4 лет.

3. В период с 2009 по 2017 г. в районе наблюдалась гибель белух и уменьшение численности приходящего сюда стада.

4. В период исследований 2016–2018 гг. было выявлено, что акватория практически очистилась от УВ. В тканях гидробионтов содержание УВ также пришло в норму,

apparently left by adult animals and could not leave the shallow zone on its own in time.

CONCLUSION. As a result, the long-term negative consequences to the southern local herd of white whales are evident. In June 2004, when the herd arrived in the area of their summer habitat, the water pollution was so high that the animals left the site. But in the summer of 2005 the herd (counting approximately 150 individuals of different ages) appeared again in area, despite the OHC content in water exceeded the MAC level 10–15 times. In all the subsequent years up to 2017 animals used the area of summer habitat. But the years of staying in the polluted waters possibly had an impact on the white whales. The negative effect became apparent since 2009, when dead white whales were first recorded in the area. Although the actual cause of mortality rate increase (that happened in the following years) was possibly the changes in the spatial structure of herd and food, all of which was a side effect of pollution. Currently, the area inhabited by white whales has been mostly cleaned of OHC, but white whales continue to die. There are also other signs of gradual stabilization of the ecosystem (besides improvement in the water quality) which has suffered from pollution: increase in the numbers of fish and invertebrate populations which are the food objects of white whales. If the condition of the ecosystem continue to improve, we can expect that the same would happen to the local white whales' herd (probably at a new level). This will occur when the death rate of white whales returns to the level recorded before the pollution, when records of dead white whales were very rare.

KEY RESULTS: 1. The accidental spill of fuel oil in the southern part of the Onega Bay has led to a serious disturbance of the coastal ecosystem inhabited by the southern local herd of white whales.

2. During almost 10 years after the spill, the level of pollution of waters in the study area exceeded the maximum allowable concentration (MAC) limit several times. OHC accumulated in tissues of aquatic organisms; the populations of freshwater and polar flounder caught in water area consisted mainly of 3 year-classes: aged 2–4 years.

3. During the period from 2009 to 2017, a high mortality of white whales and a decline in the size of the herd was observed.

4. The studies in 2016–2018 showed that the water area was mostly cleanned of OHC. In tissues of aquatic organisms, the content of OHC also decreased to a

улучшилось состояние популяций речной и полярной камбалы. В 2018 году гибели белух уже не наблюдалось.

5. При проведении дальнейших исследований мы вправе ожидать восстановления численности южного локального стада белухи, что означало бы восстановление экологического равновесия прибрежной экосистемы юго-восточной части Онежского залива.

normal level; the population trends of freshwater and polar flounder has improved. In 2018, no mortality of white whales was observed.

5. When carrying out further studies, we may expect a recovery of the southern local herd of white whales with the restoration of ecological equilibrium to the coastal ecosystem in the southeastern part of the Onega Bay.

Список использованных источников / References

Андрианов В.В., Ненашев А.А., Белькович В.М., Лукин Л.Р. 2005. О последствиях нефтяного загрязнения акватории южной части Онежского залива Белого моря в 2003 году. В: Теория и практика комплексных исследований в интересах экономики и безопасности российского Севера. Тезисы докладов международной научно-практической конференции. Мурманск, 15–17 марта 2005 г. Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН: 13–14 [Andrianov V.V., Nenashev A.A., Bel'kovich V.M., Lukin L.R. 2005. On the consequences of the oil pollution of the water area in the southern part of Onega Bay, White Sea, in 2003. In: Theory and practice of integrated research for the economy and security of the Russian North. Proc. Int. Sci. Pract. Conf. Murmansk, March 15–17, 2005, Apatity: Kol'sky Nauchny Tsentr RAS: 13–14].

Андрианов В.В., Белькович В.М., Лукин Л.Р. 2009. Распределение белухи (*Delphinapterus leucas*) в Онежском заливе Белого моря в летний период. Океанология, 49(1) 79–89 [Andrianov V.V., Bel'kovich V.M., Lukin L.R. 2009. White whale (*Delphinapterus leucas*) distribution in Onega Bay of the White Sea in the summer. Oceanology (Engl. Transl.), 49(1): 73–82].

Андрианов В.В., Лебедев А.А., Неверова Н.В., Лукин Л.Р., Воробьева Т.Я., Собко Е.И., Кобелев Е.А., Лисицына Т.Ю., Самохина Л.А., Климов С.И. 2016. Долговременные последствия аварийного разлива нефтепродуктов в южной части Онежского залива Белого моря. Биология моря, 42(3): 169–178 [Andrianov V.V., Lebedev A.A., Neverova N.V., Lukin L.R., Vorobyeva T.Ya., Sobko E.I., Kobelev E.A., Lisitsyna T.Yu., Samokhina L.A., Klimov S.I. 2016. Long-term environmental impact of an oil spill in the southern part of Onega Bay, the White Sea. Russian Journal of Marine Biology, 42(3): 205–215].

Андрианов В.В., Лукин Л.Р. 2017. Опыт численной формализации материалов наблюдений за южным локальным стадом Беломорский белухи (*Delphinapterus leucas*). Экология №4. С.315–318 [Andrianov V.V., Lukin L.R. 2017. An attempt at numerical formalization of the results of observations on the southern local herd of White Sea beluga whales (*Delphinapterus leucas*). Russian Journal of Ecology, 4: 395–398].

Андрианов В.В., Неверова Н.В., Лебедев А.А., Климов С.И., Воробьева Т.Я. 2017. Современное экологическое состояние юго-восточной части Онежского залива Белого моря после аварийного разлива мазута (01.09.2003 г.). Современные проблемы науки и образования, 6. [Andrianov V.V., Neverova N.V., Lebedev A.A., Klimov S.I., Vorobyeva T.Ya. 2017. The current ecological state of the southeastern part of Onega Bay, White Sea, after the accidental oil spill (September 1, 2003). Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya, 6]. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27194

Клейненберг С.Е., Яблоков А.В., Белькович В.М., Тарасевич М.Н. 1964. Белуха. Опыт монографического исследования вида, М.: Наука, 455 с. [Kleinenberg S.E., Yablokov A.V., Bel'kovich V.M., Tarasevich M.N. 1964. Beluga: The experience of monographic study of a species. M.: Nauka, 455 p.].

Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в природных и сточных водах методом ИКС: ПНД Ф 14.1:2.5-95 М.: ФГУП "СтандартИнформ". 1995. 9 с. [Technique of measuring the mass concentration of oil products in natural and waste waters by the method of infra-red spectrometry: PND F 14.1:2.5-95. 1995. M.: FGUP StandartInform, 9 p.].

Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в почвах и донных отложениях методом ИК-спектрометрии: ПНД Ф 16.1:2.2.22-98. М.: ФГУП "СтандартИнформ". 1998. 21 с. [Technique of measuring the mass fraction of petroleum products in soils and bottom sediments by IR spectrometry: PND F 16.1:2.2.22-98. 1998. M.: FGUP StandartInform, 21 p.].

Чернецкий А.Д., Белькович В.М., Краснова В.В. 2002. Новые данные о структуре популяции белухи в Белом море. Морские млекопитающие Голарктики. Тез. докл. второй международной конференции. Байкал, Россия, 10–15 сентября 2002 г. М.: «Издательский дом»: 279–282 [Chernetsky A.D., Belkovich V.M., Krasnova V.V. 2002. New data on population structure of white whales in the White Sea. In: Marine Mammals of the Holarctic. Abstracts of reports of the II Intl. conf., M.: KMK: 279–282].

Щекатурина Т.А. 1992. Углеводы автохтонного и аллохтонного происхождения и их преобразование в морских организмах: Афтореф. дис. .д-ра хим. наук. Ростов-на Дону: Гидрохим. ин-т, 34 с. [Shchekaturina T.A. 1992. Carbohydrates of autochthonous and allochthonous origin and their transformation in marine organisms. Extended Abstract of Doctoral (Chem.) Dissertation. Rostov-on-Don: Gidrokhim. Inst., 34 p.].

Ognetov G.N. 1981. Studies on the ecology and the taxonomy of the white whale (*Delphinapterus leucas* Pall., 1776) inhabiting the Soviet Arctic. Report of the International Whaling Commission, 31: 515–520

Байкова И.Б.

Морские млекопитающие в «Планете Океан»: возможности для популяризации науки и экологического просвещения в Музее Мирового океана

ФГБУК «Музей мирового океана», Калининград, Россия

Baykova I.B.

Marine mammals at “The Planet Ocean” exposition center: opportunities for popularization of science and ecological education at the Museum of the World Ocean (Kaliningrad)

Museum of the World Ocean, Kaliningrad, Russia
DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-23-28

Музей Мирового океана – комплексный маринистический музей, рассказывающий в своих экспозициях о технике судостроения, живописи, развитии морской торговли, истории морских сражений, истории океанографических исследований. За прошедшие годы музей заработал амплуа «музея кораблей», тем не менее, главную цель – всестороннее представление природы Мирового океана в музейной экспозиции – нельзя было считать достигнутой. Оставалась нерешенной проблема создания естественнонаучного комплекса, позволяющего представить Мировой океан как глобальную экосистему во всем его многообразии.

Федеральная целевая программа «Культура России» 2012 – 2018 гг. дала возможность музею развернуть активное строительство и двигаться в направлении решения этой задачи. Новый корпус «Планета Океан» спроектирован как 7-этажное сооружение шарообразной формы высотой 32 м. Архитекторы предположили, что

The Museum of the World Ocean (MWO) is an integrated marine museum with its exhibits representing shipbuilding technologies, seascape paintings, development of maritime trade, stories of sea battles, and the history of oceanographic research. Over the past years, the museum has rightly gained the status of a “ships’ museum”, however, its main goal—a comprehensive representation of the nature of the oceans with museum exhibits—cannot be considered achieved. The problem of creating a natural-science complex, which would allow viewing the World Ocean as a global ecosystem with its full diversity, remains yet unsolved.

The “Culture of Russia” Federal Targeted Program (2012–2018) gave the museum a good opportunity of to begin active construction and resolve this problem. The new building named The Planet Ocean was designed as a 7-storey spherical construction with a height of 32

Рис.1. Строящийся экспозиционный корпус «Планета Океан» (проект).
Fig. 1. The project of the Planet Ocean exhibit building (now under construction)

именно такая конструкция позволит сделать музейное здание архитектурной доминантой набережной и сможет «вместить океан» в музейное пространство (рис.1). Концепция будущего корпуса была утверждена при сотрудничестве с учеными профильных научных организаций, входящими в ученый совет ММО. В основных экспозиционных разделах было предложено представить физику, химию, биологию, геологию океана (Сивкова и др., 2012). Согласно тематической структуре, разделы стали именоваться «лабораториями».

Раздел «Лаборатория Жизни» посвящен морской биологии, и одним из главных акцентов создаваемой экспозиции должны стать морские млекопитающие и экспозиционный комплекс «Исполины океана».

Этой теме в музее всегда уделялось большое внимание. Музей был создан в 1990 году, одним из первых экспонатов стал скелет кашалота, добытого в 1975 году китобойной флотилией «Юрий Долгорукий» (Морское собрание, 2015). В 2001 году во временном павильоне сотрудниками АтлантНИРО был впервые произведен монтаж скелета. Созданная экспозиция, содержавшая как информацию о биологии китообразных, так и истории китобойного промысла, просуществовала до 2013 года и была свернута в связи с демонтажом павильона и строительством на его месте здания фондохранилища.

m. Architects proposed it as the only design that would make the museum building the architectural dominant over the seaside promenade and would “fit the ocean” into the museum space (Fig. 1). The concept of the future building was approved as a result of cooperation with experts from the responsible scientific organizations that are members of the MWO Scientific Council. It was proposed to represent physics, chemistry, biology, and ocean geology in the main exhibition sections (Sivkova et al., 2012). According to the topical structure, the sections are now referred to as “laboratories”.

The Laboratory of Life section is dedicated to marine biology, while marine mammals and the Giants of the Ocean exhibition complex will become one of the main attractions of the exhibit being created now.

This topic has always received a great attention in the museum. The museum was founded in 1990, and one of the first exhibits was the skeleton of a sperm whale obtained in 1975 by the *Yuri Dolgorukii* whaling fleet (Maritime Assembly, 2015). In 2001, the skeleton was assembled for the first time in a temporary pavilion by researchers of the Atlantic Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (AtlantNIRO). That exhibit existed through 2013, and presented both the information on the biology of cetaceans and the history

Рис. 2. Открытая в 2015 году экспозиция «Глубина».
Fig. 2. The Depth exhibit opened in 2015.

В проектируемом экспозиционном комплексе, посвященном морским млекопитающим, предполагалось отразить такие аспекты: систематика, современные гипотезы происхождения, особенности адаптации к водной среде, проблемы, методы и основные направления исследований, промысел и охрана. Взаимодействие с Советом по морским млекопитающим позволило музею наладить сотрудничество с представителями научных и природоохранных организаций, которые приняли участие в основных направлениях музейной деятельности, связанных с формированием информационной и предметной базы будущего экспозиционного комплекса. Научно-фондовое направление было связано с комплектованием музейных коллекций, пополнением научного архива документами и библиотеки музея профильной литературой, оказанием помощи в написании экспертных заключений. Работа над выставочными проектами, предоставление фото-, видео-, аудиоматериалов, участие в создании экспозиций стало основой совместной экспозиционно-выставочной деятельности. Просветительская работа была связана с привлечением ученых к проведению лекций, скайп-конференций, экологических праздников.

Важным средством экологического просвещения служат музейные экологические праздники и выставки. С 2012 по 2018 годы в музее было совместно организовано 9 выставочных проектов на основе фото-, видео- и аудиоматериалов, предоставленных членами СММ. В 2015 году открылась экспозиция «Глубина», при создании которой использовались предоставленные материалы (рис. 2). В 2016 году появился инте-

of whaling. Then it was closed due to dismantling of the pavilion and the construction of the museum depository building in its place.

In the future exhibition complex dedicated to marine mammals, we are planning to represent the following topics: the systematics, the modern hypotheses of their origin, the features of adaptation to the aquatic environment, and the problems, methods and main directions of their research, including hunting of whales and conservation. The interaction with the Marine Mammal Council (MMC) allowed the museum to establish a good cooperation with representatives of scientific and environmental organizations that participated in the main field of museum activities. They helped to gather the information and determine a subject domain of the future exhibition complex of our museum. The main direction of scientific and artifacts development was the acquisition of museum collections, extending the scientific archive with documents and the museum library with specialized literature, and the assistance in expert evaluations. The work on the exhibition projects, providing the photo, video and audio materials, and participation in the creation of exhibits became the basis of the combined exhibition and representation activities. The educational work involved invitations to scientists to give lectures, conducting Skype conferences, and organization of ecological festivals.

The important approach to environmental education are museum-based ecological festivals and exhibitions.

рактивный комплекс «Голоса океана», позволяющий посетителям услышать записи голосов морских млекопитающих и звуки техногенного характера и узнать о проблеме шумового загрязнения.

Большой интерес у посетителей вызвали выставки фотографий, созданные на основе снимков, сделанных учеными во время экспедиций в ходе научной работы: «Белуха – белый кит» (авторы – участники Постоянно действующей экспедиции РАН по изучению животных Красной книги Российской Федерации и других особо важных животных фауны, сотрудники ИПЭЭ РАН им. А.Н. Северцова), «Мир моржа» (авторы - В. Семенова, М. Бабушкин), «Властелин льдов» (авторы - Н. Овсяников, И. Менюшина). Акцентом в них стали авторские тексты и комментарии, раскрывающие особенности биологии или характер проводимых исследований. Впоследствии эти проекты были преобразованы в формат передвижных выставок и активно экспонировались в ресурсных музейных центрах, школах и библиотеках Калининградской области.

Комплектование и презентация естественнонаучных коллекций также является одним из музейных средств экологического просвещения. Коллекция биологических предметов Музея Мирового океана с момента становления формировалась по тематическому принципу и играла роль в основном вспомогательных материалов (например, при создании исторических экспозиций на НИС «Витязь» подбирались предметы, помогающие воссоздать атмосферу лабораторий) (Байкова и др., 2016). Для создания полноценного комплекса, способного представить многообразие морских млекопитающих, предметов было недостаточно. За период с 2012 по 2018 г. коллекция биологических предметов пополнилась на 210 единиц. Экспозиционный корпус предполагается ввести в строй через 2 года, в настоящее время идет процесс реставрации и сборки. В 2018 году был собран в фондохранилище «Глубина» скелет серого кита *Eschrichtius robustus*. Яркими экспонатами должны стать и другие остеологические предметы: скелет тихоокеанского моржа *Odobenus rosmarus*, лахтака *Erignathus barbatus*, белухи *Delphinapterus leucas*, обыкновенной морской свиньи *Phocoena phocoena*. Новым направлением комплектования можно считать получение пластинированных анатомических препаратов. Пластинированные сердца морских млекопитающих позволяют узнать об особенностях сердечнососудистой системы морских млекопитающих. 24 единицы хранения, переданные в дар музею для коллекции приборов и оборудования, позволят сделать рассказ об исследо-

From 2012 to 2018, nine exhibitions were jointly organized at the museum with the use of photographs, video and audio materials provided by MMC members. Permanent exhibit *The Depth*, opened in 2015, was mostly based on the materials provided earlier (Fig. 2). In 2016, *The Voices of the Ocean* interactive complex was launched that allowed visitors to listen to the records of marine mammals and man-made sounds in the ocean and to know more about the noise pollution problem.

Visitors were greatly interested in the photo exhibits with pictures taken by scientists during their expeditions and scientific research: *The Beluga is a White Whale* (the authors are the members of the Permanent Expedition of RAS for study of Russian Red Data Book animals, researchers of the A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS); *The World of a Walrus* (the authors are V. Semenova and M. Babushkin); *The Lord of the Ice* (the authors are N. Ovsyanikov and I. Menushina). The main emphasis in these exhibits was made on the author's comments, revealing the unknown features of biology or the essence of the research. Subsequently, these projects were transformed into the format of mobile exhibitions and were actively implemented at other museums, centers, schools and libraries of the Kaliningrad Region.

Acquisition and presentation of natural-science collections is also one of the museum tools for environmental education. Since the early days, the MWO collection of biological artifacts was formed according to the theme of an exhibition and played a role of mainly supporting materials (for example, when composing the historical exhibit aboard the research vessel Vityaz, where the collected items helped to reproduce a scene of vessel-based laboratory) (Baykova et al., 2016). However, there were not enough artifacts to create an exhibit which would sufficiently represent the full diversity of marine mammals. During the period from 2012 to 2018, the collection of biological objects was extended by 210 items. The exhibition building is expected to be put into operation within 2 years; currently, it is under the process of restoration and assembly. In 2018, the skeleton of a gray whale, *Eschrichtius robustus*, was assembled at *the Depth* depository facility. Other osteological items should also become interesting exhibits: the skeletons of a walrus *Odobenus rosmarus*, a bearded seal *Erignathus barbatus*, a white whale *Delphinapterus leucas*, and a harbour porpoise *Phocoena phocoena*. The plastinated anatomical mounts can be considered as a new trend in museum collections. The plastinated hearts of marine mammals make it possible to learn more about

ваниях морских млекопитающих более наглядным. Ценным даром для музея стал архив китовых паспортов АКФ «Юрий Долгорукий» (более 51 тыс.), переданный Д.Д. Тормосовым. На основе архива в будущем планируется разработка информационной базы, которая будет представлена в экспозиционном разделе «Лаборатория Жизни».

В будущей экспозиции будут сочетаться черты разных видов музеев: традиционного музея, с классической музейной подачей и подлинными музейными предметами, и эксплораториума.

Процесс познания и освоения Мирового океана в настоящее время очень активен. Растет и интерес к природным ресурсам Мирового океана, но при этом заметно отставание в вопросах экологической культуры, в понимании сущности основных природных процессов и явлений.

На фоне потребительского подхода и глобального ухудшения экологической ситуации в обществе возрастает понимание необходимости бережного отношения к природному наследию, важности изучения и сохранения биоразнообразия, понимания механизмов функционирования экосистем. Во всем мире естественнонаучные музеи, выступающие как центры экологической культуры, предоставляющие актуальную научную информацию в доступной интересной форме, переживают новый расцвет.

Музей Мирового океана ежегодно посещает более 600 тысяч человек. С введением в строй комплекса «Планета Океан» эта цифра возрастет. Участие в создании музейного центра экологической культуры – хорошая возможность для научного сообщества поделиться информацией, рассказать о важности своей работы и способствовать повышению естественнонаучной информированности общества.

Автор выражает глубокую признательность всем членам Совета по морским млекопитающим, сотрудничающим с Музеем Мирового океана. Особая благодарность Н.Л. Ременниковой.

features of their cardiovascular system. The 24 artifacts of instruments and equipment donated to the museum for the collections will make the history of marine mammal research more illustrative. A valuable gift for the museum was made by D.D. Tormosov who donated the whale passports archive (over 51,000 items) from a whaling factory of the Antarctic whaling fleet *Yuri Dolgoruky*. This archive is planned to be used for the development of a database, which will be presented at the *Laboratory of Life* section.

The future permanent exhibition will combine elements of different types of museums: a traditional museum with a classic museum presentation (like authentic museum items) and a place to explore.

Currently, the active effort to study and use of the world ocean resources are ongoing. While an interest in natural resources of the oceans is growing, at the same time, there is a noticeable lag in the development of environmental culture and in understanding of the main natural processes and phenomena.

Against the background of the consumer-driven approach worldwide and the global deterioration of the ecological situation, the understanding of the need to respect natural heritage, the importance of study and conservation of biodiversity and understanding the mechanisms of ecosystem functioning is growing in the society. Today, natural-science museums, acting as centers of ecological culture and providing up-to-date scientific information in accessible and interesting format, are experiencing a new dawn across the world. Over 600,000 people visit the Museum of the World Ocean annually. When *The Planet Ocean* exhibit is open, this number will obviously increase. A participation in creating a museum centre for ecological culture is a good opportunity for the scientific community to share information, explain the importance of their work, and contribute to the increasing natural-science awareness of the public.

The author expresses deep gratitude to all members of the Marine Mammal Council who collaborate with the MWO. My special thanks are due to N.L. Remennikova.

Список использованных источников / References

Байкова И.Б., Латышева О.Ю., Зубина Л.В. 2016. Морская биология в Музее Мирового океана. В: Морские биологические исследования: достижения и перспективы: сб. мат. Всеросс. научно-практ. конф. с межд. участием к 145-летию Севастопольской биологической станции, Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 1: 13-16 [Baykova I.B, Latysheva O.Yu., Zubina L.V. 2016. Marine biology in the Museum of the World Ocean. In: Marine biological research: achievements and prospects: a collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation dedicated to the 145th anniversary of the Sevastopol Biological Station, Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika, 1: 13–16].

Морское собрание. Каталог лучших музейных предметов Музея Мирового океана. 2015. Калининград: Музей Мирового океана, 200 стр. [Maritime Assembly. Catalog of the best museum items of the Museum of the World Ocean. Kaliningrad: Muzei Mirovogo Okeana, 200 p. IN RUSSIAN].

Сивкова С.Г., Байкова И.Б., Зубина Л.В., Стрюк В.Л. 2013. Как вместить Мировой океан в музейное пространство? Вестник ИРГСХА, 57(II):143-149 [Sivkova S.G., Baykova I.B., Zubina L.V., Stryuk V.L. 2013 How to fit the World Ocean into a museum space? Byulleten IRGSKhA, 57(2): 143–149].

Баранов Е.А.[1], Гранин Н.Г.[2], Макаров М.М.[2], Муякшин С.И.[3], Рядинская Н.И.[4], Табакова М.А.[4], Иванов В.О.[5], Кирильчик С.В.[2]

Методы изучения состояния популяции байкальской нерпы *Pusa Sibirica* Gm., исключающие гибель животных

1. ООО “Аквариум байкальской нерпы”, Иркутск, Россия
2. Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутск, Россия
3. Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, Россия
4. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, Иркутск, Россия
5. Городская Ивано-Матренинская детская клиническая больница, Иркутск, Россия

Baranov E.A.[1], Granin N.G.[2], Makarov M.M.[2], Muyakshin S.I.[3], Ryadinskaya N.I.[4], Tabakova M.A.[4], Ivanov V.O.[5], Kirilchik S.V.[2]

Non-lethal methods to study the condition of the Baikal seal, *Pusa sibirica* Gm., population

1. Baikal Seal Aquarium, Irkutsk, Russia
2. Limnological Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia
3. Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russia
4. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia
5. Municipal Ivano-Matreninsk Children’s Clinical Hospital, Irkutsk, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-28-34

Озеро Байкал вмещает в себя 20% мировых запасов пресной воды питьевого качества. Чистота воды во многом поддерживается за счет функционирования уникальной экосистемы, сформировавшейся в течение миллионов лет. Популяция байкальской нерпы играет большую роль в функционировании экосистемы водоема, поскольку занимает важное место в трофической цепи Байкала. По некоторым оценкам, она потребляет более трети годовой продукции коттоидных рыб (Пастухов,1993). По этой причине сохранение ее популяции в пределах естественной численности является важным условием для сохранения всей экосистемы. В соответствии с этим большое значение имеет информация о физическом состоянии, условиях питания, демографическом составе и других показателях популяции.

Lake Baikal holds 20% of the World’s fresh water of potable quality. The purity of the water is largely supported by the unique ecosystem that has formed over millions of years. The population of Baikal seals plays a substantial role in the lake’s ecosystem, as it occupies an important position in the food chain of this body of water. According to some estimates, seals consume more than a third of the annual production of cottoid fishes (Pastukhov 1993). For this reason, the conservation of the Baikal seal population at the level of its natural abundance is a necessary requirement for the conservation of the entire ecosystem. Accordingly, information on the physical body conditions, feeding habits, demographic composition, and other parameters of the population are of essential significance.

До настоящего времени исследования такого рода ведутся с использованием охотничьей добычи нерп. Определение физического состояния и структуры питания, а также отбор проб крови и тканей для изучения их биохимических показателей производятся на убитых животных. Определение демографических показателей, таких как численность и структура популяции, также имеет необходимым элементом вскрытие трупов убитых нерп.

В последнее время в общественном отношении к диким животным усилились гуманистические тенденции, поэтому возникает вопрос: можно ли проводить достаточно полное изучение состояния популяции байкальских нерп, не прибегая к убийству животных? В данной работе рассматриваются методы исследований, удовлетворяющие таким требованиям.

Те же самые измерения, которые производились до настоящего времени на трупах убитых нерп, предлагается проводить на предварительно отловленных живых особях с последующим их выпуском на свободу. Фиксация производится либо методом анестезии, либо применением механических фиксирующих приспособлений типа кроватки с ремнями (опыт ветеринарной практики «Аквариума байкальской нерпы»). Таким путем можно проводить как измерение морфометрических показателей и состояния организма (Таб. 1), так и количественных и качественных показателей питания в природном обитании (Таб. 2).

Отдельно встает вопрос об отлове нерп для исследований. Выборка отловленных животных должна быть достаточно большой и достаточно репрезентативной в отношении структуры популяции. Вопрос об отлове нерп на Байкале в отношении этих аспектов не решен (за исключением отлова новорожденных детенышей). Отлов ограниченного количества нерп может быть произведен на летних лежбищах. Однако эта выборка не будет соответствовать структуре популяции по физическому состоянию и возрастному составу, поскольку считается, что на этих лежбищах находятся ослабленные животные, не успевшие вылинять в период ледостава (Пастухов, 1993).

Выход, по нашему мнению, – в использовании сетевого лова нерп в осенний период. Известно, что в это время большое количество нерп заходит в зоны мелководья, располагающиеся в заливах Провал, Ангарский Сор и в Чивыркуйском заливе, которые с давних пор являются местами осенней охоты (Пастухов, 1993). Охотничьей добычей являются нерпы, задохнувшиеся в сетях, их количество может составлять несколько сот экземпляров.

To date, such studies have been based on hunted seals. Therefore, data to determine the physical condition and diet structure, as well as blood and tissues samples to study the biochemical parameters, are collected from dead animals. Assessment of demographic parameters, such as population size and structure, requires autopsy of dead seals.

In recent years, public's attitude to wildlife has become increasingly humane, and, therefore the following question arises: Is a comprehensive study of the Baikal seals population possible without slaughtering the animals? In this paper, we discuss the research methods that meet these requirements.

The same measurements, which until now have been carried out on carcasses of killed seals, could to be done on live-captured individuals with their subsequent release. Animals are immobilized using either anesthesia or mechanical fasteners, involving a cot with straps (based on a veterinary experience in the Baikal Seal Aquarium). In this way, the measurements of morphometric parameters, body condition (Table 1), and quantitative and qualitative parameters of food (Table 2), as those in natural habitat, can be obtained.

Live-capture of seals for research is a separate problem. A sample of captured animals should be large enough and sufficiently representative of the population structure. The issue of capturing many seals in Lake Baikal has not been resolved (except for capturing newborn pups). A limited number of seals can be captured at their summer haulout sites. However, this sample will not be representative of the population structure by physical condition and age structure, as these haulouts are believed to be used by weakened animals that did not complete the molt during the freeze-up of the lake (Pastukhov 1993).

In our opinion, the solution is to use nets for capturing seals during autumn period. It is known, at this time a large number of seals enter the shallow waters in the bays of Proval, Angarsky Sor, and in the Chivyrkuysky Bay, which have long been the sites of autumn seal hunt (Pastukhov 1993). In these areas hunters collect seals that have entangled and suffocated in the nets, with their number sometimes reaching several hundreds.

Our idea is to equip these nets with an automatic surfacing device (Fig. 1). As soon as a seal gets entangled in the net, its movements are registered by the accelerometer of the device, which triggers the gas generator located inside the device, which, in turn, inflates the air bags. The segment of the net with the

Таблица 1. Замена посмертных методов на прижизненные при исследовании морфометрических показателей нерп в популяции
Table 1. Substitution of post-mortem methods of data collection by non-lethal ones to study the morphometry of seals in the population

	Название измерения Measurements	С использованием трупов убитых нерп On dead seals	На отловленных нерпах On live-captured seals
1	Вес, длина и обхват тела Body weight, length, girth	Непосредственно на трупах On dead seals directly	Непосредственно на фиксированных или анестезированных животных On immobilized or anesthetized seals directly
2	Толщина подкожного жира (упитанность) Subcutaneous fat layer thickness (body condition)	Измерение толщины жира при вскрытии животных Determination of fat thickness during autopsy of dead seals	Измерение толщины жира с помощью ультразвукового сканирования Determination of fat thickness by ultrasonic scanning
3	Возраст Age	Извлечение зубов из отрубленных челюстей и подсчет годовых колец на поперечном срезе зуба Extraction of teeth from cut-off jaws and counting of annuli in a cross-section	Экстракция одного зуба у анестезированного животного и подсчет годовых колец на поперечном срезе зуба Extraction of a single tooth from an anesthetized seal and counting of annuli in a cross-section
4	Общие и биохимические показатели крови Hematological and biochemical parameters of blood	Забор крови из внутренних сосудов (не всегда возможно) Blood sampling from internal vessels (not always possible)	Забор крови из периферийных и внутренних сосудов через катетер (доступно всегда) Blood sampling from internal and peripheral vessels with a catheter (always possible)
5	Взятие проб тканей на биохимический и гистологический анализ Sampling of tissues for biochemical and histological analysis	Вскрытие Autopsy	Биопсия Biopsy

Наша идея состоит в том, чтобы оснастить сети устройством автоматического всплытия (Рис. 1). Как только нерпа запутывается в сетях, ее рывки регистрируются находящимся в составе устройства акселерометром, что вызывает срабатывание находящегося внутри устройства газогенератора, который надувает воздушные мешки. Участок сети вместе с запутавшейся нерпой всплывает, одновременно посылая радиосигнал команде, которая оперативно выпутывает нерпу из сетей.

Для определения численности популяции байкальских нерп являются доступными несколько методов.

entangled seal surfaces, simultaneously sending a radio signal to the research team, who quickly untangle the seal from the net.

Several methods are now available to determine the size of the Baikal seal population.

1. Areal method of counting the number of newborn pups (Pastukhov 1982). This is the currently used method to assess the population abundance. The number of dens in which pups were born is calculated within counting plots, arranged over the area of the lake. The proportion

Таблица 2. Замена посмертных исследований состава питания на прижизненные
Table 2. Substitution of post-mortem methods to study diet structure by intravital ones

	Название измерения Measurements	На убитых нерпах On dead seals	На отловленных нерпах On live-captured seals
1	Содержимое желудка Stomach content	Вскрытие Autopsy	Эндоскопия Endoscopy
2	Содержимое кишечника Gut content	Смыв из препарированного кишечника Washout from dissected intestine	Смывы из кишечника спринцеванием через прямую кишку Washout from intestine by syringing through the rectum
3	Исследование пищевого поведения в природных условиях Study of feeding behavior in natural conditions	Невозможно Impossible	Регистрация объектов добычи в природном обитании с помощью отсоединяемых видеорегистраторов, закрепленных на животном Documenting of prey in the natural habitat using a video recorder attached to animal

1. Площадной метод учета поголовья родившихся детенышей (Пастухов 1982). Это действующий метод. Подсчитывается количество логовищ, в которых родился детеныш, на учетных площадках, распределенных по площади озера. Определяется доля беременных самок в популяции перед рождением детенышей или доля рожавших самок после рождения. Численность популяции рассчитывается из средней численности приплода на единицу площади, умноженной на площадь озера и деленной на долю беременных или рожавших самок в популяции. Однако в части определения числа беременных или рожавших самок метод требует вскрытия самок из охотничьей добычи. Тем не менее, этот недостаток метода можно устранить, если наличие или отсутствие эмбриона определять посредством ультразвукового сканирования живых самок, отловленных с помощью метода, предложенного выше.

2. Так называемый метод экологической ДНК (Wilcox e.a, 2016). Анализируется концентрация ДНК данного вида животных, попавшей в воду в результате их жизнедеятельности. Численность может быть определена из величины концентрации ДНК.

3. Метод учета с воздуха (Sharples et.a, 2009). С применением летательных аппаратов подсчитывается количество нерп на лежбищах. Далее определяется доля нерп, находящихся на лежбищах, в популяции. Эта доля определяется как доля времени, проводимого нерпами на лежбищах, во всем времени измерений. Для получения последней величины предполагается снабжение предварительно отловленных нерп телеметрическими

of pregnant females in the population before pupping or the proportion of parous females after pupping is estimated. The population size is calculated as the mean number of pups per unit area multiplied by the lake area and divided by the proportion of pregnant or parous females in the population. However, to determine the number of pregnant or parous females, the method requires dissecting of dead females. However, this disadvantage of the method can be eliminated if the presence or absence of embryo is detected by ultrasound

2. The so-called environmental DNA method (Wilcox et al. 2016). It is based on measuring the concentration of DNA of Baikal seals, which could be found in the water as a result of their life activity. The abundance can be calculated from the value of DNA concentration.

3. Aerial survey method (Sharples et al. 2009). The number of seals on the haulouts is counted from an aircraft. Then the proportion of seals on haulouts is determined relative to the total population. This value is estimated as the proportion of time spent by seals on haulouts throughout the survey period. To obtain the latter value, it is proposed to attach special telemetry tracking tags to live-captured seals, equipped with a gauge that measures the time spent outside the water.

4. Hydroacoustic method (Baranov et al. 2004). During the freeze-up period, when seals stay for a long time in the vicinity of their individual dens, all seals present under the ice plot at a time are detected and counted by means of a circular scanning sonar with

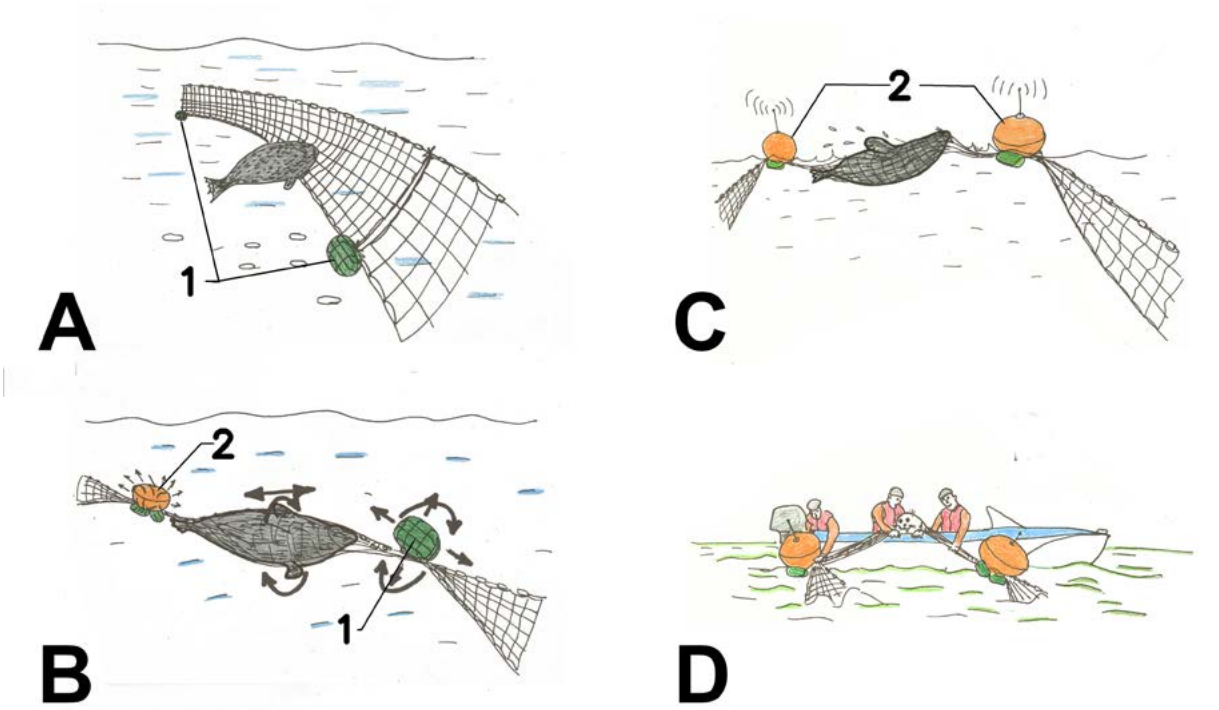


Рис. 1. Схема отлова живых байкальских нерп для исследований. A, B, C, D – этапы отлова
1 – устройства автоматического всплытия
2 – воздушные мешки в надутом состоянии
Fig. 1. Scheme of live-capture of Baikal seals for research. (A, B, C, D) Stages of capturing:
(1) automatic surfacing devices;
(2) inflated air bags.

устройствами прослеживания, снабженными измерителями времени, которое нерпа провела вне воды.

4. Гидроакустический метод (Баранов и др. 2004). В ледовый период, когда нерпы проживают оседло в окрестностях индивидуальных логовищ, с помощью гидролокатора кругового обзора с погружаемой под лед ультразвуковой антенной производится обнаружение и подсчет всех нерп, обитающих под ледовой площадкой (Рис. 2). Наши исследования показали, что отражающая способность нерп в отношении ультразвука средних частот сравнима с таковой у сиговых рыб, имеющих плавательный пузырь, и гораздо выше, чем у коттоидных рыб, не имеющих плавательного пузыря. Поэтому для подсчета количества нерп, обитающих подо льдом на известной площади, применимы гидролокаторы кругового обзора, которые используются на рыболовецких судах для поиска рыбы. Вместе с нерпой гидролокатор будет также обнаруживать и рыбу, однако благодаря тому, что нерпа постоянно совершает вертикальные перемещения, ее можно по этому признаку выделить среди других объектов. В итоге подсчитываются все

an ultrasonic antenna submerged under the ice (Fig. 2). Our studies have shown that the reflectivity of seals for mid-frequency ultrasound waves is comparable to that of whitefish having the swim bladder, and is much higher than that of cottoid fishes lacking the swim bladder. Therefore, to calculate the number of seals that are present under ice within a known area, a circular scanning sonar, used on fishing vessels to search for fish, is quite applicable. Along with seals, the sonar will also detect fish, but due to the vertical movements frequently made by seals they can easily be distinguished from other objects by this characteristic. As a result, all seals present under a circle-shaped ice plot can be counted. The radius of this circle is limited by the detection range, which is estimated to be 1.5 km. The advantage of the hydroacoustic method over the others is that it allows direct count of the number of seals within a certain area. In other methods applied, some initial value is measured (the number of newborn pups, number of animals on haulouts, or concentration of DNA), which is then used for estimating the number of all seals. This

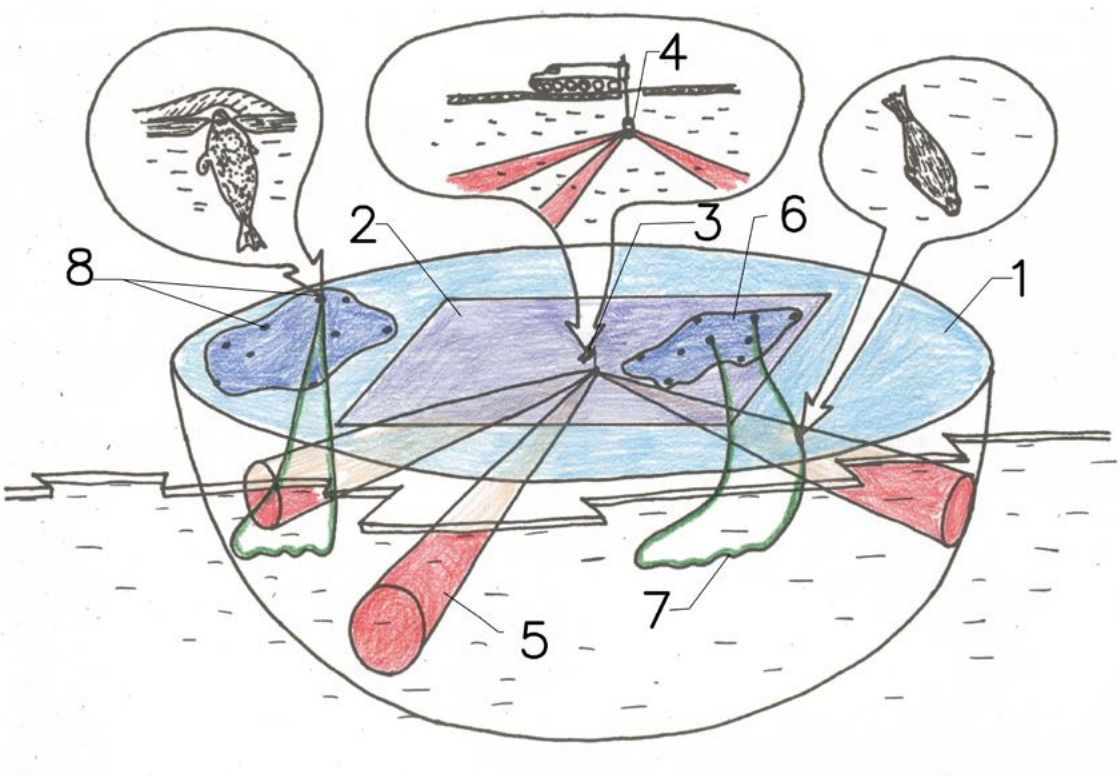


Рис. 2. Схема гидроакустического учета байкальских нерп
1 - площадка гидроакустического учета, круг диаметром 3 км; 2 - площадка 1.5 х 1.5 км^2 учета поголовья новорожденных нерп (для сравнения); 3 - транспортное средство с гидролокатором; 4 - гидроакустическая антенна; 5 - ультразвуковой луч; 6 - индивидуальный участок обитания нерпы; 7 - траектория ныряния нерпы; 8 - отверстие для дыхания или логовище

Fig. 2. Scheme of hydro-acoustic counting of Baikal seals:
(1) hydro-acoustic area of survey, a circle of 3 km in diameter; (2) 1.5 × 1.5 km^2 plot for counting newborn pups (for comparison); (3) vehicle equipped with a sonar; (4) hydro-acoustic antenna;
(5) ultrasonic beam; (6) individual site inhabited by a seal; (7) diving pattern of a seal; (8) breathing hole or a den.

нерпы, обитающие под ледовой площадкой в форме круга. Радиус этого круга определяется дальностью обнаружения, которая, согласно расчетам, может достигать 1.5 км. Преимущество гидроакустического метода перед остальными состоит в том, что в процессе его применения ведется непосредственное определение количества нерп, находящихся в пределах определенной площади акватории. В ходе применения других методов измеряется некоторая исходная величина (количество рожденных детенышей, количество животных на лежбищах или концентрация ДНК), из которой затем рассчитывается количество всех нерп. Данная процедура вносит в определение численности популяции дополнительную погрешность, определение которой представляет собой отдельную и, по-видимому, достаточно сложную задачу. К примеру, в практи-

method introduces an additional error in the assessment of a population size, to calculate which is a separate and, apparently, quite difficult task. For example, in the case counting the number of newborn pups (Pastukhov 1982) this additional error is not present, and only the error the number of pups counts is taken into account.

Summing up the above, we can conclude that the study of the condition and the functioning of the population, currently based on dead seals, could be successfully conducted on live-captured animals with the subsequent release. For this, we propose a method of capturing seals in large numbers with the use of a device for automatic surfacing of nets with entangled seals.

For the assessment of the population size, the unique features of Lake Baikal, such as the complete ice cover

ке применения метода учета поголовья родившихся детенышей (Пастухов, 1982) эта дополнительная погрешность никак не оценивается и приводится только погрешность определения численности детенышей.

Подводя итог сказанному, можно сделать вывод о том, что исследования состояния и функционирования популяции, проводимые в настоящее время на убитых животных, могут не менее успешно проводиться на отловленных животных с последующим выпусканием их на волю. Для этого может быть предложен метод массового отлова нерп с использованием устройств автоматического всплытия сетей при запутывании в них нерп.

Что же касается определения численности популяции, то уникальные особенности Байкала, такие как наличие сплошного ледового покрова и оседлое обитание нерп над большими глубинами, позволяют с помощью гидролокатора кругового обзора, опуская ультразвуковую антенну под лед, вести прямой подсчет нерп и определять их численность на Байкале с минимальной погрешностью.

Данная работа выполнена в рамках государственного задания ЛИН СО РАН №0345-2019-008

and the seals' sedentary lifestyle over great depths, allow us the use of a circular scanning sonar with an ultrasonic antenna (submerged under ice) to directly count seals and determine their number in Lake Baikal with a minimal error.

This work was performed within the framework of the governmental assignment to the Limnological Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Science, no. 0345-2019-008.

Список использованных источников / References

Баранов Е.А., Муякшин С.И., Аношко П.Н., Иванов К.Б. 2004.Измерение отражающих свойств байкальских нерп (*Pusa sibirica*) по отношению к ультразвуковому излучению и перспективы учета нерпы с использованием активной гидролокации В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр. III междунар. конф., М.: СММ, 32–36 [Baranov E.A., Muyakshin S.I., Anoshko P.N., Ivanov K.B. 2004. Measurement of the reflection properties of the Baikal seal (*Pusa sibirica*) in relation to ultrasonic radiation and census prospects using sonar. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the III Intl. conf., M.: MMC, 32–36].

Пастухов В.Д. 1982. Учет приплода и оценка численности популяции байкальской нерпы. В: Морфофизиологические и экологические исследования байкальской нерпы (под ред. Пастухова В.Д.), Новосибирск: Наука, с.122–141 [Pastukhov V.D. 1982. Offspring counting and abundance estimation of the Baikal seal population. In: Morpho-physiological and ecological studies of Baikal seal (V.D. Pastukhov, ed.), Novosibirsk: Nauka, p.122–141. IN RUSSIAN]

Пастухов В.Д. 1993. Нерпа Байкала. Новосибирск, Наука, 272 с. [Pastukhov V.D. 1993. The Seal of Baikal. Novosibirsk: Nauka, 272 p. IN RUSSIAN]

Sharples, R.J., Mackenzie, M.L., Philip S., Hammond, P.S. 2009. Estimating seasonal abundance of a central place forager using counts and telemetry data. Marine Ecology Progress Series, 378: 289–298.5

Wilcox T.M. et al. 2016. Understanding environmental DNA detection probabilities: A case study using a stream-dwelling char *Salvelinus fontinalis*. Biological Conservation, 194: 209–216.

Беликов С.Е., Пестина П.В., Мелихова Е.В.

Использование экосистемного подхода к мониторингу популяций морских млекопитающих, включенных в Циркумполярную программу мониторинга биоразнообразия КАФФ

Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды - ФГБУ ВНИИ Экология, Москва, Россия

Belikov S.E., Pestina P.V., Melikhova E.V.

Use of the ecosystem approach to monitoring of marine mammals populations included in the CAFF Circumpolar Biodiversity Monitoring Program

All-Russian Research Institute for Environment Protection, Moscow, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-35-46

Циркумполярная программа мониторинга биоразнообразия (CAFF/CBMP) – одна из международных сетей Рабочей группы по биоразнообразию Арктического совета, объединяющих ученых и представителей правительственных агентств, организации коренных жителей и природоохранных групп. Участники программы сотрудничают, чтобы интегрировать и координировать усилия по мониторингу арктических видов и сообществ животных и растений в морских, пресноводных, наземных и прибрежных компонентах экосистем.

В последние десятилетия в Арктике происходит потепление климата, которое оказывает существенное воздействие на все звенья пищевой цепи, включая морских млекопитающих. В этой связи в программу включены 11 видов морских млекопитающих (Meehan et al., 2017): нарвал (*Monodon monocerus*), морж (*Odobenus rosmarus*), гренландский кит (*Balaena mysticetus*), кольчатая нерпа (*Pusa hyspida*), морской заяц (*Erignatus barbatus*), белуха (*Delphinapterus leucas*), гренландский тюлень (*Pagophilus groenlandicus*), ларга (*Phoca largha*), крылатка (*Histriophoca fasciata*), хохлач (*Cystophora cristata*) и белый медведь (*Ursus maritimus*). Самое высокое видовое разнообразие рассматриваемой группы животных наблюдается в трансграничных с Атлантическим и Тихим океанах зонах (Рис. 1). Выделяется 8 арктических морских территорий (Meehan et al., 2017), для каждой из которых оценен масштаб мониторинговых работ, проводимых до настоящего времени для каждого компонента экосистем. Из рисунка 2А можно видеть, что в российской Арктике и сопредельных с ней районах мониторинг морских млекопитающих и белого медведя проводится плохо или спорадически.

The Circumpolar Biodiversity Monitoring Program (CAFF/CBMP) is one of the international networks of the Arctic Council Biodiversity Working Group which unites scientists, representatives of government agencies, indigenous organizations and conservation groups. The program participants collaborate to integrate and coordinate efforts to monitor Arctic species and communities of animals and plants in the marine, freshwater, terrestrial and coastal ecosystems.

In recent decades, warming temperatures n the Arctic have a potentially major impact to on each component of food chains including marine mammals. In this context the Program includes 11 species of marine mammals (Meehan et al., 2017): narwhal (*Monodon monoceros*), walrus (*Odobenus rosmarus*), bowhead whale (*Balaena mysticetus*), ringed seal (*Pusa hyspida*), bearded seal (*Erignatus barbatus*), beluga whale (*Delphinapterus leucas*), harp seal (*Pagophilus groenlandicus*), harbour seal (*Phoca largha*), ribbon seal (*Histriophoca fasciata*), hooded seal (*Cystophora cristata*) and polar bear (*Ursus maritimus*). The highest diversity of the species listed above has been observed in the transboundary area of the Atlantic and Pacific Oceans (Fig. 1). The Program distinguishes 8 Arctic marine areas (Meehan et al., 2017). Each of these areas is assessed in terms of scale of the monitoring activities conducted to date on each ecosystem's component. Figure 2A shows that monitoring of marine mammals and polar bears in the Russian Arctic and adjacent areas is sporadic or at a poor level.

The main goal of the program is to perform monitoring activities across all key Arctic species, including marine

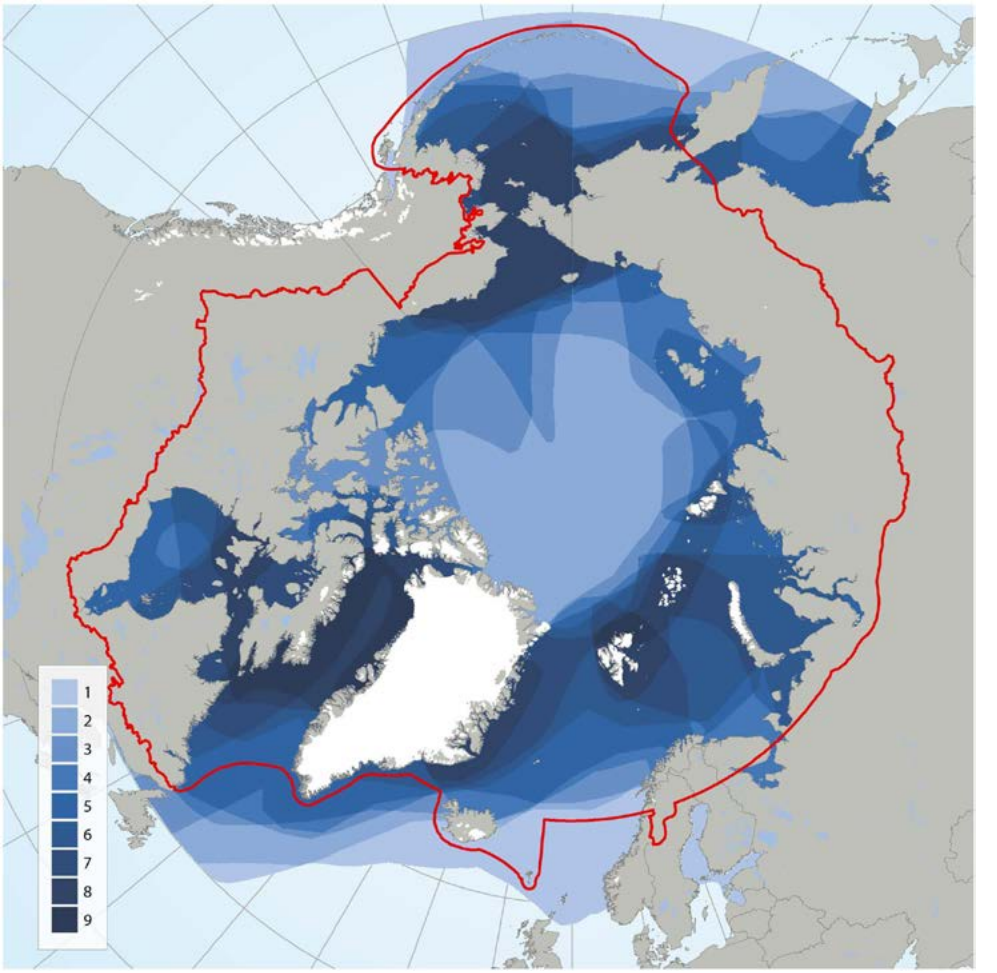


Рис. 1. Циркумполярное отображение богатства видов, основанное на распределении 11 пагофильных ключевых компонентов морских экосистем (согласно распределению, указанному в списке видов МСОП) (Meehan et al., 2017). 1-9 – количество видов.

Fig. 1. Circumpolar depiction of species diversity based on the distributions of the 11 ice-associated Focal Ecosystem Components (according to the distributions reported in IUCN Red List species accounts) (Meehan et al., 2017). 1-9 – number of species.

Главная цель программы – осуществление мониторинговых работ по всем ключевым арктическим видам, включая морских млекопитающих, на национальном, региональном и циркумполярном уровнях. Называются следующие причины необходимости мониторинга указанной группы животных (Meehan et al., 2017):

– многие виды арктических морских млекопитающих являются важными промысловыми ресурсами и имеют особое культурное значение для традиционных и местных общин;

– в теплеющей Арктике эндемичные виды морских млекопитающих сталкиваются с экстремальными

mammals, at the national, regional and circumpolar levels. The following reasons are noted to justify the need to monitor this group of animals (Meehan et al., 2017):

– many species of arctic marine mammals constitute important commercial subsistence resources and possess special cultural significance for the traditional and local communities;

– under the warming Arctic conditions, the endemic species of marine mammals are facing extreme habitat changes that may lead to a sharp decline in the abundance of species dependent on sea ice;

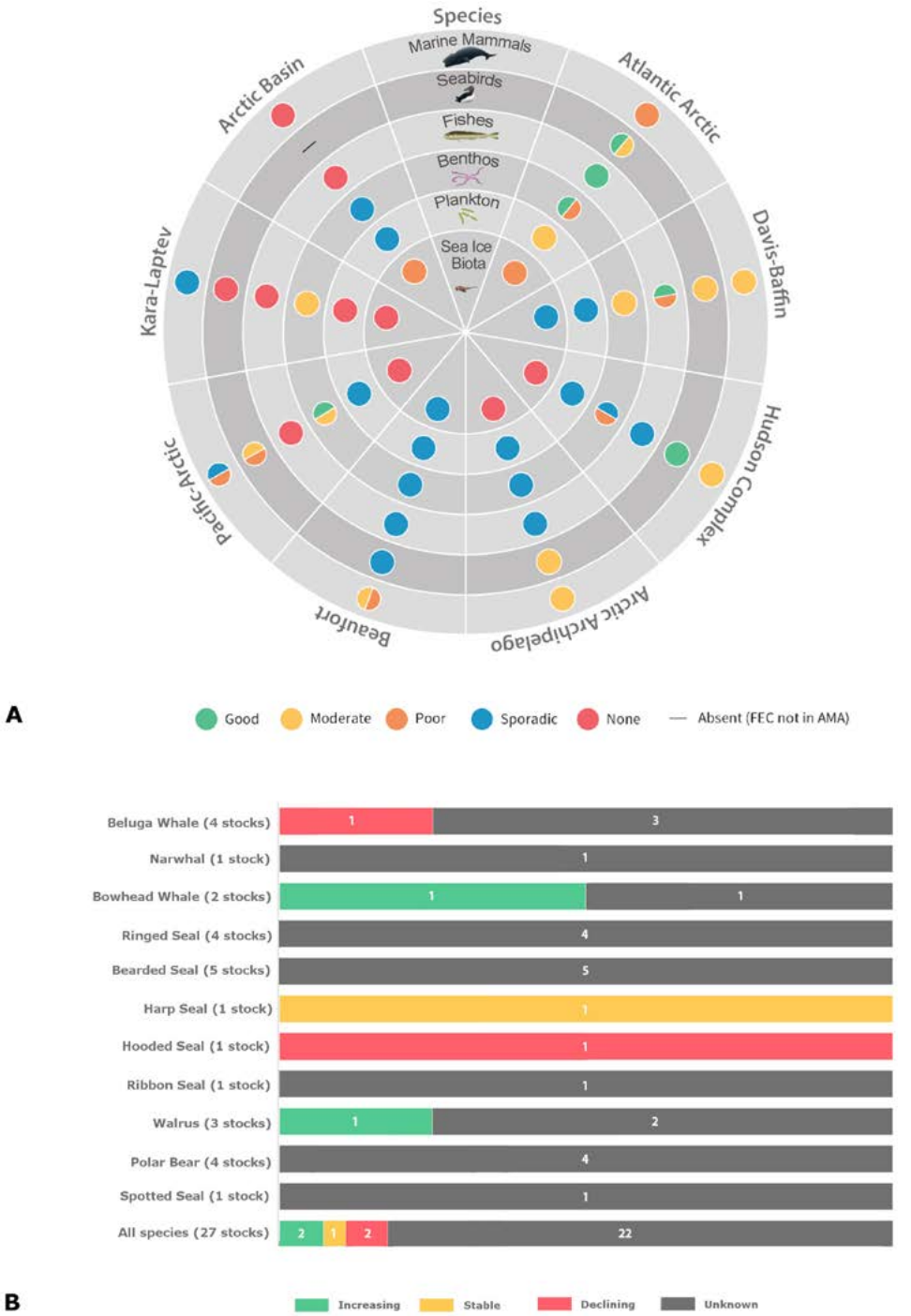


Рис. 2. A – Состояние мероприятий по мониторингу для каждого ключевого компонента экосистемы в каждом арктическом районе (Meehan et al., 2017); B – Тенденция изменения численности арктических видов морских млекопитающих, являющихся ключевыми компонентами экосистем и обитающих в арктических акваториях в границах КАФФ, относящихся к Российской Федерации, основанная на последних оценках для каждой популяции.

Fig. 2. A – Status of monitoring activities for each Focal Ecosystem Component across each Arctic Marine Area as included in this report; B – Trends in abundance of Arctic marine mammal Focal Ecosystem Components, which inhabit Russian CAFF border Arctic water area, based on the most recent assessment for each recognized subpopulation.

изменениями среды обитания, что, возможно, приведет к резкому сокращению видов, зависящих от морского льда;

– ожидается, что последствия изменения климата будут усугубляться увеличением объемов разведки и добычи нефти, газа и других полезных ископаемых, коммерческого рыболовства, туризма, загрязнения, шума и судоходства, что в совокупности может оказать глубокое воздействие на популяции морских млекопитающих и нарушить сложные экологические взаимоотношения;

– возможно, произойдет исчезновение некоторых популяций морских млекопитающих;

– изменения, происходящие в настоящее время, влияют на поведение морских млекопитающих, их обилие, темпы роста, физическое состояние и воспроизводство, что сказывается на устойчивости популяций морских млекопитающих с сопутствующим воздействием на людей, экономика или культура которых зависит от них;

– интерпретация текущей динамики и трендов должна учитывать чрезмерную добычу в прошлом, которая может маскировать потенциальные последствия изменения климата;

– добыча морских млекопитающих ведется во многих регионах, в основном, в рамках системы устойчивого управления;

– изменения условий окружающей среды предъявляют новые проблемы для управления популяциями морских млекопитающих;

– эффективный мониторинг популяций морских млекопитающих потребует усовершенствованных методов в подходящих географических масштабах и детализации для оценки тенденций, которые могут быть связаны с изменением климата (например, ледяной покров) и деятельностью человека (например, охота, судоходство, разведка полезных ископаемых).

Для оценки текущего состояния популяций (субпопуляций) морских млекопитающих и прогнозирования вероятного его изменения в будущем в ходе мониторинга собираются данные по разнообразным популяционным параметрам: численности, темпам размножения и смертности, морфометрическим и физиологическим показателям, пространственному распределению, использованию местообитаний, особенностям поведения, токсикологическому состоянию. Для оценки угроз популяциям, в дополнение к вышеперечисленным сведе-

– the impact of climate change is expected to be exacerbated due to the increased scope of exploration and production of oil and gas, marine mining, commercial fisheries, tourism, pollution, noise and shipping that together could have a profound impact on marine mammal populations and disrupt complex ecological relationships;

– possibly, some populations of marine mammals will disappear;

– the changes taking place nowadays impact the behavior of marine mammals, their abundance, developmental rates, physical condition and reproduction. As a result, this influences sustainability of marine mammal populations and consequently impacts people whose economy or culture depends on them;

– interpretation of the current dynamics and trends should consider the over-harvesting that took place in the past, which may mask the potential effects of climate change;

– marine mammals are being harvested in many regions, mainly as part of a sustainable management system;

– the ongoing changes in the environmental conditions raise new challenges for managing the marine mammal populations;

– in order to carry out effective monitoring of marine mammal populations it will be required to develop more advanced techniques at a suitable geographical scale and level of detail to assess the trends that may be associated with the climate change (for example, ice cover) and human activities (for example hunting, shipping, and mineral resource exploration).

To assess the current status of populations (subpopulations) of marine mammals as well as forecast possible future changes, the monitoring process enables collection of data on various population parameters, such as abundance, reproduction and mortality rates, morphometric and physiological indicators, spatial distribution, habitat use, behavior patterns and toxicological status. In order to assess the existing threats to populations, in addition to the information mentioned above, it is also necessary to obtain data on the species habitat status as well as available forage reserves. However, presently the monitoring is carried out only in relation to several species and populations. Traditional scientific approaches are not feasible to implement because of the very high financial costs and extremely complex logistics inherent in many Arctic regions.

ниям, необходимо также получить данные о состоянии местообитаний видов и их кормовой базы. Однако в настоящее время мониторинг осуществляется лишь по отношению к нескольким видам и популяциям. Традиционные научные подходы не реализуемы на практике из-за чрезвычайно больших финансовых затрат и исключительно сложной логистики, присущей многим арктическим районам.

Анализ опубликованных работ по мониторингу рассматриваемых видов животных показывает, что в циркумполярном регионе лишь тихоокеанский морж и отдельные популяции гренландского кита, белухи, гренландского тюленя, ларги и белого медведя были вовлечены в мониторинг. В российской Арктике мониторинг в последние несколько десятилетий проводился лишь по отношению к беломорской популяции белухи, тихоокеанскому моржу и размножающейся части баренцевоморской популяции гренландского тюленя. Тенденция изменения численности для большинства популяций морских млекопитающих и белого медведя неизвестна (Рис. 2B).

В этой связи мы поддерживаем мнение ряда ученых, что по отношению к наиболее труднодоступным популяциям (субпопуляциям) следует сосредоточить усилия на анализе разнообразных источников информации о состоянии экосистем, частью которых является тот или иной вид, а мониторинг организовывать в ключевых районах. Такого рода информацию можно почерпнуть в научных журналах, государственных и корпоративных отчетах и докладах о состоянии окружающей среды.

Можно использовать, в частности, следующие показатели состояния экосистем:

1) Гидрологические характеристики морской среды: структура водной толщи, физические характеристики водных масс (освещенность, температура, соленость и др.), ледовые условия, течения.

2) Сток в арктические моря крупных рек Северного Ледовитого океана.

3) Гидрохимические характеристики морской среды. Наиболее важными химическими компонентами морской среды, определяющими продуктивность морских экосистем и интенсивность биологических процессов, являются биогенные элементы (P, N, Si и др.); не менее важным для функционирования морских организмов является наличие в воде свободного кислорода и различных форм углекислоты – элементов карбонатной системы (Романкевич, Ветров, 2001).

4) Гидробиологические характеристики морской сре-

Review of the publications devoted to monitoring of these species shows that in the circumpolar region, only Pacific walrus and certain populations of the bowhead whale, beluga whale, harp seal, harbor seal and polar bear are covered in the monitoring program. As far as the Russian Arctic is concerned, monitoring over the past few decades was conducted only in relation to the White Sea population of beluga whale, Pacific walrus and reproductively mature portion of the Barents Sea harp seal population. The abundance trends of the majority of marine mammal and polar bear populations remain unknown (Fig. 2B).

In this regard, we support the approach expressed by a number of scientists: in regard to the most difficult-to-reach populations (subpopulations), the efforts should be focused on the analysis of various sources of information related to the relevant ecosystem concerned. At the same time, monitoring should be organized in key habitat areas. Various information can be found in scientific journals, governmental and corporate reports as well as in reports on the state of the environment.

The following ecosystem status indicators can be used:

1) Hydrological characteristics of the marine environment: structure of the water column, physical characteristics of the water masses (light intensity, temperature, salinity, etc.), ice conditions, and sea currents.

2) Runoff to the Arctic seas from large rivers of the Arctic Ocean.

3) Hydro-chemical characteristics of the marine environment. The biogenic elements (P, N, Si, etc.) act as the most important chemical components of the marine environment, and determine productivity of the marine ecosystems and the intensity of biological processes. Presence of free oxygen and various forms of carbon dioxide (elements of the carbonate system) (Romankevich, Vetrov, 2001) are also very important for the functioning of marine organisms.

4) Hydro-biological characteristics of the marine environment: structural and functional indicators of various links of the food chain, biological productivity, and dominant species in the ecosystems of pelagic zone and seabed.

While analyzing the information on the group of animals concerned, special attention should be paid to the factors of abiotic and biotic environment that are subject to change in space and time and which largely determine the current status and trends of the

ды: структурно-функциональные показатели различных звеньев пищевой цепи, биологическая продуктивность, доминирующие виды в экосистемах пелагиали и морского дна.

При анализе информации, касающейся рассматриваемой группы животных, особое внимание следует уделять изменяющимся в пространстве и времени ведущим факторам абиотической и биотической среды, которые во многом предопределяют текущее состояние и тренды популяций. Рассмотрим данный тезис на примере кольчатой нерпы.

Учеты численности кольчатых нерп, проведенные в июне 1984 г. в море Бофорта, заливах Амундсена и Принца Альберта, показали, что их плотность различна в припайном и дрейфующем льду, а также внутри этих двух категорий льда (Kingslay, 1986). В припайном льду нерпы были наиболее многочисленны вблизи кромки льда и избегали мелководных районов вблизи побережья, причем плотность животных постепенно уменьшалась от кромки льда к берегу. В дрейфующих льдах плотность тюленей возрастала с увеличением сплоченности льда (на лед 3/8 и менее баллов сплоченности и сплошной лед эта закономерность не распространялась). Падение плотности тюленей наблюдалась также над более глубокими водами. Плотность кольчатой нерпы была выше в ежегодно образующемся льду, чем в многолетнем. Причем в первом типе льда более высокая плотность животных была во льду с трещинами и меньше - в невзломанном льду; самая низкая плотность нерп была в разрушающемся дрейфующем льду.

В монографии Л.Р. Лукина и др. (2006), посвященной кольчатой нерпе Белого моря, отмечается, что плотность и численность животных в течение года на отдельных участках может меняться в значительных пределах и зависит от комплекса факторов: биотических, абиотических и антропогенных. Численность и обилие нерп в значительной степени зависят от географического положения, времени года, ледовых условий, глубины воды, обилия и доступности пищи. Нерпа в основном избегает глубоких (более 100-150 м) районов, а в припайном льду - зону литорали с глубинами менее 2-3 м. В летне-осенний нагульный период скопления животных образуются в районах повышенной биомассы зоопланктона и численности рыб. Абиотические факторы, главным образом гидрометеорологические условия, являются существенным регулятором численности нерп в ледовый период, особенно в период деторождения и выкармливания детенышей. Для успешного размножения этому виду тюленей необходим особый тип припайного льда, а именно – лед

populations. Let us consider this approach using the example of the ringed seal.

The ringed seal abundance surveys conducted in June 1984 in the Beaufort Sea, as well as in Amundsen and Prince Albert Bays, showed that the density was different on the fast ice and pack ice, and also varied within the two ice categories (Kingsley, 1986). On the fast ice, the seals were more abundant near the ice edge and avoided shallow water areas near the coast, with density gradually decreasing from the ice edge to the shore. On the pack ice density increased with the increase of ice concentration (that was not the case for the ice with 3/8 and less concentration, and solid ice). Decrease in the seals' density was also observed over deeper waters. The density of ringed seals was higher on the annually formed ice vs multi-year ice. Moreover, on the former the animals' density was higher on the ice with cracks and lower – on the intact ice; the lowest seal density was observed on the collapsing pack ice.

L.R. Lukin et al. (2006) noted in the monograph devoted to the ringed seal of the White Sea that the density and abundance of animals can widely vary during a year in some areas and depends on a variety of factors: biotic, abiotic and anthropogenic. The number of seals observed largely depends on geographical location, season, ice conditions, water depth, abundance and availability of food. Ringed seals mainly avoid deep (more than 100-150 m depth) areas, and littoral areas with depth less than 2-3 m associated with pack ice. During the summer-autumn feeding period the animals tend to accumulate in areas of increased zooplankton biomass and fish abundance. Abiotic factors, mainly hydro-meteorological conditions, constitute a significant regulator of the seal abundance during the ice period, especially during birthing and feeding of pups. The successful reproduction of these seals require a special type of fast ice such as ice with breaking hummocks around which a seal can dig a lair in the formed snow drifts (with a depth of snow of at least 50-60 cm). During this period, immature animals prefer the off-fast ice areas as well as areas with permanent water openings and polynyas.

The current warming of the Arctic climate is causing significant changes in the ice cover. The ice-associated seals, including ringed seals, are especially vulnerable to habitat loss due to changes in sea ice distribution and concentration, since they are depending on it for almost their entire life cycle: during birthing, feeding, molting and resting. Noting this, Derocher et al. (2004) predict a number of changes for ringed seals caused by climate

с торосами взлома, возле которых в образовавшихся снежных наносах (с глубиной снега не менее 50-60 см) нерпа выкапывает логовище, рождает и выращивает детеныша. Неполовозрелые звери в этот период предпочитают заприпайную зону и районы стационарных разводий и полыней.

Наблюдающееся в настоящее время потепление климата в Арктике приводит к существенным изменениям ледяного покрова. Ледовые формы тюленей, включая кольчатую нерпу, особенно уязвимы к потере местообитаний, происходящих при изменениях в площади распространения и сплоченности морского льда, так как они зависимы от него практически в течение всего жизненного цикла: во время рождения детенышей, питания, линьки и отдыха (Derocher et al., 2004). Указанные авторы прогнозируют ряд изменений у кольчатой нерпы при потеплении климата. Ниже приведены основные из них:

– сокращение площади ледяного покрова, который кольчатые нерпы используют для устройства родовых логовищ, приведет к перераспределению и изменению численности ее популяций;

– будет происходить падение численности кольчатой нерпы, так как более теплая зимняя температура и увеличение дождей будут повреждать и разрушать ее логовища и препятствовать восстановлению численности популяций;

– сайка, один из основных объектов питания кольчатой нерпы, тесно связана со льдом на всем протяжении своего ареала. Поэтому вполне вероятно, что уменьшение сезонного распространения ледяного покрова может иметь для сайки негативное воздействие. В результате это приведет к падению доступности сайки для кольчатой нерпы, вызовет изменение в распределении тюленя и негативно подействует на его численность.

В отдельных случаях может быть применен дистанционный мониторинг морских акваторий при помощи спутниковых снимков и построения моделей. Даже при наличии не систематически собираемой информации по встречам и распространению, а данных, полученных при проведении единичных исследований, с помощью спутниковых снимков, выделив ключевые параметры среды (температура воды у поверхности, приповерхностный хлорофилл, первичная продукция, дистанция до берега и т.д.), возможно построить модели, показывающие распространение и обилие отдельных видов, что показано на примере китообразных (Becker et al., 2012; Clarke et al., 2013). После проведения первичных исследований, в последующие годы

warming. The main ones are:

– reduction of the ice cover area, which ringed seals use for maternity lairs, will lead to redistribution and change in abundance;

– there will be an overall decrease in ringed seal abundance, since warmer winter temperatures and increased rains will damage and destroy lairs and prevent the recovery of the population;

– polar cod, one of the main prey items for ringed seals, is closely connected with the sea ice throughout its distribution range. Therefore, it is likely that the decrease in seasonal sea ice cover may have a negative impact on polar cod. As a result, this will lead to a decrease in prey availability for ringed seals, resulting change in ringed seal distribution and negative impact on its abundance.

In some cases remote monitoring of the area can be achieved using satellite images and modeling. Even if there is no systematically collected information on sightings and distribution it is still possible to develop models showing the distribution and abundance of certain species, while using the data from short-term studies and/or available satellite images. One can do this by identifying key environmental parameters such as surface water temperature, near-surface chlorophyll, primary productivity, distance from the coastal line, etc. This approach has been shown with cetaceans (Becker et al., 2012; Clarke et al., 2013). After the initial research is conducted, it is possible, in subsequent years, to continue using the remote sensing methods to track changes in key environmental parameters such as those noted above. This method can be helpful in assessing and forecasting changes in distribution and abundance of the species.

For remote monitoring of possible distribution of the ice-associated pinnipeds certain characteristics of marine habitats can be analyzed. The habitats of these species are characterized by heterogeneous, but repetitive structures of the sea ice. For example, a similar analysis was carried out for the habitats located in the Bering Sea that during the reproductive period are shared by five ice-associated species: walrus, ribbon seal, harbor seal, bearded seal, and ringed seal (Ray et al., 2010). It is known that distribution of these species depends on characteristics of drifting ice (broken ice, loose ice, ice lanes, solid ice and ice holes). Characteristics of the sea ice that are most important for pinnipeds are manifest at the mesorelief scale (3-50 km). Different species of pinnipeds prevail depending

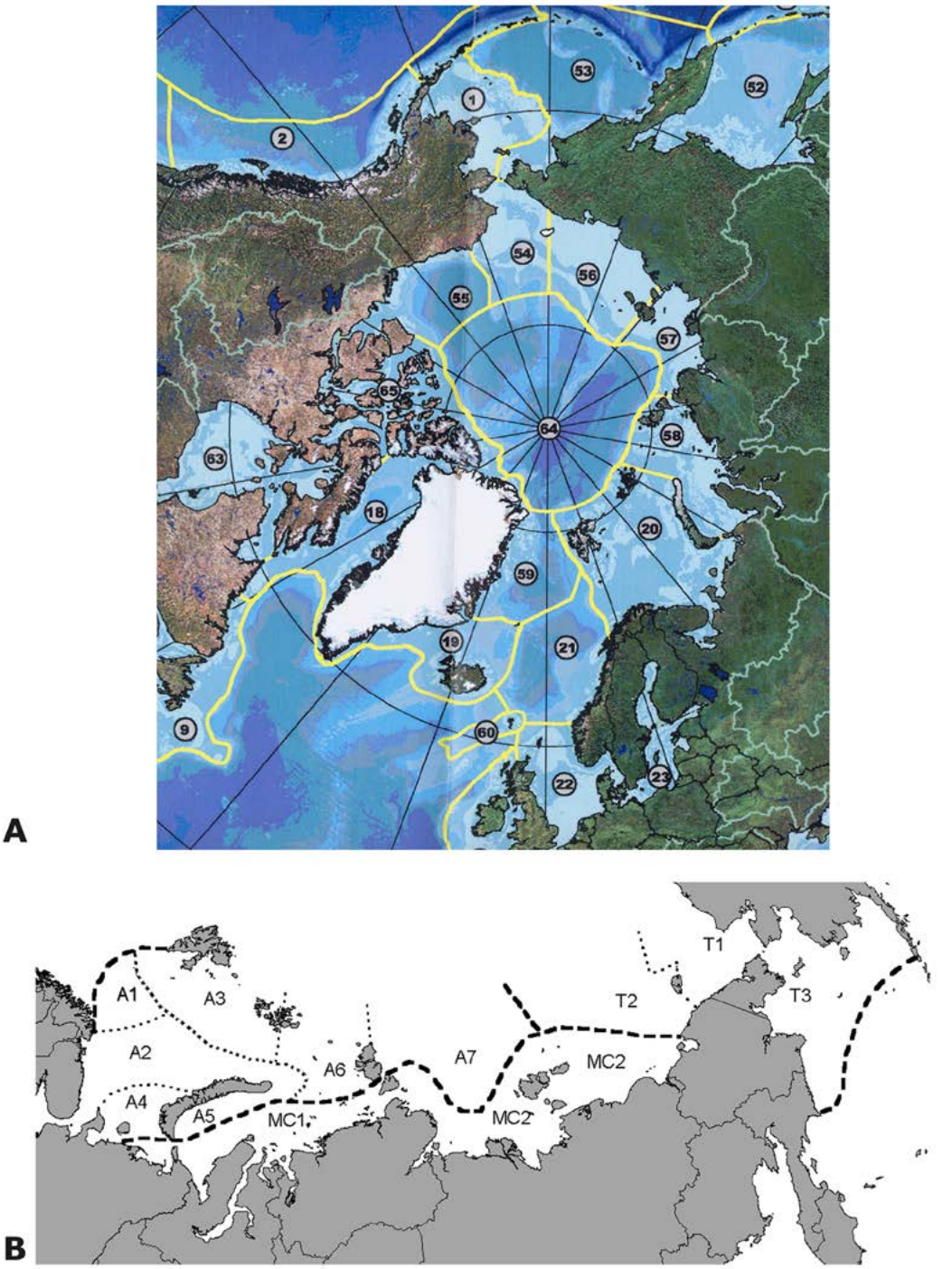


Рис. 3. А – Крупные морские экосистемы Арктики (Large marine ecosystems…, 2018); В – Экосистемы крупного иерархического уровня в арктических морях России. Жирный пунктир – экорегионы: А – преимущественного влияния атлантических вод, МС – преимущественного влияния материкового стока, Т – преимущественного влияния тихоокеанских вод. Тонкий пунктир – экорайоны (Беликов, 2004).

Fig. 3. A – Arctic's Large marine ecosystems (Large marine ecosystems…, 2018); B – Ecosystems of high hierarchical level in Arctic seas of Russia. Bold dotted line – ecoregions: A –Influenced mainly by Atlantic waters, MC – under main influence of continental waters, T – Influenced mainly by Pacific waters. Light dotted line – ecodistricts (Belikov, 2004).

можно продолжать использование дистанционных методов для отслеживания изменений ключевых параметров среды, что поможет в оценке и прогнозе изменений в распространении и обилии видов.

Для дистанционного мониторинга вероятного распределения пагофильных видов ластоногих могут быть проанализированы определенные характеристики морских местообитаний. Местообитания этих видов характеризуются гетерогенными, но повторяющимися структурами из морского льда. Например, подобный анализ проведен для местообитаний Берингова моря, которые в период размножения делят пять пагофильных видов: морж, крылатка, ларга, морской заяц и кольчатая нерпа (Ray et al., 2010). Известно, что распределение этих видов зависит от характеристик дрейфующего льда (лед с разломами, разреженный лед, лед с разводьями, сплошной лед, полыньи). Наиболее важные для ластоногих характеристики морского льда проявляются в масштабе мезорельефа (3-50 км). В зависимости от разных форм мезорельефа морского льда на нем преобладают те или иные виды ластоногих (Ray et al., 2010). Этот метод мониторинга особенно полезен в связи с изменяющимися каждый год ледовыми условиями вследствие потепления климата в Арктике.

Для всех пагофильных видов морских млекопитающих большое значение имеет динамика ледовых условий. При организации мониторинга популяций следует обращать особое внимание на сезонное распространение дрейфующих льдов и припая, включая: а) области распространения и площадь многолетних и однолетних льдов во время максимального (апрель) и минимального (сентябрь) развития ледяного покрова; б) области распространения и площадь льдов различной сплоченности в периоды с максимальным и минимальным развитием ледяного покрова; в) области распространения припайного льда в период максимального (апрель) и минимального (сентябрь) развития; г) области распространения чистой воды, начальных и молодых льдов во время максимального и минимального распространения стационарных полыней; д) сроки становления и разрушения ледяного покрова.

Такой метод дистанционного мониторинга ледовых условий был использован при моделировании распределения китов (Clarke et al., 2013). Например, сезонные арктические резиденты – горбатый кит (*Megaptera novaeangliae*) и малый полосатик (*Balaenoptera acutorostrata*) – наиболее часто наблюдались у побережья Чукотки в годы, когда осенью ледяной покров формировался позднее.

Для белого медведя и кольчатой нерпы также важны

on the form of the sea-ice mesorelief (Ray et al., 2010). This monitoring method is particularly beneficial when ice conditions are changing each year due to the Arctic climate warming.

For the ice-associated marine mammals the information on dynamics of the ice conditions often represents a critical factor. In this case, special attention should be drawn to the seasonal spread of drifting and fast ice, including the following: a) areas of ice distribution as well as area of perennial and one-year ice during the maximum (April) and minimum (September) level of the ice cover; b) areas of ice distribution and various compaction during periods with maximum and minimum level of ice cover; c) areas of fast ice distribution during the period of maximum (April) and minimum (September) ice development; d) areas of open water as well as initial and young ice distribution during the maximum and minimum amount of stationary ice-openings; e) timing of formation and thawing of the ice cover.

This method for monitoring of emote ice conditions was used to model the distribution of whales (Clarke et al., 2013). For example, seasonal Arctic residents – the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) and the minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) – were most often encountered near the coast of Chukotka in the years when ice cover was formed later in the fall.

For polar bears and ringed seals, the following characteristics of snow cover in denning and lair areas are also important: timing of the snow cover formation which is sufficient for den construction, timelines when snow cover begins to melt and decompose, wind conditions, and the frequency of thawing episodes.

As mentioned above, the seasonal distribution and abundance of marine mammals in certain areas are closely related to certain types of sea ice, which also determines many features of their life cycle, for example, reproduction, molting, foraging, etc. But often changes in ecosystems due to one or more abiotic or biotic environmental factors could play a decisive role. Analysis of such factors can help to explain the trends in population dynamics. In other words, it is necessary to collect and analyze all available information about the state of ecosystems, which are characterized by the unity of biological and physical processes. Only ecosystems of a high hierarchical level have such unity.

Currently, such ecosystems are identified using the zoning approach proposed by a number of authors in

характеристики снежного покрова в местах устройства берлог и логовищ: время формирования снежного покрова, достаточного для их устройства, время начала таяния и разрушения снежного покрова, ветровой режим, повторяемость оттепелей.

Как отмечено выше, сезонное распределение и обилие морских млекопитающих в тех или иных районах тесно связаны с определенными типами морского льда, который определяет также многие особенности их жизненного цикла, например, размножение, линьку, добычу корма и т.д. Но нередко решающую роль играют изменения в экосистемах в результате воздействия одного или нескольких факторов абиотической и биотической среды. Анализ таких факторов может пролить свет на причины трендов в состоянии популяций. Иными словами, необходимо собрать и проанализировать всю доступную информацию о состоянии экосистем, которым свойственно единство биологических и физических процессов. Таким единством обладают только экосистемы высокого иерархического уровня.

В настоящее время для выделения такого рода экосистем, как правило, используется районирование, предложенное рядом авторов в 1990-х гг. Выделены 64 крупные морские экосистемы (Large Marine Ecosystems, LMEs) площадью 200 тыс. км² и больше (Large Marine Ecosystems… (электронный ресурс); Sherman et al., 2005) (Рис. 3А).

Согласно указанным авторам, в пределах LME биологические и физические процессы объединяет некое единство, отличное от пограничных условий. Но таким единством не обладают некоторые из LMEs. Море Лаптевых, например, включает шельфовую зону, материковый склон и небольшую область ложа океана. Экосистемы этих частей акватории моря, а также отдельные внутренние районы подвергаются воздействию разных гидрологических и гидрохимических факторов и, в силу этого, заметно отличаются по своей структуре и функционирования.

Для арктических морей России была предложена другая система экологического районирования с выделением экосистем высокого иерархического уровня (Беликов, 2004). На рисунке 3В представлены экорегионы и экорайоны. Они выделены на основе ведущего фактора их формирования – гидрологического режима. Е.Г. Никифоров и А.О. Шпайхер (1980) рассматривают гидрологический режим как сложный гидрологический процесс, который оказывает существенное влияние на другие процессы – биологические, гидрохимические и пр., не испытывая при этом заметного влияния с их стороны. Континентальный склон и Арктический

the 1990s. 64 large marine ecosystems (Large Marine Ecosystems, LMEs) with a total area of 200,000 sq. km and greater (Large Marine Ecosystems ... (electronic resource); Sherman et. al., 2005) (Fig. 3A) are identified.

According to these authors, within the LME the biological and physical processes are forming a unity, which differs from the boundary conditions. However, some of the LMEs do not have that kind of consistency. The Laptev Sea, for example, includes a shelf zone, continental slope and a small area of the ocean bed. The ecosystems of each of these areas, as well as individual inland areas, are affected by different hydrological and hydro-chemical factors and are therefore significantly different in their structure and functioning.

For the Arctic seas of Russia, a different system of ecological zoning was proposed where the ecosystems of a high hierarchical level are singled-out (Belikov, 2004). Figure 3B shows eco-regions and eco-districts. They are selected on the basis of the key factor that defined their formation - the hydrological regime. E. Nikiforov and A. Speicher (1980) consider the hydrological regime as a complex hydrological process exercising a significant impact on other processes, such as biological, hydro-chemical, etc., while not experiencing any significant feedback impact from them. The continental slope and the Arctic basin characterized by great depths and specific manifestations of physical, chemical and biological processes, certainly deserve to be singled-out as standalone ecosystems of the highest hierarchical level.

In addition to the approaches to marine mammals monitoring described earlier, observations from local and indigenous people could also be used. Such observations might not on their own be of particular importance, but together they can provide valuable information for estimation of various population parameters. In the course of implementing monitoring programs for the marine mammal and polar bear populations that are shared by neighboring countries, it is very important to develop a set of standardized techniques for monitoring, compiling and analyzing the data.

In conclusion, we emphasize that it makes sense to test the use of an ecosystem approach to monitoring marine mammals (included in the Circumpolar Biodiversity Monitoring Program), notably several hard-to-reach populations. One could define it as populations for which it will not be possible to organize monitoring work using traditional biological data collection

бассейн, которые отличаются большими глубинами и специфическими проявлениями физических, химических и биологических процессов, безусловно, заслуживают выделения в самостоятельные экосистемы самого высокого иерархического уровня.

В дополнение к рассмотренным выше подходам по мониторингу морских млекопитающих можно использовать наблюдения местных и коренных жителей, которые сами по себе могут не иметь особого значения, но в сумме будут представлять ценную информацию для оценки различных популяционных параметров. При реализации программ мониторинга общих для соседних стран популяций морских млекопитающих очень важно разработать и следовать стандартизованным методам мониторинга, составления и использования базы данных.

В заключение подчеркнем, что использование экосистемного подхода к мониторингу включенных в Циркумполярную программу мониторинга биоразнообразия морских млекопитающих имеет смысл попытаться апробировать на нескольких труднодоступных популяциях, по которым в ближайшем или даже отдаленном будущем будет невозможно организовать мониторинговую работу с использованием традиционных биологических методов сбора данных. Таковыми могут быть, например, карская и лаптевская субпопуляции белого медведя, североатлантическая популяция гренландского кита, группировки нарвала.

methods in the near or even distant future. These may include, for example, the Kara Sea and Laptev Sea subpopulations of the polar bear, the North Atlantic population of the bowhead whale, and various narwhal stocks.

Список использованных источников / References

Беликов С.Е. 2004. Экосистемный подход к районированию морей Российской Арктики как основа для разработки мер по сохранению морских млекопитающих. Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов по материалам третьей международной конференции, Коктебель, Крым, Украина, 11-17 октября 2004 г. Москва: КМК, с. 38-42. [Belikov S.E. 2004. Ecosystem approach to zoning of the Russian Arctic seas as a basis for development of measures for marine mammal conservation. Marine Mammals of the Holarctic. Collection of Scientific Papers after the third International Conference. Koktebel, Crimea, Ukraine, October 11-17, 2004. Moscow: KMK, pp. 38-42.]

Лукин Л.Р., Огнетов Г.Н., Бойко Н.С. 2006. Экология кольчатой нерпы в Белом море. Екатеринбург: УрО РАН, 165 с. [Lukin L.R., Ognetov G.N., Boiko N.S. 2006. Ecology of ringed seal in the White Sea. Ekaterinburg: UrO RAS, 165 p. In Russian]

Никифоров Е.Г., Шпайхер А.О. 1980. Закономерности формирования крупномасштабных колебаний гидрологического режима Северного Ледовитого океана. Ленинград: Гидрометеоиздат, 270 стр. [Nikiforov E.G., Shpaikher A.O. 1980. Regularities in the formation of largescale fluctuations in the hydrological regime of the Arctic Ocean. Leningrad: Hydrometeoizdat, 270 p. In Russian]

Романкевич Е.А., Ветров А.А. 2001. Цикл углерода в арктических морях России. Москва: Наука, 302 с. [Romankevich E.A., Vetrov A.A. 2001. Cycle of Carbon in the Russian Arctic Seas. Moscow: Nauka, 302 p. In Russian]

Becker E.A., Forney K.A., Foley D.G., Barlow J. 2012. Density and Spatial Distribution Patterns of Cetaceans in the Central North Pacific Based on Habitat Models. NOAA Technical Memorandum NMFS-SWFSC-490, La Jolla, CA, USA: NOAA, p. 38

Clarke, J., Stafford, K., Moore, S.E., Rone, B., Aerts, L., Crance, J. 2013. Subarctic cetaceans in the southern Chukchi Sea: evidence of recovery or response to a changing ecosystem. Oceanography, 26. Pp. 136-149.

Derocher, A.E., Lunn, N.J. and I. Stirling. 2004. Polar bears in a warming climate. Integrative and Comparative Biology, 44. Pp.163-176.

Kingslay, M.C.S. 1986. Distribution and abundance of seals in the Beaufort Sea, Amundsen Gulf, and Prince Albert Sound. Arctic Management Research Department of Fisheries and Oceans. Winnipeg, Manitoba. Report No. 025. 16 pp.

Large marine ecosystems of the World. URL: http://lme.edc.uri.edu/index.php/lme-introduction (08.09.2018).

Meehan, R.H, Belikov, S., Desportes, G., Ferguson ,S.H, Kovacs, K.M, Laidre, K.L., Stenson, G.B., Thomas, P.O., Ugarte, F., Vongraven D. 2017. Marine Mammals CAFF. State of the Arctic Marine Biodiversity Report. Pp. 149-174.

Ray, G.C., Overland, J.E., Hufford, G.L. 2010. Seascape as an organizing principle for evaluating walrus and seal sea ice habitat in Beringia. Geophysical Research Letters, 37(20). Pp. 1-6.

Sherman, K, Sissenwine, M, Christensen, V, Duda, A, Hempel, G, Ibe, C, Levin, S, LluchBelda, D. Matishov, G, McGlade, J, O'Toole, M, Seitzinger, S, Serra, R, Skjoldall, H-R, Tang, Q, Thulin, J,Vandeweerd, V, Zwanenburg, K. 2005. A global movement toward an ecosystem approach to management of marine resources. Marine Ecology Progress Series, 300. Pp. 275-279.

Бобков А.В. [1], Владимиров В.А. [2], Вертянкин В.В. [3]

Некоторые особенности придонной активности серых китов (*Eschrichtius robustus)* у северо-восточного побережья острова Сахалин

1. Сахалинский Государственный Университет, Южно-Сахалинск, Россия
2. РОО «Совет по морским млекопитающим», Москва, Россия
3. Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник, Елизово, Россия

Bobkov A.V. [1], Vladimirov V.A. [2], Vertyankin V.V. [3]

Some features of the bottom activity of gray whales (*Eschrichtius robustus)* off the northeastern coast of Sakhalin Island

1. Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia
2. RNGO "Marine Mammal Council", Moscow, Russia
3. Kronotsky State Nature Biosphere Reserve, Elizovo, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-46-58

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), оборудованных видеокамерами высокого разрешения, радикально изменило возможности исследований морских млекопитающих. В первую очередь, это коснулось изучения поведения животных в естественной среде, позволив делать это с минимальным влиянием на объект исследования и, соответственно, практическим отсутствием искажения поведенческих реакций из-за присутствия вблизи людей и техники. Проводимые с применением БПЛА наблюдения китов

The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) equipped with a high-resolution video camera has radically changed the capabilities of marine mammal research. To begin with, in a study of animals in the natural environment, it allows getting closer to an object of observation with minimal impact on its behavior. The observations of gray whales in shallow waters (which was previously impossible) were carried out with UAVs and it was possible to record the specifics of their behavior even under water (with sufficient water

в мелководных участках ареала позволяют фиксировать особенности их поведения под водой (при достаточной ее прозрачности), что было невозможно ранее. Это позволило существенно расширить и детализировать существовавшие представления о подводной активности серых китов в период их летне-осеннего нагула у берегов Сахалина. Об основном ее компоненте – пищедобывательном поведении – стало возможным судить не только по косвенным признакам, но и оперировать фактическими данными, одновременно делая определенные выводы о характере потребляемых пищевых объектов.

Полевые наблюдения проводились в 2017 г. у берегов северо-восточного Сахалина, на мелководье вдоль Пильтунской косы, от зал. Одопту до устья зал. Пильтун. Основным методом сбора данных являлась видеосъемка эпизодов поведенческой активности животных с использованием БПЛА “DJI Phantom 4 pro” и цифрового бинокля “Sony DEV-5”. Дополнительно велась фотосъемка (ф/аппаратами “Canon” и “Panasonic”), а также традиционные визуальные наблюдения (бинокль “Fujinon 7x50”).

В июле-сентябре было отснято 38 видео-отрезков. Характеристика индивидуальных действий китов при питании основана на анализе 16 эпизодов для 13 различных особей, питавшихся на прибрежных отмелях с максимальным удалением от берега до 500 м. Наиболее детальные данные по индивидуальной технике питания получены 2.09.17 во время съемки кита, питавшегося на небольшой глубине в 100-150 м от берега. При описании групповых взаимодействий китов использованы также видеоматериалы, сделанные летом 2015 г.

Всего за период наблюдений удалось отснять 31 особь серых китов. Из них 16 животных были встречены однократно и для них зафиксировано исключительно пищедобывательное поведение. Другие 15 китов были встречены за сезон 2-6 раз. Пищедобывательное поведение у них регистрировалось только в 43% случаев. Своеобразным лидером по повторным встречам стала взрослая самка KOGW022, встреченная 6 раз, в т.ч. 5 раз питавшаяся на прибрежном мелководье. Среди китов, встреченных неоднократно, зарегистрировано 6 особей (в т.ч. 2 сеголетка), у которых пищедобывательное поведение не отмечено. В сезонном аспекте этот тип поведения доминировал у китов в июле и августе (Табл. 1), составив в совокупности со смешанными формами поведения (питание +) более 80% от общего числа встреч, но уже в сентябре этот показатель снизился до 45,4 %.

clarity). This allowed us to expand our understanding and collect more detail regarding the bottom activity of gray whales during the summer feeding period off the coast of Sakhalin Island. The main component – feeding behavior, was studied based on direct observations that also allowed us to make conclusions on the prey composition.

Field observations were conducted in 2017 on the northeastern coast of Sakhalin, from Odoptu Bay to the mouth of Piltun Bay, in the shallow waters along the Piltun spit. The main method of data collection was video of animals’ activity using the camera of the DJI Phantom 4 pro UAV and the Sony DEV-5 digital binoculars. In addition, traditional visual observation and photography were conducted using Canon, Panasonic cameras, and Fujinon binoculars.

A total of 38 video footages were collected during July–September. Individual characteristics feeding behavior were studied using 16 video footages of 13 different individuals, which were feeding in the shallow waters within 500 m from the coastline. The most detailed data on individual feeding techniques were collected on September 2 from a whale feeding at a shallow depth at a distance of 100–150 m from the shore. Other video records made in summer 2015 of feeding whales were used to describe interactions within a group.

Behavior of 31 individual gray whales was recorded during the observation period. Of these, 16 animals were encountered only once, and data collected were exclusively of feeding. Fifteen whales were sighted during the season 2 to 6 times. The time proportion of feeding behavior among them was 43%. The adult female KOGW022 was encountered 6 times, of which 5 times it fed in the shallow waters. Among the whales seen repeatedly, for the 6 individuals (including 2 calves) the feeding behavior was not observed. During the season, the feeding behavior of the whales combined with mixed forms (feeding +) was dominant in July and August (Table 1), accounting for more than 80% of the total number of sightings, but in September this value decreased to 45.4%.

All the observed whales, when diving to the bottom for feeding, showed a characteristic *feeding posture*: they turned the right side down (half-rolling over on their backs) and were located in the water column with a head down, so that the cranial part of the body was at the bottom below the caudal one. Depending on the water depth, the body of the whale could be either completely hidden under water (Fig. 1a), or a part of the fluke, sometimes simultaneously with the pectoral fins or part

Таблица 1. Типы поведения серых китов на мелководье вдоль северной Пильтунской косы в июле-сентябре 2017 г.
Table 1. Types of behavior of gray whales in shallow water along the northern Piltun spit in July–September 2017

Тип поведения Types of behavior	Количество китов Number of whales		
	Июль July	Август August	Сентябрь September
Питание / Feeding	7	5	12
Питание + перемещение / Feeding + travel	3	2	3
Питание + преднамеренный контакт с дном / Feeding + rubbing on the bottom	1		
Активность детенышей / calves activity	2	2	
Перемещение/поиск / Travel/search			1
Перемещение/ “сон” / Travel/ “logging”			7
Преднамеренный контакт с дном / Rubbing on the bottom			2
Перемещение + преднамеренный контакт с дном / Travel + rubbing against bottom			3
Общение + преднамеренный контакт с дном / Socializing + rubbing on the bottom			2
Общение + перемещение / Socializing + travel			3

Все наблюдавшиеся нами киты при погружении ко дну для питания принимали характерную *позу кормления* – поворачивались правым боком вниз (полузаваливаясь при этом на спину) и располагались в толще воды с наклоном вперед, так что краниальная часть тела находилась ниже каудальной – у дна. В зависимости от глубины, тело кита при этом могло быть полностью скрыто под водой (Рис. 1a), либо над поверхностью была видна часть хвостовой лопасти, иногда одновременно с грудным плавником или его частью (Рис. 1b). Находясь у дна, киты практически не касались грунта. Основная часть поднятой при этом мути была связана с многократной промывкой китом всосанной у дна пищи и, в меньшей степени, с размыванием осадков струями воды, вызванными движениями плавников, хвостового стебля или головы.

Продолжительность отдельных кормовых эпизодов (периодов нахождения кита в позе кормления) и промежутков между ними варьировала как у одного и того же кита, так и между разными особями (Табл.2).

В позе кормления киты практически останавливались на месте либо незначительно (1-2 длины тела за кормо-

of it, could be visible above the surface (Fig. 1b). While at the bottom, whales usually did not touch the sea floor. The sediment clouds observed were mostly associated with repeated flushing of the food, sucked from the bottom and, to a lesser extent, with the disturbance of sediment from movement of pectoral fins, tail, or head.

The duration of some feeding episodes (periods of a whale being in the feeding posture) and the intervals between them varied both for the same whale and between different individuals (Table 2).

In the feeding posture, the whales practically stopped at place or moved slightly (1–2 body lengths for a feeding episode) along the curve, balancing by the tail peduncle and pectoral fins to hold the desired position. The frequent bending of the tail peduncle beyond the line of the back (Fig. 1b) had rather spatially-stabilizing significance rather than forward motion. As a result of such work of the tail and the fan-shaped movement of the cranial part of a whale, it made (apparently involuntary) a gradual “circular” twisting clockwise above the bottom with the center of rotation near the rostrum. A directional movement of whales took place

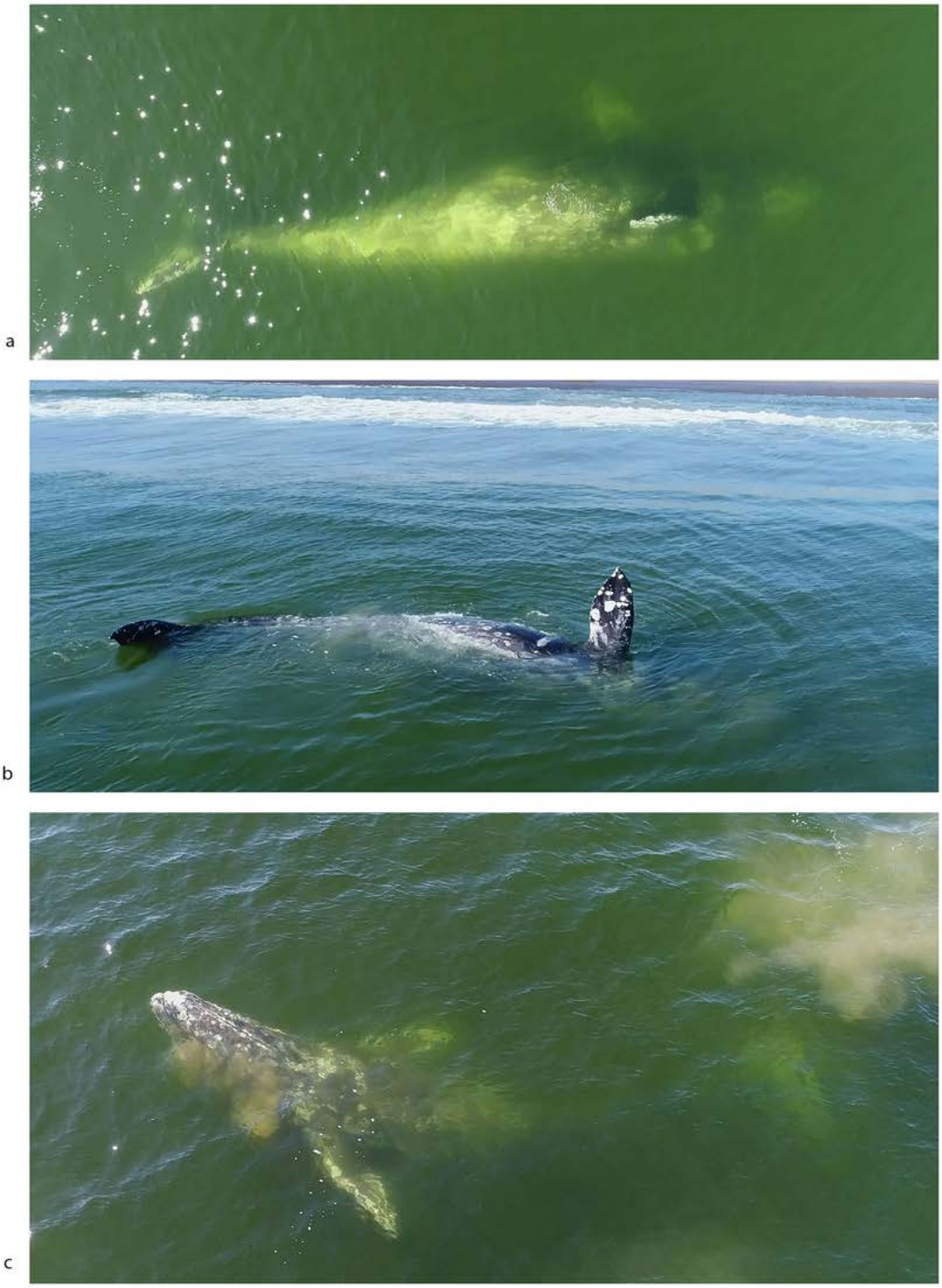


Рис. 1. Типичные позы кита: a - кормовая поза кита на правом боку на мелководье; b - балансирование кита в кормовой позе; c - кит на спине, касается хвостовым стеблем дна, одновременно выпуская муть изо рта.
Fig.1. Typical postures of a gray whale: (a) feeding (right-sided) posture in shallow water; (b) whale is balancing on the right side during feeding; (c) whale is rubbing against the bottom with its tail peduncle and releasing mud from the mouth.

Таблица 2. Продолжительность кормовых эпизодов / промежутков между ними и соотношение общего кормового / некормового времени в процессе питания серых китов на мелководье вдоль северной Пильтунской косы (по данным 2017г).

Table 2. Duration of feeding episodes / surfacing and the total feeding / surfacing time ratio during feeding of gray whales in the waters along the northern Piltun spit (data of 2017)

Примечания / Notes:

* – Номера идентифицированных китов согласно фотокаталогу западных серых китов ННЦМБ ДВО РАН, любезно предоставленному О.Ю. Тюрневой / * – The ID-number of whales according to Western Gray Whales photo-ID catalog of IBM FEB RAS, provided by O.Yu.Turneva

** – в скобках: повторное наблюдение в один и тот же день / ** – in parentheses: a second observation during the same day

		Суммарная доля (%) за период наблюдения Total share (%) for the observation period		Длительность кормового эпизода, сек Duration of feeding episode, sec			Длительность промежуточной паузы, сек Duration of surfacing time, sec		
Идентификационный номер кита ID-number of ф whale	Дата Date	Кормовое время Feeding time	Не кормовое время Surfacing time	средняя average	мин min	макс max	средняя average	мин min	макс max
KOGW235	02.09.17	**75.1**	**24.9**	87.2	37	123	26.8	10	40
KOGW169	02.09.17	**59.6**	**40.4**	28.14	10	60	18	6	76
Не идентифицирован Unknown	04.09.17	**77.8**	**22.2**	70.6	27	110	17.6	6	34
KOGW276	04.09.17	**51.6**	**48.4**	16.5	7	34	12	5	21
Не идентифицирован Unknown	04.09.17	**77.1**	**22.9**	55	13	82	16.8	6	38
Не идентифицирован Unknown	09.07.17	**51.3**	**48.7**	22.6	10	52	20	5	58
KOGW63	09.07.17	**50.6**	**49.4**	53.5	38	69	59.5	17	102
KOGW22	12.08.17	**53.8**	**46.2**	55	13	79	41.3	21	91
KOGW22	12.08.17(2)**	**55.6**	**44.4**	55.7	20	100	40.9	15	92
KOGW198	15.09.17	**56.3**	**43.7**	57	47	67	40.3	12	70
KOGW198	15.09.17(2)**	**68.1**	**31.9**	116.5	115	118	43.7	41	46
KOGW282	15.09.17	**61.5**	**38.5**	27.5	12	70	18.4	9	50
KOGW278	23.09.17	**72.9**	**27.1**	32.2	6	74	14.2	2	34
KOGW27	22.07.17	**61.1**	**36.9**	62.7	13	120	40.6	8	165
KOGW007	23.08.17	**76.2**	**23.8**	105.1	13	238	28.6	7	65
KOGW209	16.07.17	**77.1**	**22.9**	54.6	10	111	15.8	5	36

вой эпизод) смещались по кривой, балансируя хвостовым стеблем и грудными плавниками для удержания нужного положения тела. Частое отведение всего хвостового стебля за линию спины (Рис. 1b) носило преимущественно пространственно-стабилизирующий характер, не обеспечивая поступательного движения. В итоге такой работы хвостового стебля и веерообразного движения краниального отдела туловища нередко происходило (по-видимому, непроизвольно) постепенное “циркульное” закручивание тела кита над грунтом по часовой стрелке с центром вращения в районе рострума. Направленное перемещение китов имело место в паузах между кормовыми эпизодами под водой или у поверхности во время дыхания. Результирующая траектория движения животных при кормлении изменялась от поступательного смещения вдоль отмели до кружения на месте.

Во время кормовых эпизодов при хорошей прозрачности воды было отчетливо видно быстрое приоткрывание рта (всасывание), затем закрытие его и выброс сквозь ротовую щель облака мути – отфильтрованных донных осадков, причем цикл “всасывание/выброс” повторялся многократно в течение кормового эпизода. У отдельных особей количество таких циклов за один кормовой эпизод достигало 26. Во время дыхания и перемещения также наблюдалось серийное выделение порций отфильтрованной взвеси из ротовой полости (Рис. 2). Выбросы мути, как правило, следовали один за другим с очень короткими промежутками, так что не всегда удавалось различать отдельные импульсы и нередко создавалось впечатление непрерывной струи. Иногда между последними в серии выбросами наблюдались паузы до 20 с. В кормовых эпизодах наблюдалась явная односторонность выбросов – муть выделялась преимущественно через находящуюся сверху (левую) сторону рта (Рис. 3a). Однако наблюдались и одновременные двусторонние выбросы воды из ротовой полости. При этом поток воды со стороны рта, обращенной ко дну, частично размывал осадки на дне, что было заметно по появлению расходящегося от головы кита кольца мути. Эпизодические односторонние выбросы, как с правой, так и с левой стороны рта, наблюдались при выходе кита к поверхности (Рис 3b). Порции выделяемой мути визуально различались (порой значительно) по объему.

Зафиксировано 5 случаев совместного питания нескольких китов в непосредственной близости друг от друга – на расстоянии от одной до нескольких длин тела. В 4 из них участвовала взрослая самка KOGW022. В 2 случаях в момент обнаружения киты уже находились рядом друг с другом, кормясь и перемещаясь.

in pauses between feeding episodes, underwater or near the surface during breathing. The resulting trajectory of the animals’ movement during feeding varied from forward movement along the coast to milling in place.

During the feeding episodes, with good water clarity, a rapid opening of the mouth (suction) and then its closure with ejection of the turbid cloud (a fine suspension of the filtered bottom sediments) through the mouth gap were clearly visible. The “suction-ejection” cycle was repeated multiple times during a feeding episode. For some individuals, the number of such cycles in one feeding episode reached 26. In between the feeding cycles, during breathing and milling, multiple discrete mud plumes from the whale mouth were also observed (Fig. 2). As a rule, mud releases followed one after another with very short intervals, so that it was not always possible to distinguish between pulses, which often created the impression of a continuous stream. There were sometimes pauses of up to 20 seconds between the last mud emissions in a series. During feeding episodes, one-sided emission was clearly observed: muddy water was mainly ejected on the left side of the mouth (Fig. 3a). However, two-sided discharges of water from a whale mouth were also observed. As it happened, the flow of water from the side of the mouth facing the bottom also partially blurred the sediments at the bottom, which was noticeable as a ring of turbidity appearing around the head of a whale. During a whale surfacing occasions of one-sided emissions, both on the right and left sides of the mouth, were also observed (Fig. 3b). The volume of the released turbidity visually differed (sometimes significantly) in size.

On five occasions simultaneous feeding of several whales in close proximity (at a distance between each other of one to several body lengths) were observed. In four cases, the same adult female KOGW022 was involved. In two cases, when found, the whales were already feeding and moving together. It is interesting that on September 23 the whale KOGW022, was feeding near the shore, and was pursued by a young whale, which repeatedly attempted to occupy a position in front of her, while she patiently kept changing the direction of movement. In the close proximity another calf also was searching for food, periodically coming closer to them. In other cases, some whales, while passing by, purposefully approached a single feeding whale and began to feed either near them or close by (at a distance of up to several body lengths).

On July 8, 2015 a group of gray whales (4–6 individuals) were recorded milling around during the high tide

Рис. 2. Серии дискретных выбросов промытой взвеси изо рта кита у поверхности воды.
Fig. 2. Series of discrete mud plumes from whale's mouth during surfacing.

Стоит отметить, что 23.09.17 кормящуюся под берегом KOGW022 буквально преследовал молодой кит, многократно пытаясь занять положение впереди нее, тогда как она лишь терпеливо меняла направление движения, а рядом с ними, то приближаясь, то отходя чуть в сторону, пытался искать пищу китенок-сеголеток. В других случаях проходящие киты целенаправленно приближались к кормящимся на прибрежной отмели одиночкам, начиная совместно кормиться либо практически рядом с ними, либо поблизости (на расстоянии до нескольких длин тела).

8.07.15 вблизи устья зал. Пильтун была зарегистрирована группа серых китов (4-6 особей), кружившихся во время прилива на небольшом участке акватории радиусом около 100 м, ограниченном с моря песчаным баром. При погружении эти киты постоянно поворачивались на бок, отмечались также повороты и развороты на боку почти на одном месте, выполнявшиеся плавно и достаточно быстро. Нередко над водой были видны и грудные плавники, способствовавшие развороту. Максимальная дистанция между особями в этой группе составляла не более нескольких длин тела. Временами наблюдались почти одновременные повороты двух особей. Фонтаны следовали в среднем с интервалами в 9 с, зачастую синхронно дышали 2 кита. Группы с похожими взаимодействиями между особями образовывались в июле 2015 г. вблизи внешнего бара приустьевой дельты неоднократно.

Детеныши-сеголетки (3 особи) в июле-августе держались рядом с матерями. Для двух было отмечено активное плавание, самостоятельные отходы в сторону в радиусе до 100 м и погружения ко дну без явных попыток всасывания корма. Самостоятельное питание одного из китят было отмечено дважды в сентябре. При этом в поведении сеголетка, по сравнению с поведением взрослой самки KOGW022, наблюдалось много беспорядочных лишних действий, в то время как для взрослой особи была характерна стереотипность и энерго-экономичность всех движений и перемещений. Явно выраженная дискретность выделений мути при выходах к поверхности также отмечена преимущественно у взрослых китов.

Формой придонной активности серых китов, не связанной с питанием, являлся преднамеренный телесный контакт кита с дном. Такое поведение фиксировалось неоднократно, как у одиночек, так и групп из 2-3 особей на прибрежных отмелях в течение полевого сезона 2017 г. Киты кружили на участке радиусом не более 50 м, часто меняя направление движения и положение тела, касаясь при этом дна, в результате чего вода ста-

in an area with about 100m radius near the mouth of Piltun Bay and separated from the sea by a sand bar. These whales were constantly swimming on their sides when diving, sometimes turning around almost in one place with smooth and quick movements. Pectoral fins that helped them to turn were often visible over the water. The maximum distance between individuals in this group was no more than several body lengths. From time to time, almost simultaneous rotations of two individuals were observed. Blows followed with a mean interval of 9 seconds; two whales were often breathing synchronously. Groups with similar inter-individual interactions repeatedly formed near the outer bar of Piltun Bay mouth during July 2015.

The three known calves kept close to their mothers in July–August. Two of them were seen actively swimming, independently moving aside within a radius of up to 100m, and diving to the bottom without obvious attempts to feed. Bottom feeding of one of the calves was noted twice in September. A lot of aimless and irregular movements were observed for the juvenile individuals as compared to the feeding of the adult female KOGW022. While the movements of an adult were usually stereotyped and energy-efficient. The pronounced mud emissions at surfacing was also noted predominantly in adult whales.

Another form of the bottom activity of gray whales, not related to feeding, was the deliberate physical contact of a whale with the substrate (i.e. rubbing). Such behavior was recorded repeatedly, both for single whales and for groups of 2–3 individuals in the coastal shallow water during the 2017 season. The animals were milling around an area with a radius of no more than 50 m, often changing the direction of movement and position of the body, and rubbing on the bottom; as a result, the water became muddy from the silt, rising to the surface. At times, the mud was ejected from the mouth of animals. There was a greater variety of postures than during feeding: frequent turns on the back (Fig. 1c) and raising of a head above water. For several individuals, this behavior was recorded repeatedly. For the whales KOGW179 and KOGW189 it was the only form of bottom activity recorded. This behavior was also typical for the calves, in the middle of September, three calves were rubbing on the bottom in the shallow water near Piltun Bay mouth.

Our observations confirm the hypothesis (Ray & Schevill, 1974) that the behavior and anatomy of gray whales are more adapted for sweeping food from the bottom surface than for digging out. By rotating on

Рис. 3. Одностороннее выделение китом отцеженной взвеси: a - с левой стороны, у дна в позе кормления; b - с правой стороны рта у поверхности воды.
Fig. 3. Single-sided mud plumes: (a) from the left side during feeding near the bottom; (b) during surfacing, from the right side.

новилась мутной от ила, поднимавшегося до самой поверхности. Временами муть изо рта выделяли сами животные. Отмечено большее, чем при кормлении, разнообразие поз: выделялись частые перевороты на спину (Рис.1с) и выставление рострума из воды. Для нескольких особей подобное поведение было зарегистрировано неоднократно, а для китов KOGW179 и KOGW189 оно вообще было единственной формой придонной активности. Такое поведение было характерно и для сеголеток – во второй декаде сентября трое детенышей преднамеренно контактировали с дном, кружа на одном месте на мелководье в районе устья Пильтуна.

Таким образом, наши наблюдения подтверждают предположение, что поведение и анатомия серых китов более адаптированы для собирания-всасывания пищи с поверхности дна, чем для ее выкапывания из грунта (Ray & Schevill 1974). Поворачиваясь на бок (примерно 90-135 градусов) и опуская голову, кит обеспечивает параллельность ротовой щели к поверхности дна, что идеально для всасывания пищи. Поза не статична – кит вынужден балансировать без явного контакта с дном при волнении моря и течении, изгибая хвостовой стебель в различных плоскостях и совершая движения грудными плавниками. Сказанное полностью согласуется с данными о положении и движениях тела серых китов под водой, полученными с помощью телеметрических устройств (Woodward & Winn 2006).

Дискретность выбросов мути во время кормовых эпизодов, очевидно, связана с последовательным всасыванием/промывкой подряд нескольких порций пищи. Выбросы воды со стороны рта, обращенной ко дну, могут быть произвольными, вымывая пищевые объекты из субстрата (или с его поверхности) в толщу воды, уменьшая тем самым количество донных осадков в поглощенной пище. Иного объяснения требуют серийные выбросы мути при выходе кита к поверхности воды. Совершая ритмичные короткие выталкивания воды из ротовой полости, чередующиеся с такими же короткими импульсами обратного потока – всасывания воды через усовые пластины, кит, вероятно, добивается эффективной промывки пищи от примесей и лучшего отделения ее от бахромы. Это может подтверждать гипотезу промывки цедильного аппарата обратным потоком воды (Werth 2001). Полагаем, что такая способность появляется и совершенствуется по мере взросления кита.

Фильтруемые китом донные осадки облаками взвеси накрывают тело кита, особенно когда он малоподвижен в положении на боку у дна, создавая благоприятные условия для формирования на коже колоний усоногих раков. Суммарное время экспозиции преи-

its side (90–135°), and lowering its head down, the whale positions its mouth gap parallel to the surface of the bottom which bests suits for sucking food. This posture is not static: the whale has to balance without apparent contact with the bottom, bending the tail peduncle in various degree and making rowing movements with the pectoral fins under the impact of a swell and currents. This agrees well with the data on the body position and movements of feeding gray whales under water obtained by telemetry devices (Woodward & Winn 2006).

The discrete pattern of mud emissions during feeding episodes is associated with consecutive suction and flushing of several portions of food. Emissions of water from the side of the mouth facing the bottom can be voluntary and promote washing of food items off the substrate (or from its surface) into the water column, thereby reducing the amount of bottom sediments in the sucked food. Multiple mud emissions during a whale surfacing require different explanations. By performing a series of rhythmic short ejections of water from the oral cavity, alternating with the same short impulses of the backward flow—rapid intake of water through baleen plates—the whale achieves efficient washing of food from sediments and better separation from fringe. This can confirm the hypothesis of washing the filter apparatus with a backward flow of water (Werth 2001). We believe that this ability is learned during a life of a whale.

Filtered bottom sediments cover a whale body with clouds of suspension, thus creating favorable conditions for barnacles. The total time of exposure, mainly of the head, as well as the entire left side of the body (as most whales are “right-handed”), in the suspended matter cloud can be very significant. Perhaps this, and not abrasion during the lateral contact of the whale’s body with the bottom, explains an uneven distribution of ectoparasites on a whale body (Kasuya & Rice 1970).

The variability in the duration of feeding and non-feeding episodes during one observation, as well as the total percentage ratio of feeding and non-feeding time for different individuals is shown in Table 2. The variations could be caused by various factors such as: an uneven distribution of food, a need for frequent rest for nursing/pregnant females, weakened individuals, as well as the lack of necessary skills (for calves).

The low mobility of whales in feeding episodes can be due to the location and behavior of prey. The list of food objects of gray whales in the surf zone is not

мущественно головы, а также всей левой (для большинства китов-правшей) стороны тела в облаке взвеси может быть очень значительно. Возможно, именно этим, а не абразией при латеральном контакте тела кита с дном, объясняется неравномерность распределения эктопаразитов на теле кита (Kasuya & Rice 1970).

Вариабельность продолжительности кормовых и некормовых эпизодов в течение одного наблюдения, как и общее процентное соотношение кормового и некормового времени для разных особей (Табл.2) могут быть обусловлены разными причинами, в частности, локальной неравномерностью распределения пищи, необходимостью частого отдыха для кормящих/беременных самок, ослабленных особей, а также отсутствием необходимых навыков (у детенышей).

Малоподвижность китов в кормовых эпизодах может быть обусловлена расположением и поведением пищевых объектов. Спектр пищевых объектов серых китов в прибойной зоне у северо-восточного Сахалина достоверно неизвестен, но для подобных биотопов наиболее типичны высокомобильные ракообразные, представленные планктонными и гипербентосными формами при доминировании немногих отдельных видов, например, мизид (*Mysidacea*) (McLachlan & Brown 2006). По наблюдениям *in situ* (Stelle 2001) мизиды активно избегают только быстро движущихся под водой объектов, не реагируя на медленно движущиеся, и также быстро реформируют скопление. Интересно, что встречаемость мизид в пробах на глубинах 5-10 м в Пильтунском районе составляла практически 100%, формировавших совместно с эвфаузиидами (*Euphausiacea*) плотные скопления в тонком слое у песчаного дна (Фадеев 2002).

Предполагалось, что серые киты, питаясь поодиночке, не выказывают стремления координировать свои действия и даже защищают индивидуальное пространство при добыче пищи (Wursig 1989). Однако толерантное отношение взрослой самки KOGW022 к приближению и попыткам кормления других особей практически рядом с ней и даже к явному конкурированию свидетельствует об обратном. Групповые действия серых китов в июле 2015 г., возможно, свидетельствуют даже о кооперации при питании, а также могут указывать на присутствие объемных скоплений мобильных пищевых объектов в толще воды.

Чесание или трение тела о дно описано для многих китообразных, в том числе и для серых китов. По нашим данным, характер движений и поз кита при таком поведении существенно отличается от стереотипных

well studied, but it is known that in such biotopes the most typical organisms are highly mobile crustaceans, represented by plankton and hyperbenthic forms with the dominance of a few species, such as mysids (*Mysidacea*) (McLachlan & Brown 2006). According to observations *in situ* (Stelle 2001), mysids are only actively avoiding objects moving fast under water, and not reacting to slow-moving objects, they also quickly reform an aggregation. Interestingly, the occurrence of mysids in samples at depths of 5–10 m in the Piltun area was almost 100%. Together with euphausiids (*Euphausiacea*) they were forming dense aggregations within a thin layer near the sandy bottom (Fadeev 2002).

There is an assumption, that gray whales, feeding individually, do not show a tendency to coordinate their movements, and even try to protect the individual space during the feeding (Wursig 1989). However, the tolerant behavior of the adult female KOGW022 towards the other individuals feeding nearby, and even towards an obvious competition, is indicative of the opposite. Obvious coordination in activities among different groups of feeding gray during July 2015 may even indicate cooperation in feeding, and also point to a possible presence of aggregations of mobile prey in the water column.

The rubbing behavior is described for many cetaceans, including gray whales. According to our data, the pattern of movements and postures during this behavior is significantly different from the stereotyped actions during feeding. There are turns on the back, spyhopping or lifting a rostrum above the water, while a whale could either be with its back up, down, or on its side. A higher level activity and apparent excitement are most likely caused by tactile sensations in contact with the bottom. The observation of the silt and sand suction in the process of such activity requires some attention and an explanation. Lithophagy is known for many species of vertebrates (Panichev 2011). For calves, the first random sucking and ingestion of bottom sediments together with food during trial manipulations could probably trigger the enzymatic activity of the gastrointestinal tract (GT) during weaning and switching from milk to “adult” food, and, at the same time, create a need for periodic ingestion of lithogenic matter into GT at an adult age. Moreover, these could be an effective cleaning and hygienic procedures including for an oral cavity, as well as a mere pleasure from the physical contact of the body with the bottom. It is possible that some of gray whales appears near the coast just for the sake

действий во время питания. Появляются перевороты на спину, подъемы головы или рострума над водой, при этом тело может быть спиной вверх, на боку или спиной вниз. Высокая двигательная активность и явное возбуждение, возможно, вызваны тактильными ощущениями при контакте с грунтом. Объяснения и внимания требует очевидное всасывание грунта в процессе такой активности. Литофагия известна для многих видов позвоночных животных (Паничев 2011). У детенышей, вероятно, первые случайные всасывания и поглощение грунта вместе с пищей при пробных манипуляциях могут "запускать" ферментную активность ЖКТ при переходе с молочного питания на "взрослую" пищу, и одновременно закладывать периодическую потребность в целевом поступлении донных осадков в ЖКТ во взрослом состоянии. Явно имеют место эффективные очистительные, гигиенические процедуры, в том числе и для полости рта, а также просто получение удовольствия при физическом контакте тела с грунтом. Возможно, что часть серых китов, время от времени, появляется на прибрежных отмелях только ради этого. С этой точки зрения прибрежное мелководье может служить не только нагульным, но и своеобразным рекреационным районом.

Работа выполнена в рамках совместной программы мониторинга западной нагульной группировки серых китов, финансируемой компаниями "Эксон Нефтегаз Лимитед" и "Сахалин Энерджи Инвестмент Компани", операторами проектов "Сахалин-1" и "Сахалин-2".

of it. From this point of view, coastal shallow waters may be considered not only a feeding, but also a kind of recreation area.

The work was carried out as a part of the joint program for monitoring the western gray whale feeding aggregation, funded by Exxon Neftegas Limited and Sakhalin Energy Investment Company, the operators of the Sakhalin-1 and Sakhalin-2 projects.

Список использованных источников / References

Паничев А.М. 2011. Литофагия (геологические, экологические и биомедицинские аспекты). М.: Наука, 187 с. [Panichev A.M. 2011. Lithophagy (geological, ecological and biomedical aspects). M.: Nauka, 187 p. IN RUSSIAN]

Фадеев В.И. 2002. Исследования бентоса в районе питания Охотско-корейской популяции серого кита в 2001 году. Заключительный отчет по контракту Y00251 Benthic Study for Whale Environmental Study. Институт Биологии моря ДВО РАН, Владивосток, 99 с. [Fadeev V.I. 2002. Benthic Research in Feeding Area of Western Gray Whale in 2001. Final Report Contract Y00251 Benthic Study for Whale Environmental Study. Institute of Marine Biology of FEB RAS, Vladivostok, 99 p. IN RUSSIAN]

Kasuya T. & Rice D.W. 1970. Notes on baleen plates and on arrangement of parasitic barnacles (*Cryptolepas rhachianecti*) of gray whale (*Eschrichtius robustus*). Scientific reports of the Whales Research Institute Tokyo 22:39-43.

McLachlan A. & Brown A.C. 2006. Ecology of sandy shores. Second edition, Academic Press, Burlington, MA. Iii +373 pp.

Ray G.C. & Schevill W.E. 1974. Feeding of a captive gray whale, *Eschrichtius robustus*. Marine Fisheries Review, 36(4):31-38.

Stelle L.L. 2001. Behavioral ecology of summer resident gray whales *(Eschrichtius robustus*) feeding on mysids in British Columbia, Canada. Ph.D. dissertation, University of California, Los Angeles, CA. xiv + 166p.

Werth A.J. 2001. How do mysticetes remove prey trapped in baleen? Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard University 156(1):189-203.

Woodward B.L. & Winn J.P. 2006. Apparent lateralized behavior in gray whales feeding off the central British Columbia. Marine Mammals Science, 22(1):64–73.

Wursig B. 1989. Cetaceans. Science (Washington D.C.) 244(4912):1550-1557.

Веревкин М.В. [1], Войта Л.Л. [2]

Авиационный учет численности кольчатой нерпы (*Pusa hispida botnica*) в Финском заливе

1. Санкт-Петербургский научный центр РАН, Санкт-Петербург, Россия
2. Зоологический институт Российской академии наук (ЗИН РАН), Санкт-Петербург, Россия

Verevkin M.V. [1], Voyta L.L. [2]

Aerial surveys of ringed seal (*Pusa hispida botnica*) abundance in the Gulf of Finland

1. St. Petersburg Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia
2. Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-58-66

Контроль численности, оценка ее динамик являются основой мониторинга и менеджмента популяций ластоногих Балтийского моря. Единый подход в оценке численности дает возможность получать сравнимые результаты при проведении учетов разными специалистами на разных территориях и в разных странах. В результате формируется общая картина о состоянии популяций ластоногих. Хельсинская комиссия (Baltic Marine Environment Protection Commission или The Helsinki Commission, HELCOM) 3.10.2014 утвердила общую методику проведения учета для всех ластоногих на территории HELCOM (Galatius et al. 2014), т.е. для всего региона Балтийского моря. Наша работа проведена согласно методике, утвержденной экспертами по ластоногим HELCOM.

В настоящее время в Финском заливе обитает изолированная популяция балтийской кольчатой нерпы (*Pusa hispida botnica* Gmelin, 1788) (Harkonen et al. 1998).

Численность этой популяции сокращается, так с 1980 г. она снизилась с 3-4 тысяч особей до 200-300 к концу прошлого века. Данные авиаучетов, проведенных в последние годы, показывают, что общая численность нерпы в восточной части Балтийского моря в акватории трех стран – Финляндии, Эстонии и России – на-

Assessment of abundance and determination of its dynamics are the main aspects of monitoring and management of the pinniped populations in the Baltic Sea. A unified approach to the abundance assessment ensures comparable results even if studies are conducted by different researchers in different areas. As a result, these data generate an overview of pinniped populations and their status. The Baltic Marine Environment Protection Commission, or The Helsinki Commission (HELCOM), approved the methodological guidelines for seal surveys in the HELCOM region, i.e. for the entire Baltic Sea (Galatius et al. 2014). Our study has been carried out in accordance with this HELCOM methodology.

Currently, the Gulf of Finland is inhabited by an isolated population of ringed seals (*Pusa hispida botnica* Gmelin, 1788) (Harkonen et al. 1998). The size of this population has been declining over a long period. The number of seals decreased from 3,000–4,000 in the 1980 to 200–300 individuals at the turn of the century. The aerial surveys, carried out in the past seven years, indicate that the total abundance in the eastern part of the gulf, including sea territories of three countries (Estonia, Russia, and Finland), is extremely low and amounts to slightly over 100 individuals.

ходится на чрезвычайно низком уровне и составляет немногим более 100 особей.

Учеты численности кольчатой нерпы в российской части Финского залива с 1993 г. проводились по методике Harkonen и Lunneryd (1992) и далее по рекомендациям HELCOM (Galatius et al. 2014).

Учет балтийской кольчатой нерпы в апреле 2017-2018 гг. проводился с борта самолета Cessna 182 в период, когда снежные убежища нерп разрушаются и животные открыто лежат на поверхности льда. Учеты проводились с использованием ленточных трансект. Дистанция между трансектами оставляла около 5 км, при анализе данных она уточнялась по GPS-данным.

Высота полета (90 м), равномерность скорости самолета и дистанция между трансектами контролировались пилотом по приборам самолета. Скорость на трансектах — 190–220 км/час.

Полоса учета составляла 800 м при высоте полета 90 м. Границы полосы каждого наблюдателя (с левого и правого борта) контролировались с помощью визуальных отметок на стекле перед наблюдателем и на стойке крыла. Метки устанавливаются с помощью клинометра.

Каждое встреченное животное снимали на цифровую фотокамеру высокого разрешения. Координаты каждого зверя определялись по GPS-треку, который записывался параллельно каждым наблюдателем в течение всего маршрута с частотой 5–20 секунд. Вид животных определялся при обработке изображений высокого разрешения.

Погодные условия для учета выбирались по метеорологическому прогнозу, а далее отмечались по ходу проведения маршрутного учета. Ежечасно отмечали облачность и силу ветра по шкале Боффорта. На период проведения учетов просматривали архивные данные по метеопосту «Кронштадт» (WMO ID 26060): на каждые 3 часа — на сайте rp5.ru; среднее состояние на день — на сайте Gismeteo (https://www.gismeteo.ru/diary/14771/2017/4/). С обоих сайтов уточняли температуру воздуха, направление и силу ветра.

Ледовая обстановка и площадь льда оценивалась по космическим снимкам с сайта NASA https://lance3.modaps.eosdis.nasa.gov. Расчет площади льда производился в программе Sas.Planet (v.160707.9476).

Координаты встреч кольчатой нерпы на маршрутах сохранялись в двух форматах: WGS84 и WGS84 UTM. Первый формат записывался с использованием программы BaseCamp, второй — с использованием интернет-кон-

The ringed seal surveys in the Russian zone of the gulf have been carried out since 1993 by the method of Härkönen and Lunneryd (1992) and according to the HELCOM recommendation (Galatius et al. 2014).

The surveys in April 2017–2018 were conducted aboard a Cessna 182 aircraft. The surveys were conducted at the time when the snow lairs of seals had collapsed, and all the seals were visible on open ice. The aircraft moved along the transects, which were laid in the meridional direction at a distance of approximately 5 km between each other. In the data analysis, the actual distances were measured using GPS-coordinates.

The flight altitude (90 m), the constant speed, and the distance to neighboring transect was controlled by the pilot using the onboard gauges. During a flight the speed was maintained at 190–220 km/h.

The observation strip width was 800 m at the altitude of 90 m. The boundaries of the observation strip were visually controlled by each observer (on the port and starboard sides of the aircraft) using the visual markers preliminarily placed on the wing supports or the window glass; the angles were measured with inclinometers.

Each observed seal was photographed with a high-resolution digital camera. Location of the animal was fixed on the GPS track recorded with a frequency of 5–20 sec by each observer throughout the flight. The species was identified in photographs in the laboratory.

Weather for surveys was chosen depending on weather forecast, and the conditions were recorded continuously along the transects. Cloud cover and wind-force by Beaufort scale (sea-state) were recorded every hour. Also, information was obtained from the Kronstadt (WMO ID 26060) weather archives at rp5.ru for weather every 3 hr and from Gismeteo (https://www.gismeteo.ru/diary/14771/2017/4/) for average for the day. Both sites also provided data of air temperature and wind direction and force.

Sea-ice conditions and sea-ice area were estimated in satellite images from the NASA website https://lance3.modaps.eosdis.nasa.gov. The sea-ice area was calculated using the Sas.Planet program (v.160707.9476).

The coordinates of the ringed seal sightings along the routes were saved in two formats: WGS84 (latitude/longitude) and WGS84 UTM (Easting/Northing, in m). Data in the former format were recorded using the BaseCamp program; in the latter format, using

вертера http://awsm-tools.com/geo/geographic-to-utm. Использование GPS-треков позволяло осуществлять расчет относительной плотности распределения ластоногих на 1 км^2 маршрута в соответствии с рекомендациями HELCOM. Расчет средней плотности распределения животных на 1 км^2 (с 95% доверительным интервалом) обследованной площади проводился с использованием прикладной статистической программы PAST ver. 2.04, вкладка «Statistics — Univariate» (Hammer et al. 2001). Общая обследованная площадь (TWA) рассчитывалась с использованием данных по длине «рабочего участка» маршрута (WL), который определяется от начала первой трансекты и концу последней и среднему расстоянию между трансектами (ItD). Все эти показатели оценивалось ГИС-средствами в программе Sas.Planet v.160707.9476. Для расчетов этих параметров использовались следующие формулы:

Формула 1: $TWA = WL \times ItD$

Определение фактической площади учета (ФП, TTA) проводилось с использованием данных WL и ширины учетной полосы, равной 800 м.

Формула 2: $TTA=WL \times 0.8km$

Параметры всего использованного оборудования соответствуют требованиям HELCOM для проведения учета кольчатой нерпы.

Для выполнения работ использовали следующее оборудование:

1. Самолет Cessna 182 с верхним положением крыла.

2. Фотокамера Canon EOS 6D со встроенным GPS приемником и объективом Canon 70-200 мм.

3. Фотокамера Canon EOS 60D, объектив Canon 70-500 мм.

4. GPS-навигаторы – Garmin GPSmap 60Cx и GPS Garmin Oregon 450.

5. Цифровые диктофоны – Olympus VN 3100PC и Olympus ME15.

6. Для настройки меток наблюдения использовали угломер SILVA Clino Master.

Результаты учетов численности кольчатой нерпы в апреле 2017 г. в российской акватории Финского залива

Ясная погода 11 апреля и переменная облачность 15 апреля 2017 г. позволили использовать спутниковые

an Internet converter at http://awsm-tools.com/geo/geographic-to-utm. The use of GPS-tracks allowed us to calculate the relative density of distribution of pinnipeds per 1 km^2 of route in accordance with the recommendations of HELCOM. Calculation of the mean density of animals per 1 km^2 (with 95% confidence interval) of the surveyed area was performed using the statistical program PAST ver. 2.04 “Statistics — Univariate” (Hammer et al. 2001). The total area surveyed (TWA, total working area) was calculated using the length of the “working section” of the observation strip (WL, working log), which was determined by the start of the first transect and the end of the last one and the mean distance between transects (ItD, inter-transects distance). All values were estimated with the GIS tools in the program Sas.Planet v.160707.9476. To calculate these parameters, the following formulas were used:

Formula 1: $TWA = WL \times ItD$

To determine actual working area (TTA, total track area, km^2), we used data of WL and the survey strip width equal to 800 m:

Formula 2: $TTA=WL \times 0.8km$

All survey equipment met the HELCOM standards for ringed seal census. The following equipment was used:

1. Light up-wing aircraft, Cessna 182.

2. Still camera Canon EOS 6D with integrated GPS receiver and Canon 70–200 mm lens.

3. Still camera Canon 60D with Canon 70–500 mm lens.

4. GPS receivers Garmin GPSmap 60Cx and Garmin Oregon 450.

5. Digital voice recorders Olympus VN3100PC and Olympus ME15.

6. Silva Clino Master inclinometer for setting the observation angle marks.

Results of the ringed seal survey in the Russian part of the Gulf of Finland, April 2017

The clear weather on April 11 and the partly cloudy weather on April 15 allowed us to use NASA satellite images to assess the sea-ice area, its concentration, and location in the Russian part of the Gulf of Finland.

On the first day, April 11, all ice in the study area was concentrated in the eastern part of the gulf along the

снимки ледовой обстановки NASA для оценки площади льда, его сплоченности и расположения в переделах Российской части акватории Финского залива.

В первый день, 11 апреля, весь лед акватории был сконцентрирован в восточной части залива вдоль северного берега, чему способствовал западный ветер в день наблюдения и до этого, ежедневно с 6 апреля. Общая площадь составила около 1500 км^2.

Во второй день проведения учетов, 15 апреля, лед был разбросан по акватории в связи со сменой преобладающего направления ветра с западного на северо-восточный. Большая масса льда представляла собой скопления небольших льдин, крупные льдины встречались редко. Общая площадь составляла примерно 1922 км^2.

11 апреля с 10:30 до 14:30 было обследовано 1639,84 км^2 (TWA), протяженность учетного маршрута составила 361,2 км (WL). Всего было отработано 22 трансекты меридионального направления, среднее расстояние между трансектами составляло 4,54±0,17 (SD = 0,81) км (ItD). Фактическая площадь учета (TTA) составила 289 км^2. Во время прохождения маршрута было отмечено 7 нерп по правому борту и только 2 нерпы по левому борту. Относительная плотность распределения животных на 1 сегмент (= 1 км^2) маршрута составила 0,031±0,004 (m ± 95% доверительный интервал), SD = 0,17. Экстраполированное число кольчатой нерпы (округленное до целого числа) на покрытой учетом площади (TWA) составило 51 особь (95%-ный доверительный интервал от 44 до 57).

15 апреля с 9:16 до 14:11 было обследовано 2451 км^2 (TWA), протяженность учетного маршрута составила 490,2 км (WL). Всего была отработана 21 трансекта меридионального направления, среднее расстояние между трансектами составляло 5,02±0,20 (SD = 0,90) км (ItD). Фактическая площадь учета (TTA) составила 392,16 км^2. Во время прохождения маршрута было отмечено 6 нерп по правому борту и 9 нерп по левому борту. Из расчетов относительной плотности распределения нерп были исключены две встречи, т.к. животные были отмечены за пределами трансект. Таким образом, в расчет включено 13 особей. Относительная плотность распределения особей на 1 сегмент (= 1 км^2) маршрута составила 0,033±0,004 (m±95% доверительный интервал), SD = 0,19. Экстраполированное число кольчатой нерпы (округленное до целого числа) на покрытой учетом площади (TWA) составило 81 особь (95%-ный доверительный интервал от 71 до 90).

coast, being driven by the westerly wind on the day of observation and a few days before (every day since April 6). The total area amounted to 1,500 km^2.

On April 15, the ice was scattered across the area due to a change in the prevailing wind direction from westerly to northeasterly. A large mass of ice was in a loose cluster of small-sized ice floes; large ice floes were rare. The total area was approximately 1,922 km^2.

On April 11, between 10:30 and 14:30, we surveyed a total area of 1,639.84 km^2 (TWA); the length of the flight route was 361.2 km (WL). A total of 22 transects of meridional direction were covered; the average distance between transects was 4.54 ± 0.17 km (SD = 0.81) (ItD). The actual studied area (TTA) was 289 km^2. During the survey, 7 ringed seals were recorded from the starboard side and only 2 animals from the port side. The relative spatial density of individuals per 1 segment (=1 km^2) of the route was 0.031 ± 0.004 (m ± 95% confidence interval), SD = 0.17. The extrapolated number of ringed seals within the studied area (TWA) was 51 individuals (with a 95% confidence interval 44-57 animals).

On April 15, between 9:16 and 14:11, we surveyed a total area of 2.451 km^2 (TWA); the length of the flight route was 490.2 km (WL). A total of 21 transects of meridional direction were covered; the average distance between transects was 5.02 ± 0.20 km (SD = 0.90) (ItD). The actual studied area (TTA) was 392.16 km^2. During the survey, there were 6 ringed seals observed from the starboard side and 9 animals from the port side. However, two sighting points were excluded from the calculation of the relative density, because these animals were found outside the transect strip. Thus, the calculation included only 13 individuals. The relative density of individuals per 1 segment was 0.033 ± 0.004 (m ± 95% confidence interval), SD = 0.19. The extrapolated number of ringed seals within the studied area (TWA) was 81 individuals (with a 95% confidence interval 71-90 individuals).

Results of the ringed seal survey in the Russian part of the Gulf of Finland, April 2018

The clear weather on April 14 and favorable cloud cover on April 19 (on April 18, the day of the second survey, there was a dense cloud cover) allowed us to use NASA satellite imagery to measure the area of sea ice and its concentration and distribution in the Russian part of the Gulf of Finland. On the first day of the survey, April 14, the ice was concentrated mainly along the shoreline of the eastern part of the gulf. The total ice area in the Russian part of the Gulf of Finland was approximately 2,900 km^2.

Результаты учетов численности кольчатой нерпы в апреле 2018 г. в российской акватории Финского залива

Ясная погода 14 апреля и удовлетворительные условия облачности 19 апреля (18 апреля, в день проведения второго учета была плотная облачность) позволили использовать космические снимки NASA ледовой обстановки для оценки площади льда, его сплоченности и расположения в переделах Российской части акватории Финского залива. В первый день, 14 апреля, весь лед акватории был сконцентрирован в восточной части залива вдоль берега. Лед по большей части был плотно сбит. Общая площадь льда в российской акватории Финского залива составила около 2900 км^2.

Во второй день проведения учетов, 18 апреля, лед был также сконцентрирован в восточной части залива. Большая масса льда представляла собой рыхлые скопления небольших льдин, крупные льдины встречались редко. Общая площадь льда в российской акватории Финского залива составляла примерно 1500 км^2.

14 апреля с 05:25 до 10:26 (UTC) обследовано 2081,33 км^2 (TWA), протяженность учетного маршрута составила 365,98 км (WL). Всего было отработано 16 трансект, проложенных параллельно границе с Финляндией, среднее расстояние между трансектами составляло 6,09±0,08 (SD = 0,31) км (ItD). Фактическая площадь учета (TTA) составила 293 км^2. На маршруте отмечено 7 нерп по правому борту и 4 нерпы по левому борту. Однако из расчетов плотности распределения ластоногих была исключена одна встреча из-за того, что зверь был отмечен за пределами учетной трансекты. В результате расчеты проводились для 10 экземпляров. Относительная плотность распределения особей этого вида на 1 сегмент (= 1 км^2) маршрута составила 0.034±0.01 (95% доверительный интервал), SD = 0,18. Экстраполированное число кольчатой нерпы (округленное до целого числа) на покрытой учетом площади (TWA) составило 70 особей (95%-ный доверительный интервал от 64 до 76).

18 апреля с 11:57 до 16:03 (UTC) было обследовано 1191 км^2 (TWA), протяженность учетного маршрута составила 200 км (WL). Всего была отработано 11 трансект, проложенных параллельно границе с Финляндией, среднее расстояние между трансектами составляло 5,94±0,33 (SD = 0,99) км (ItD). Фактическая площадь учета (TTA) составила 160,39 км^2. На маршруте отмечено 12 нерп по правому борту и 11 нерп по левому борту. Из расчетов относительной плотности были исключены 10 встреч, т.к. животные были отмечены за пределами трансект. Таким образом, в расчет были включены 13 особей. Относительная плотность распределения

On the second day of survey, April 18, the ice still remained in the eastern part of the gulf. The major part of the ice was in loose clusters of closely drifting small floes; large floes were rare. The total ice area in the Russian part of the Gulf of Finland amounted to approximately 1,500 km^2.

On April 14, from 05:25 to 10:26 UTC, we surveyed an area of 2,081.33 km^2 (TWA); the length of the survey strip was 365.98 km (WL). A total of 16 transects (laid parallel to the Finland border) were covered, with the mean distance between them being 6.09 ± 0.08 km (SD = 0.31) (ItD). The actual observed area (TTA) was 293 km^2. During the survey, 7 seals were observed from the starboard side and 4 seals from the port side of the aircraft. However, one sighting was removed from the density calculations, as the animal was seen outside of the observation strip. As a result, 10 individuals were used to calculate the seal density. The relative density of ringed seals in one segment (= 1 km^2) was 0.034 ± 0.01 (mean ± SE, 95% CI = 0.0196, SD = 0.18). The extrapolated number of ringed seals, rounded to a whole individual, in TWA was 70 seals (with the 95% confidence interval 64-76 individuals).

On April 18, from 11:57 to 16:06 (UTC), we carried out the second survey and flew over 1,191 km^2 (TWA) of ice. The length of the observation route (WL) was 200 km. A total of 11 meridional transects (laid parallel to the Finland border) were covered, with an average distance between them being 5.94 ± 0.33 km (SD = 0.99) (ItD). The total actual observed area (TTA) was 160.39 km^2. During the survey, we recorded 12 seals from the starboard and 11 from the port side. Nevertheless, 10 individuals were removed from the density calculations as they were seen outside the survey strip. Thus, the calculations were based on 13 individuals. The relative density of ringed seals in a segment (=1 km2) was 0.08 ± 0.02 (mean ± SE, 95% CI = 0.039, SD = 0.27). The extrapolated number of ringed seals, rounded to a whole animal, in the covered area (TWA) was 95 individuals (with 95% confidence interval 89-101 seals).

According to the agreement between Russian, Estonian, and Finnish specialists, the main surveys were conducted in the Russian waters of the gulf, where most of the sea ice is usually concentrated. Finland and Estonia organized supplementary surveys. In Estonia, the survey was carried out by the Pro Mare non-commercial consulting company; in Finland, by the Finnish Natural Resource institute and WWF Finland. Figure 1 shows the points of seals sightings in the Finnish and Russian parts of the Gulf of Finland.

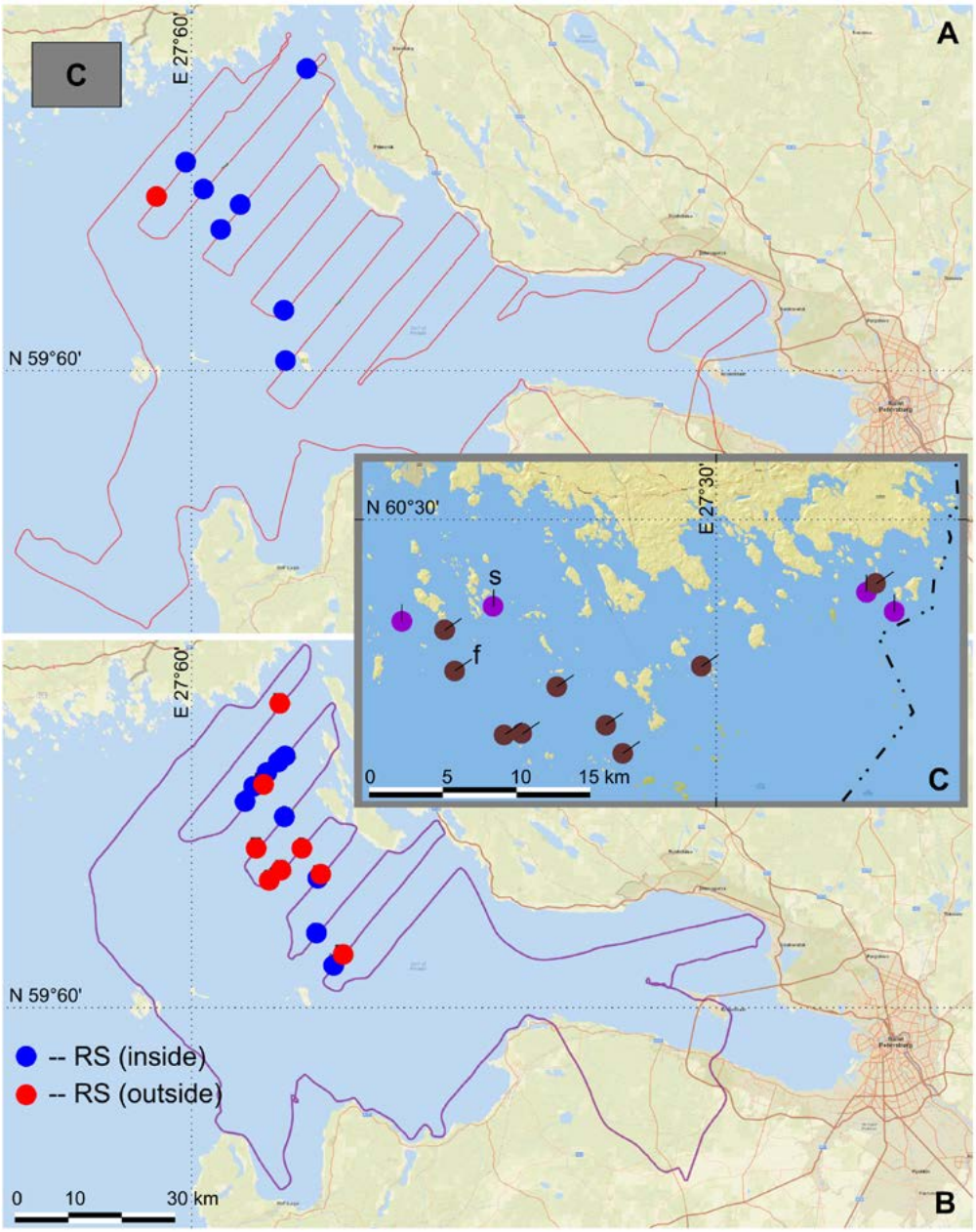


Рисунок 1. Результаты учета кольчатой нерпы в российской и финской акваториях Финского залива в 2018 гг.: A — Размещение кольчатой нерпы и линия маршрута 14.04.2018 в российской части Финского залива; B — Размещение кольчатой нерпы и линия маршрута 18.04.2018 в российской части Финского залива; C — Размещение кольчатой нерпы 12.04.2018 (f) и 13.04.2018 (s) в финской части Финского залива. Сокращения: RS (inside) — встречи кольчатой нерпы в пределах маршрутной полосы; RS (outside) — встречи кольчатой нерпы за пределами маршрутной полосы; красная и фиолетовые линии на A и B — маршрут.

Fig. 1. Results of the ringed seal counts in the Russian and Finland parts of the Gulf of Finland, 2018: (A) the ringed seal sightings and the survey track line on April 14, 2018 in the Russian part; (B) the ringed seal sightings and survey track line on April 18, 2018 in the Russian part; (C) the ringed seal sightings on April 12, 2018 (f) and April 13, 2018 (s) in the Finland part. Abbreviations: RS (inside), the ringed seal sightings on the survey track line; RS (outside), the ringed seal sightings outside the track line; red and violet lines in (A) and (B) are survey track line.

особей этого вида на 1 сегмент (= 1 км^2) маршрута составила 0.08±0.02 (95% доверительный интервал), SD = 0.27. Экстраполированное число кольчатой нерпы (округленное до целого числа) на покрытой учетом площади (TWA) составило 95 особей (95%-ный доверительный интервал от 89 до 101).

По договоренности между российскими, эстонскими и финскими специалистами основные исследования проводились в российской части залива, где всегда больше льда. В Финляндии и Эстонии проводились дополнительные исследования, поскольку в акваториях этих стран на период учета был лед. В Эстонии учет проводился некоммерческой консалтинговой компанией Pro Mare, в Финляндии учет проводился финским институтом природных ресурсов (Luke) и WWF Финляндии. На рисунке 1 приведены места наблюдений ластоногих на финской и российской частях залива.

Результаты учетов численности кольчатой нерпы в апреле 2018 г. в финской части акватории Финского залива

Авиаучет в Финляндии проводился 12 и 13 апреля 2018 г. в ледовой зоне, прилегающей к российским пограничным водам, в районе национального парка «Финский залив». Учет проводился с борта самолета Cessna 172 в хорошую солнечную и спокойную погоду. Линейные трансекты были проложены в соответствии с методикой, рекомендованной HELCOM, но с меньшим расстоянием между ними (3,8 км) и высотой полета около 150 м, что дало возможность охватить всю акваторию, где оставался лед, пригодный для нерп. Результаты представляют собой не расчетную оценку плотности распределения кольчатой нерпы, а абсолютную численность животных. Все наблюдаемые тюлени были сфотографированы для видовой идентификации. В результате учета, проведенного 12 апреля, было отмечено 12 кольчатых нерп, а 13 апреля обнаружены 4 кольчатых нерпы, при этом три из них были зарегистрированы в предыдущий день учета. В результате авиаучета, проведенного в финской части Финского залива, на 100% площади имевшегося льда было выявлено 13 особей кольчатой нерпы (Verevkin et al. 2018).

Результаты учетов численности кольчатой нерпы в апреле 2018 г. в эстонской части акватории Финского залива

Полеты в Эстонии планировались в соответствии с планами учетов на российской стороне, чтобы избежать двойного учета тюленей в приграничной зоне или на дрейфующих ледовых полях. Маршрут полета планировался на основе спутниковых снимков, доступных по

Results of the ringed seal survey in the Finnish part of the Gulf of Finland, April 2018

The survey in Finland was carried out over the ice area adjacent to the Russian waters, particularly in the region of the Gulf of Finland National Park. The flights of a Cessna 172 were performed on April 12 and 13, 2018 in good sunny and calm weather. The line transects were laid according to the HELCOM guidelines, but with a narrower distance between them (3.8 km) and a flight altitude of approximately 150 m. Therefore, the surveys in Finland covered the almost entire potential remaining sea ice area, and the results represent the absolute number of ringed seals rather than a calculated estimate of their density. All the observed seals were photographed to verify their species. The result of the first census (on April 12) was 12 ringed seals; on the following day, 4 ringed seals. The total of two counts was 13 individuals in the Finnish part of the Gulf of Finland (Verevkin et al. 2018).

Results of the ringed seal survey in the Estonian part of the Gulf of Finland, April 2018

The flights in Estonia were scheduled in accordance with the surveys in Russia to avoid double counts of seals in the area of drifting ice fields along the border. The flight route was designed on the basis of latest satellite images from https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser. The transects were laid taking into consideration the fact that the compact ice field in Narva Bay was located southwest of the border.

In Estonia, the survey flight was carried out on April 14, 2018 between 12:00 and 15:00 UTC in a good, clear weather with light winds (4 m/s). The flight started from the longitude 27.6° E and moved westward. The northern limit for the transects was the national border (the aircraft made a turn at 2.5 km from the border) or open water. A Cessna 182 aircraft was used. The mean flight speed was 190 km/h.

The good visibility allowed observation of a larger ice area, but no seals were seen during the flight. In addition to ice fields, the known animals' haulouts on reefs were also inspected, but no animals were found either on reefs or on ice (Verevkin et al. 2018).

As a result of the aerial survey in 2017, the estimated abundance of ringed seals in the Russian sea area was between 71 and 90 individuals; in April 2018, it was between 89 and 101 individuals. These values are higher than the result of 2012, when the population was estimated at 72–94 individuals (Verevkin et al. 2018).

Таблица 1. Результаты учета кольчатой нерпы в российской акватории Финского залива в 2010-2018 гг.
Table 1. Results of the ringed seal counts in the Russian part of the Gulf of Finland, 2010–2018
Примечания / Note
Даты проведения учетов: [1] — 20.04.2010; [2] — 10.04.2012; [3] — 11.04.2017 и 15.04.2017; [4] — 14.04.2018 и 18.04.2018.
Survey dates: [1]April 20, 2010; [2]April 10, 2012; [3]April 11, 2017 and April 15, 2017; [4]April 14, 2018 and April 18, 2018

Год Year	Длина маршрута (км) Route length, km	Обследовано льда (км^2) Ice area surveyed, km^2	Общая площадь льда (км^2) Total ice area, km^2	Процент обследованной площади льда % of ice area surveyed	Кольчатая нерпа Ringed seals	
					Встречено Observed	Число на льду Number on ice
2010[1]	347.5	278	1193	23.3	6	16–34
2012[2]	642.2	517	3916	13.2	12	72–94
2017[3]	361.2	289	1640	17.7	9	44–57
	490.2	392	2451	16	13	71–90
2018[4]	365.9	293	2081	14	10	64–76
	200	160	1191	13	13	89–101

ссылке https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser. Трансекты были заложены с учетом того, что компактное ледяное поле в Нарвской бухте находилось юго-западнее границы.

В Эстонии учеты проводились 14 апреля 2018 г. с 12:00 до 15:00 UTC в хороших метеоусловиях, в ясную погоду с легким ветром (4 м/с). Полет начинался с 27,6° в.д. и смещался на запад. Северным пределом для трансект была национальная граница (самолет не долетал до границы 2,5 км) или открытая вода. Использовался самолет Cessna 182. Средняя скорость полета составляла 190 км/ч.

Хорошая видимость позволяла осматривать большую площадь льда, чем предполагается по методике, однако во время полета нерпы не были обнаружены. Кроме ледяных полей были проверены известные залежки нерп на рифах, но животные не были обнаружены ни на рифах, ни на льду (Verevkin et al. 2018).

В результате проведенных авиаучетов в 2017 г. расчетная численность кольчатой нерпы в российской части акватории Финского залива составила от 71 до 90 особей, в апреле 2018 г. составила от 89 до 101 особи. Этот показатель выше, чем в 2012 г., когда численность была оценена примерно в 72–94 особи (Verevkin et al. 2018). Показатели численности 2010 г. примерно в 4 раза ниже

In 2010, the result was four times lower, approximately 16–34 ringed seals (Verevkin et al. 2012). But, in our opinion, the one-day survey in 2010 provided an underestimated value. As the 2017 survey showed, a difference between two surveys within one year can be 1.5–2 times depending on observation conditions. Compared to 2017 (Table 1), the estimate of 2018 is slightly higher, but it remains at the level of 95–100 ringed seals in the Russian waters of the Gulf of Finland. The supplementary surveys in Finland and Estonia show that the “core” population of ringed seals is distributed in the Russian part of the Gulf of Finland and has been limited by ice cover for a number of years. The sightings of a few dozens of seals in Finland and the absence of seals in Estonia confirm the results of the seal telemetry studies, which showed that seals leave the southern part of the bay and move to the north, when suitable ice annually forms at the northern coast of the Gulf of Finland.

The aerial survey and photography of ringed seals in the Russian part of the Gulf of Finland in 2017 and over the Estonian and Russian waters in 2018 was financially supported by the Nord Stream 2 AG company. The flights in Finland were funded by Ministry of the Environment of Finland and performed by the Natural Resources Institute Finland (Luke).

и составили 16–34 особи (Веревкин и др. 2012). Однако, на наш взгляд, значение однодневного учета 2010 г. занижено. Как показало сравнение результатов двух дней учета 2017 г., в зависимости от условий наблюдения разница между учетами может составлять 1,5–2 раза. По сравнению с учетами 2017 г. (Табл. 1) расчетная численность 2018 г. чуть выше, но в целом она находится на уровне 95–100 особей для российской части Финского залива. Дополнительные исследования в Финляндии и Эстонии показали, что «ядро» популяции кольчатой нерпы находится на российской части акватории Финского залива, в течение ряда лет лимитируется наличием льда. Находки нескольких десятков нерп в Финляндии и их отсутствие в Эстонии подтверждают результаты исследований по телеметрии тюленей, показавших, что животные оставляют южную часть залива и уходят на север, когда у северного побережья Финского залива появляется лед, где он образуется ежегодно.

Аэрофотосъемка кольчатой нерпы в 2017 г. в российской части Финского залива, в 2018 г. в эстонской и российской акватории проведена при поддержке компании Nord Stream 2 AG. Полеты в акватории Финляндии финансировались Министерством окружающей среды Финляндии, выполнены НИИ природных ресурсов Финляндии (Luke).

Список использованных источников / References

Веревкин М.В., Высоцкий В.Г., Сагитов Р.Ф. 2012. Авиаучет балтийской кольчатой нерпы (*Pusa hispida botnica*) в российской акватории Финского залива. Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 3. Вып. 1. с. 38–46.[Verevkin M.V., Vysotsky V.G., Sagitov R.A. 2012. Aerial survey of Baltic ringed seals (*Pusa hispida botnica*) in the Russian part of the Gulf of Finland. Vestn. S.-Peterb. Univ., 3(1): 38–46. IN RUSSIAN]

Galatius A., Ahola M., Härkönen T. et al. 2014. Methods for seal abundance monitoring in the HELCOM area. Turku: Ad hoc Seal Expert Group, p. 1–7

Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for and data analysis. Palaeontologica Electronica, 4: 1–9.

Härkönen T., Lunneryd S.G. 1992. Estimating abundance of ringed seals in the Bothnian Bay. Ambio, 21: 497–510.

Harkonen T., Stenman O., Jussi M., Jussi I., Sagitov R., Verevkin M. 1998. Population size and distribution of the Baltic ringed seal (*Phoca hispida botnica*). Ringed seals in the North Atlanntic in NAMMCO scintific publications, 1: 167–180.

Verevkin M., Voyta L., Jüssi M., Kunnasranta M. 2018. Aerial survey of ringed seals (*Pusa hispida botnica*) in the Gulf of Finland in 2018. In: Gulf of Finland – natural dynamics and anthropogenic impact, Int. Sci. Forum, St. Petersburg, October 17–18. St. Petersburg, p. 27–29

Владимиров В.А.[1], Дорошенко Н.В., Тимохин И.А.[2], Стародымов С.П.[3], Тюрин С.А.[4]

Современное распространение и численность серых китов *(Eschrichtius robustus)* восточно-сахалинской нагульной группировки

1. РОО «Совет по морским млекопитающим», Москва, Россия
2. Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия
3. «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд», Южно-Сахалинск, Россия
4. «Национальный научный центр морской биологии им. Жирмунского» Дальневосточного отделения РАН ННЦМБ ДВО РАН, Владивосток, Россия

Vladimirov V.A.[1], Doroshenko N.V., Timokhin I.A.[2], Starodymov S.P.[3], Tyurin S.A.[4]

Current distribution and abundance of gray whales *Eschrichtius robustus* of the East-Sakhalin feeding aggregation

1. RNGO “Marine Mammal Council”, Moscow, Russia
2. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
3. “Sakhalin Energy Investment Company Ltd”, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia
4. National Scientific Center of Marine Biology, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-67-77

Западная, или охотоморско-камчатская, субпопуляция серых китов[1], частью которой является восточно-сахалинская нагульная группировка, была некогда широко распространена в летне-осенний сезон в шельфовой зоне Охотского моря и прилежащих водах северо-западной Пацифики, а ее численность ретроспективно оценивалась от 1.5-2 до 10 тыс.

Gray whales of the Western or Okhotsk-Kamchatka subpopulation[1], which includes the East Sakhalin feeding aggregation, were once widespread in the shelf zone of the Sea of Okhotsk and adjacent waters of the Northwest Pacific Ocean during the summer-fall season. Its original numbers were estimated at 1.5–2 to 10 thousand individuals (Berzin 1974; Yablokov,

[1] Серые киты, обитающие в летне-осенний сезон в Охотском море и восточно-камчатских прибрежных водах, до самого последнего времени рассматривались в научной литературе как представители самостоятельной охотско-корейской популяции (Jones, Swartz 2008). Однако новые фотоидентификационные и генетические данные, а также результаты спутникового мечения показали большую спорность этого мнения (Владимиров 2017), поэтому в документах Международной китобойной комиссии и других официальных организаций охотоморско-камчатскую нагульную агрегацию серых китов стали, как правило, называть субпопуляцией (см. сайты: www.iwc.org, www.iucn.org, www.wwf.panda.org, www.us.whales.org и др.) и мы следуем этой международной практике. Что касается отказа от использования применительно к ней русскоязычного названия «охотско-корейская», то это связано с его полным несоответствием реальности – в водах Кореи серых китов не наблюдалось уже более 40 лет, а в Охотском море и у берегов Камчатки они встречаются летом и осенью ежегодно.

[1] Gray whales that inhabit the Sea of Okhotsk and the East Kamchatka coastal waters in the summer-fall season, until recently, were considered in the scientific literature to be representatives of a distinct Korean-Okhotsk population (Jones, Swartz 2008). However, new photo-identification and genetic data, as well as results of satellite tagging showed great controversy of this opinion (Vladimirov 2017), therefore, in documents of the International Whaling Commission and other official organizations, the Okhotsk-Kamchatka feeding aggregation of gray whales began to be called, as a rule, a subpopulation (see sites: www.iwc.org, www.iucn.org, www.wwf.panda.org, www.us.whales.org, etc.) and we follow this international practice. As for the refusal to use the earlier Russian name “Okhotsk-Korean” for this taxon, this is due to its complete discrepancy of reality - gray whales have not been observed in Korean waters for more than 40 years while in the Sea of Okhotsk and off the coast of Kamchatka they are sighted in summer and autumn annually.

голов (Берзин 1974; Yablokov, Bogoslovskaya 1984). Однако, к середине XX века в результате интенсивного международного китобойного промысла она была почти полностью истреблена (Bowen 1974; Brownell, Chun 1977) и начала реально восстанавливаться только в 1970-1980-х годах (Берзин и др. 1986). В 1984-1991 гг. ТИНРО был организован ежегодный авиамониторинг небольшой нагульной агрегации китов данной субпопуляции, обнаруженной годом ранее на шельфовых отмелях (с глубинами преимущественно до 15 м) у северо-восточного побережья о-ва Сахалин напротив зал. Пильтун (Blokhin *et al*. 1985). Проведенные облеты показали, что киты в те годы держались, главным образом, севернее устья названного залива с явно повышенной встречаемостью в его приустьевой зоне и отчасти на траверзе его северной оконечности (Рис. 2). Максимальное единовременно учтенное количество серых китов на тот период (в цифрах, соизмеримых с современными данными, т.е. с корректировкой на различия в методиках учета) достигало в этом районе, названном Пильтунским, 71-74 особей[2].

Возобновленный в конце 1990-х годов мониторинг сахалинских серых китов, организованный уже нефтегазодобывающими компаниями «Эксон Нефтегаз Лимитед» и «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд» в рамках проектов «Сахалин-1» и «Сахалин-2», показал, что

Bogoslovskaya 1984). However, by the middle of the 20th century, they were almost entirely exterminated as a result of intensive whaling (Bowen 1974; Brownell, Chun 1977) and truly began to recover only in 1970s–1980s (Berzin *et al.* 1986). In 1984-1991 TINRO conducted annual aerial surveys of a small feeding aggregation of gray whales from the above subpopulation, which had been discovered a year before in the near-shore shallow waters (generally with depths of less than 15 m) off the northeast coast of Sakhalin Island near Piltun Bay (Blokhin *et al*. 1985). Aerial surveys indicated that during those years the whales stayed primarily in the area north of the bay entrance with an increased occurrence near the mouth zone and partly near the northern end of the Bay (Fig. 2). The maximum recorded numbers of gray whales on a survey day in the area called "Piltun" during that period reached 71–74 individuals (in numbers comparable to today's data i.e. adjusted for differences in survey methodology)[2].

In the late 1990s, Exxon Neftegas Limited (ENL) and Sakhalin Energy Investment Company Ltd. (Sakhalin Energy), oil and gas producers, started the monitoring of Sakhalin gray whales as part of Sakhalin-1 and Sakhalin-2 projects. The study showed that their summer-fall number in the Piltun feeding area had

[2] Фактически в ходе этих авиаучетов было насчитано максимально 33-34 серых кита (в августе-сентябре 1986 и 1989 гг.). Однако проведенная позже калибровка результатов аэровизуальных и внедренных в практику с 2003 г. береговых учетов показала, что первые дают в среднем цифры на 53,8% ниже вторых (Владимиров и др. 2005). Это связано, главным образом, с высокой скоростью полета воздушных судов, из-за чего много китов, находящихся в момент подлета к ним и пролета над ними под водой, остаются незамеченными. Это обстоятельство явилось причиной отказа от дальнейшего использования авиации для учета китов в водах Сахалина и перехода к маршрутным береговым учетам в прибрежном Пильтунском районе и к судовым учетам в Морском. Корректировка полученных ранее авиаучетных данных путем введения в них поправочного коэффициента на «пропущенных» китов (х 2,166), вычисленного на основе вышеупомянутой калибровки, позволяет трансформировать их в те значения, которые были бы получены при береговых учетах, если бы они тогда практиковались (71-74 особи). Такая корректировка даёт возможность делать вполне достоверные ретроспективно-сравнительные оценки числа китов в разные годы, невзирая на различия в методиках учета животных.

[2] Actually, during these aerial surveys, a maximum of 33–34 gray whales were counted (in August – September 1986 and 1989). However, a later calibration of the results of aerial and coastal surveys (introduced into practice since 2003) showed that the first ones give an average of 53.8% lower than the second (Vladimirov et al., 2005). Due to the high speed of aircraft, many whales remain unnoticed under water when the plane approaches them and flies above them. That is why they stopped using aircraft for counting whales in Sakhalin waters and switched to onshore censuses in the coastal Piltun area and to vessel-based surveys in the Offshore one. Correction of previously obtained aerial data by introducing a correction factor for "missed" whales (x 2,166), calculated on the basis of the aforementioned calibration, allows transforming them into those values that would have been obtained from coastal surveys, if they were then practiced (71- 74 individuals). Such an adjustment makes it possible to carry out quite reliable retrospective comparisons of the whale numbers in various years, despite the differences in the survey methodology.

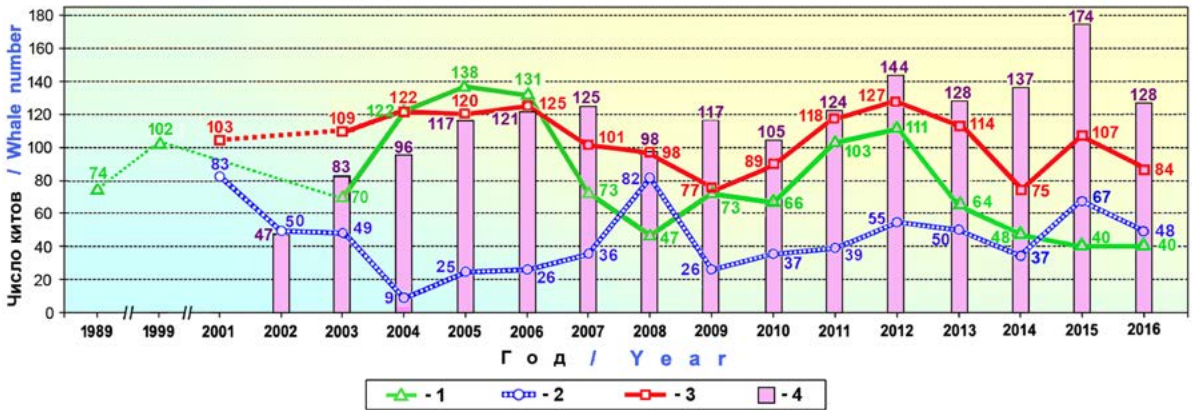


Рис. 1. Сводные данные по динамике численности серых китов в восточно-сахалинском нагульном ареале в 1989-2016 гг. (по результатам мониторинга в рамках проектов «Сахалин-1» и «Сахалин- 2»)
1 - максимальное единовременное число китов, зарегистрированных при учетах в Пильтунском районе; 2 - максимальное единовременное число китов, зарегистрированных при учетах в Морском районе; 3 - максимальное суммарное число китов, зарегистрированных при синхронизированных учетах в обоих районах; 4 - общее число китов, зафиксированных в водах северо-восточного Сахалина по данным фотоидентификации (по Яковлеву и др., 2017)

Fig. 1. Summary data on the dynamics of gray whale abundance in the Northeast Sakhalin feeding range, 1989-2016 (based on the monitoring data from the "Sakhalin-1" and "Sakhalin-2" Projects)
1 - maximum number of whales registered in one place during a single survey in the Piltun area; 2 - maximum number of whales registered in one place during a single survey in the Offshore area; 3 - maximum whale number registered during synchronized surveys in both areas; 4 - total number of whales recorded in NE Sakhalin waters based on photoID data (from Yakovlev et al., 2017)

их летне-осенняя численность в Пильтунском районе за истекший период увеличилась приблизительно на 30%, достигнув в 1999-2000-х годах 90-100 особей (в том же пересчете на современные методы учетов). Параллельно с ростом поголовья китов в 30-70 км юго-восточнее, в более глубоких водах (до 50-60 м), возник еще один постоянный район нагула, выявленный в 2001 г. и названный Морским.

Различия в видовом составе и образе жизни основных бентосных кормовых объектов китов в Пильтунском и Морском районах (Fadeev 2011) обусловливают существенную специфику в характере распределения животных в этих нагульных местообитаниях, а также его сезонных и межгодовых вариаций. Поэтому далее ситуация с распределением и численностью серых китов в водах Сахалина рассматривается отдельно по каждому из районов с объединением по временным отрезкам, сходным по названным показателям.

В Пильтунском нагульном районе, судя по данным визуальных береговых маршрутных учетов с исполь-

grown approximately by 30% and reached 90–100 individuals in 1999–2000 (again adjusted for the contemporary survey methodology). As the whale population grew, in 2001 another permanent feeding area called "Offshore" was found 30-70 km to the southeast in deeper waters (up to 50–60 m).

The differences in the species composition and lifestyle of key benthic organisms that the whales feed on in the Piltun and Offshore feeding areas (Fadeev 2011) have a strong impact on the distribution of whales in those feeding areas and on its seasonal and year to year variations. Therefore, the distribution and numbers of gray whales in Sakhalin waters will be reviewed separately for each feeding area and combined by time periods with similar parameters.

Looking at the data of visual shore-based counts when the observers used cars to move faster from one survey point to another (which is the most efficient headcount technique for those area)[3], the number of gray whales observed during a single day survey in

[3] More information regarding monitoring techniques for gray whales in Sakhalin area is available in the report by Vladimirov et al. 2012.

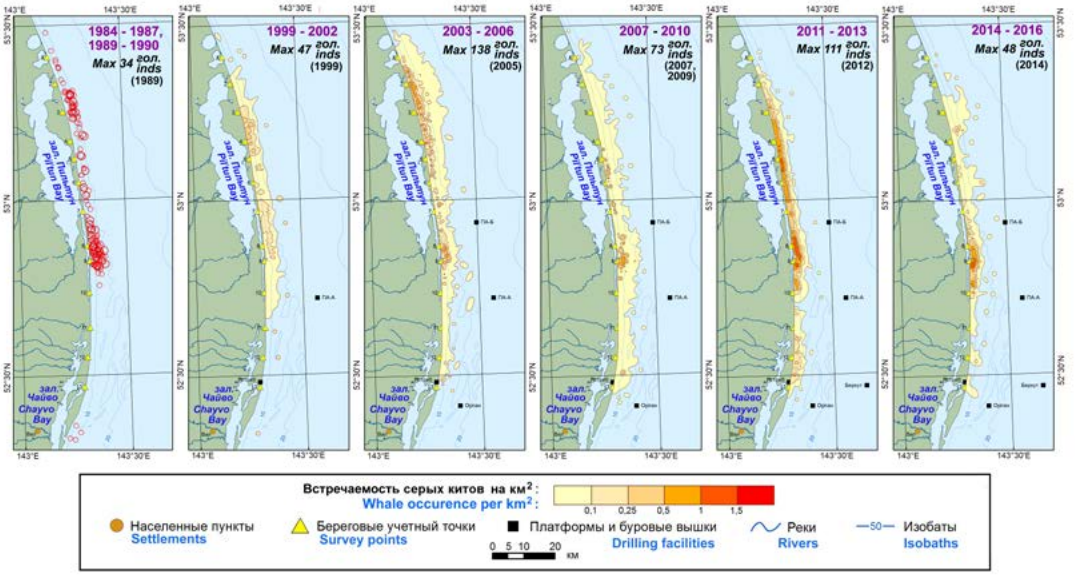


Рис. 2. Распределение серых китов в Пильтунском нагульном районе в летне-осенний сезон 1984-2016 гг. (1984 - 1990 гг. - по данным авиамониторинга ТИНРО [предоставлены Н.В.Дорошенко], 1999–2016 гг. – на основе данных береговых и, частично, авиаучетов по современной программе мониторинга в рамках проектов «Сахалин 1» и «Сахалин 2»).

Fig. 2. Distribution of gray whales in the Piltun feeding area during summer-fall season, 1984-2016 (1984-1990 - based on the data from the aerial surveys by TINRO, Vladivostok [provided by N.V.Doroshenko]; 1999–2016 - based on the data from the onshore and partly aerial surveys carried out under the current monitoring program within the framework of the “Sakhalin-1” and “Sakhalin-2” Projects)

зованием автомобилей для ускоренного перемещения наблюдателей с одной учетной точки на другую (наиболее эффективного учетного метода в этих прибрежных водах)[3], единовременная численность серых китов возросла к 2005 г. до 138 особей. Однако в дальнейшем она периодически претерпевала существенные волнообразные осцилляции (Рис. 1), в процессе которых ее максимальные значения, регистрируемые в пик нагульного сезона, варьировали от 40-73 (в 2007-2010 и 2013-2016 гг.) до 103-120+ голов (в 2004-2006 и 2011-2012 гг.).

С течением времени серые киты постепенно продвигались вдоль побережья острова все дальше к югу. Характер их распределения по акватории района при этом в той или иной мере менялся в разные годы, коррелируя с изменениями численности животных: в периоды ее роста (в первой половине 2000-х и в начале 2010-х годов) в прибрежных водах наблюдалось формирование достаточно крупных локализованных скоплений китов с повышенной численностью и плотностью распределения особей, охватывавших порой до 40-50% площади данного нагульного района, встречаемость животных в

one location increased to 138 individuals by 2005. However, subsequently, the number of whale counted showed considerable periodic wave-like fluctuations (Fig. 1) with maximum numbers (recorded at the peak of the feeding season) ranging from 40 to 73 (in 2007–2010 and 2013–2016) and up to 103–120+ individuals (in 2004-2006 and 2011–2012).

Gradually, the gray whales distribution extended further south along the coast. Overall the distribution patterns across the waters of the Piltun area changed from year to year correlating to the changes in the number of whales: when the high number of whales were observed (during the first half of the 2000s and early 2010) fairly large aggregations of whales were recorded, sometimes covering up to 40–50% of the feeding area, and the density of animals in the area also increased reaching 1–1.5 individuals per sq. km (Fig. 2).

When the whale numbers in the near-shore waters were lower (2007-2010 and 2013-2016) their

[3] Более подробно о методиках мониторинга серых китов в сахалинских водах см. в отчете Владимирова и др. 2012.

которых также возрастала, достигая на многих участках акватории 1-1.5 гол/км^2 (Рис. 2).

В периоды же пониженной численности китов в прибрежных водах (во второй половине 2000-х и в середине – второй половине 2010-х годов) зона их присутствия там заметно уменьшалась (особенно на периферийных участках) и они в целом рассеивались по акватории Пильтунского района более дисперсно – в большей его части их фоновая среднемноголетняя встречаемость была очень низкой, не превышая 0.1 особи/км^2 (т.е. 1 кита на 10 кв. км). Реальные скопления, как таковые, отсутствовали, хотя небольшие участки с повышенной агрегированностью животных, тем не менее, наблюдались в традиционных местах их концентрации (вблизи устья зал. Пильтун и в центральной части прибрежного района, между учетными точками №№ 4 и 7, где в единичных случаях по-прежнему наблюдалась достаточно высокая встречаемость китов) (Рис. 2).

В Морском нагульном районе численность китов, исходя из данных визуальных учетов, осуществлявшихся, в основном, трансектным методом с судов, также отличалась значительной нестабильностью (Рис. 1). В большинстве случаев их максимальное единовременно зарегистрированное количество варьировало там в диапазоне от 35 до ~65 голов, но в отдельные годы оно возрастало до 82-83 особей (в 2001 и 2008 гг.) или снижалось до <10 животных (2004 г.). На протяжении последних лет (2009-2016 гг.) в районе наблюдается легкая тенденция к постепенному росту численности китов (Рис. 1): на первом 4-летнем отрезке этого периода среднее значение их зарегистрированных за сезон максимумов поголовья составило 39.2 особи, а на втором – уже 50.5 (на 28.8% больше).

Распространение серых китов в Морском районе в первые годы после его обнаружения (2001-2002) характеризовалось их преимущественной локализацией в шельфовых водах с глубинами 30-45 м, где они образовывали большое и достаточно плотное скопление (Рис. 3). Однако в последующие годы эта агрегация заметно уменьшилась в размерах и киты хотя и продолжали в целом держаться там контагиозно, но их кластеры стали более разреженными и зачастую сепарированными. Во второй половине 2000-х и в начале 2010-х годов они стали также проявлять явную тенденцию к постепенному смещению каждые 2-3 года к востоку, в еще более глубокие воды (к 50-метровой изобате, а затем и за нее). С середины 2010-х годов серые киты, оставаясь в той же зоне с глубинами 40-65 м, стали периодически передислоцироваться по ней к северу или югу (Рис. 3). Плотных кормовых агрегаций с высокими показателя-

presence area was notably smaller (especially in the peripheral zones) and whales were typically more dispersed across the Piltun area. During these periods the multi-year average occurrence of gray whales was very low and did not exceed 0.1 individual per sq. km (i.e. 1 whale per 10 sq. km). No sizeable aggregations were observed, although there were small areas where whales traditionally used to congregate (near the mouth of Piltun Bay and in the central part of the nearshore area, between survey points #4 and #7, where rather high rates of whale occurrence were observed from time to time (Fig. 2).

In the Offshore feeding area, based on the data from visual observations (conducted mainly from vessels using a transect method), the whale numbers were unsteady as well (Fig. 1). In most of the time, their maximum numbers counted during a single survey varied from 35 to 65 individuals. However, in some years (2001 and 2008) it reached 82–83 individuals and in others got as low as 10 animals (2004). In the last few years (2009–2016) the number of whales in this area is gradually growing (Fig. 1). During the first 4 years of the study period, their average seasonal maximum was 39.2 individuals and for the second 4 years it was as high as 50.5 (a 28.8% increase).

In the first years following the discovery of the Offshore feeding area (2001–2002), gray whales were concentrated primarily in offshore waters of the area with depths ranging from 30 to 45 m, where they formed a large and fairly dense aggregations (Fig. 3). In the following years, however, the size of aggregations decreased noticeably, and gray whales were still feeding there, while being in smaller groups that were widely dispersed over the larger area. During the second half of the 2000s and the early 2010s, the whales also moving eastward every 2–3 years, into deeper waters (up to the 50 m isobath and further). Since the mid-2010s, gray whales, while staying in the same depths zone (40–65 m), began relocating across the zone to the north or to the south (Fig. 3). Unlike the Piltun area, gray whales in the Offshore zone never formed any dense feeding groups with high occurrence rates (similar to those in Piltun waters), nor did they form aggregations that would have used the same locations every year. The type of their spatial distribution in the feeding habitats of the Offshore area can be most appropriately classified as spotty with relatively low total occurrence rates which cannot be fully evaluated due to an insufficient number of annual surveys.

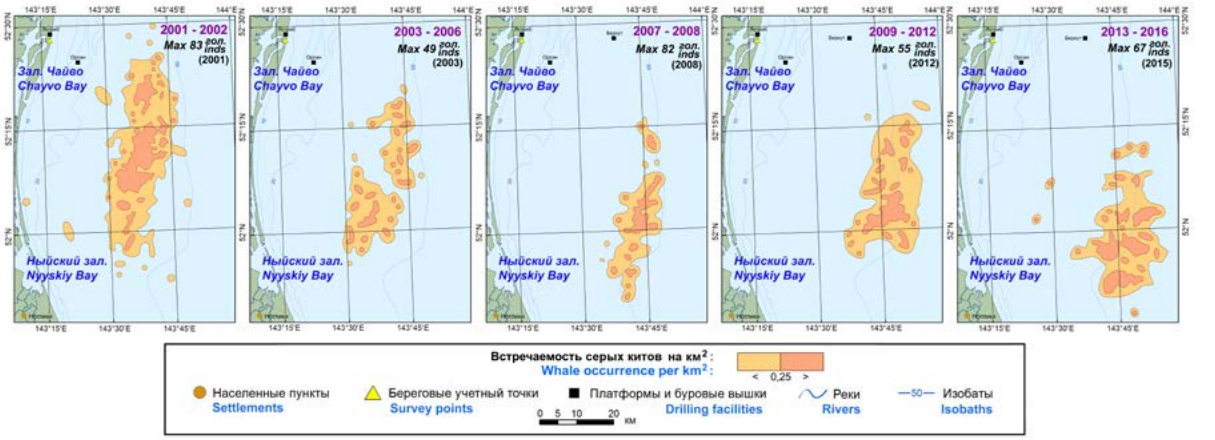


Рис. 3. Распределение серых китов в Морском нагульном районе в летне-осенний сезон 2001 - 2016 гг. (на основе данных судовых и, отчасти, авиаучетов по программе их мониторинга, выполняемой в рамках проектов «Сахалин 1» и «Сахалин 2»)

Fig. 3. Distribution of gray whales in the Offshore feeding area during summer-fall season, 2001-2016 (based on the data from vessel-based and partly aerial surveys carried out under the current monitoring program within the framework of the "Sakhalin-1" and "Sakhalin-2" Projects)

ми встречаемости, подобных таковым в Пильтунских водах, серые киты в Морском районе за все время наблюдений ни разу не формировали, как не наблюдалось там и скоплений, стабильно локализующихся из года в год на одних и тех же местах. Тип их пространственного распределения в нагульных местообитаниях Морского района правильнее всего классифицировать как пятнистый со сравнительно невысокими общими значениями встречаемости, достоверно оценить которую невозможно из-за недостаточного количества проводимых ежегодно учетов.

Переходя к обсуждению результатов многолетнего учетного мониторинга, следует прежде всего отметить, что в количественном аспекте приводимые данные характеризуют число животных, зарегистрированных в обследованной акватории единовременно (т.е. в ходе 1-дневных учетов). Синхронизированные учеты в обоих нагульных районах, проведенные в один и тот же или в следующие друг за другом дни (с целью минимизации возможного двойного учета или недоучета китов вследствие перехода животных из одного района в другой за интервал времени между их обследованиями), свидетельствуют, что максимальная единовременная общая численность серых китов, регистрируемых в восточно-сахалинском нагульном ареале, держится в последнее 10-летие в пределах 75-77 – 125-127 особей (Рис. 1).

Вместе с тем, согласно данным фотоидентификации, осуществляемой одновременно в рамках мониторинговой программы (Яковлев и др. 2017), общая абсолютная численность серых китов, посещающих за сезон воды

As for the results of multi-year monitoring surveys, it should be noted that from the quantitative perspective, the data provided here refer to the total number of animals recorded within the surveyed area (i.e. during a single day survey). The synchronized counts were completed in both Sakhalin feeding areas on the same day or during two consequent days (to minimize the risk of duplicate counts or undercounts due to whales moving from one area to the other during the time elapsed between the surveys). The results show that the maximum total number of the whales recorded in the East Sakhalin region at the same time was within the range of 75-127 individuals over the past 10 years (Fig. 1).

However, based on results of the photo-identification efforts conducted simultaneously as part of the Monitoring Program (Yakovlev et al. 2017) the total absolute number of gray whales visiting waters off the northeast Sakhalin during a season, is now at the highest level for the entire study period and exceeding 170 individuals (Fig. 1). It is important to consider that not all gray whale present in the area were photographed during a season.

The mathematical modelling conducted at the same time (Cooke *et al*. 2017) provided similar estimates of the abundance of the East Sakhalin feeding aggregation (up to 170 individuals), however, considering the fact that whales from other Far East feeding regions often visit the areas in question, the estimated number of gray whales that potentially could be encountered off

северо-восточного Сахалина, находится в настоящее время на максимально-высоком уровне за весь период наблюдений, превышая 170 особей (Рис. 1), причем не факт, что в ходе фотосъемки были зафиксированы все до единого присутствовавшие в акватории животные.

Проведенное параллельно математическое моделирование (Cooke *et al*. 2017) дало аналогичную оценку общего поголовья собственно восточно-сахалинской нагульной группировки (до 170 особей), хотя, принимая во внимание нередкие заходы в эти воды животных из других дальневосточных групп (стад), расчетное количество серых китов, которое потенциально может быть встречено у северо-восточного Сахалина, достигает 180-220 особей. Темпы ежегодного прироста численности этой нагульной группировки в течение последних 20 лет оценены Дж. Куком с соавторами в 2-5%, что вселяет оптимизм в отношении ее дальнейших перспектив. Рассчитанное ими же общее поголовье серых китов, нагуливающихся в летне-осенние месяцы во всем охотоморско-камчатском регионе, составило 321-412 особей (95% CI). Рассматривая их как единую субпопуляцию, такая численность позволила понизить ее природоохранный статус в Красном списке МСОП с «находящейся под критической угрозой вымирания» (Critically Endangered) до просто «находящегося под угрозой исчезновения» (Endangered) таксона (IUCN, 2018 <https://www.iucn.org/news/species/201811>) .

Анализируя данные по численности серых китов (Рис. 1), обращает на себя внимание, что в отдельные периоды (во второй половине 2000-х и в середине 2010-х) учетные данные существенно расходятся с результатами фотоидентификации. Это служит индикатором того, что в указанные годы приходившие за сезон к берегам Сахалина серые киты не находили там, очевидно, достаточного количества пищи и вскоре уходили оттуда в поисках более благоприятных кормовых местообитаний в другие районы Охотского моря или восточной Камчатки, а величина различия между цифрами учетов и фотоидентификации характеризует интенсивность оттока животных с Сахалина. Подобная ротация относится к механизмам естественного саморегулирования распределения и численности животных в популяциях, и связанные с этим локальные сокращения их поголовья могут быстро сменяться новой фазой его роста при позитивных экосистемных изменениях.

Детализированные карты распределения серых китов в границах их нагульных местообитаниях в водах северо-восточного Сахалина (Рис. 2 и 3) показывают, что в принципе им свойственен в той или иной мере диффузно-агрегированный (мозаичный) характер размещения.

the northeast Sakhalin reaches 180-220 individuals. J. Cook and co-authors (2017) estimated the yearly population growth rate of the East Sakhalin feeding aggregation over the past 20 years to be 2–5% which suggests an optimistic outlook for its future. Also, according to their calculations, the total number of gray whales feeding in the entire Okhotsk-Kamchatka region during the summer/fall season consist of 321–412 ianimals (95% CI). Considering the numbers listed above as for a single subpopulation could suggest that its conservation status in the IUCN Red List can be downgraded from “Critically Endangered” to simply “Endangered” category.

While analyzing the numbers of whale counted (Fig. 1), one fact stands out: in certain periods (in the second half of the 2000s and in the middle of the 2010s) the whale distribution data noticeably different from the results of the photoID work. It possibly indicates that in those years gray whales did not stay long near Sakhlin due to the low pray availability and left the area in the search of better feeding grounds in other parts of the Sea of Okhotsk or East Kamchatka. The difference in the final numbers between whale counts and photoID data defines the rate of whale “flow” from Sakhalin. Such rotation is a natural self-regulating mechanism of animals’ distribution and abundance in open populations, and any local decreases in their numbers may be followed by a new increase phase if environmental conditions improve.

The detailed maps of gray whale distribution within the feeding areas in the northeast Sakhalin waters (Figure 2 and 3) show that gray whales are usually distributed in a patchy pattern, and the concentration level in feeding groups varies in a fairly wide range. Their aggregation is determined by a general tendency of whales to gather in the areas of food accumulations, whereas the patchy nature (forming of numerous relatively small pods) - by a similar unevenly-patchy type of spatial biomass distribution of bottom and near-bottom invertebrates which are the main food of gray whales. The distribution of benthos biomass stems from the fact that a well-defined ridge-and-valley microterrain is formed on the sandy surface of the bottom (which is typical for all feeding habitats) by strong bottom currents and storm effects. It this environment high concentrations of detritus as well as its benthic/epibenthic consumers are observed in the depressions between the ridges of sand waves that protect them better against destructive hydrodynamic effect (Fadeev 2002; Ivin 2017). Naturally, the bottom microterrain and patchy nature of benthos

При этом степень агрегированности (пятнистости) нагульных группировок варьирует в достаточно широких пределах, будучи обусловлена общей тенденцией китов к концентрации в местах скопления кормовых объектов, а мозаичность (образование при этом многочисленных сравнительно небольших групп) – именно таким, неравномерно-пятнистым типом пространственного распространения массовых донных и придонных организмов, составляющих основной спектр питания серых китов. Связано последнее с тем, что на поверхности песчанистого дна, типичного для всех нагульных местообитаний, в результате сильных придонных течений и штормового воздействия формируется хорошо выраженный грядово-ложбинный микрорельеф, и как раз в понижениях между гребнями образовавшихся песчаных волн, более защищенных от деструктивных гидродинамических воздействий, наблюдается повышенная концентрация детрита и питающихся им бентосных/эпибентосных беспозвоночных (Фадеев 2002; Ивин 2017). Естественно, что микрорельеф дна и мозаичность распределения бентоса различаются на разных участках акватории, в соответствии с чем несколько отличается и характер размещения там китов.

Размеры образуемых китами отдельных кормовых агрегаций определяются площадью донных скоплений объектов их питания, количество входящих в эти агрегации китов – общей биомассой присутствующего там локального кормового ресурса, а срок их существования – временем, которое требуется китам для его выедания (обычно оно измеряется днями, но в отдельных случаях неделями и даже месяцами).

Следует также добавить, что имеющие место достаточно активные переходы серых китов из одного нагульного местообитания в другое и обратно позволяют рассматривать их как своего рода «сообщающиеся сосуды», перераспределение животных между которыми позволяет им более рационально использовать кормовые ресурсы при имеющих место региональных изменениях биопродуктивности бентосных сообществ.

Подытоживая изложенные выше результаты проведенных многолетних наблюдений, правомерно сделать вывод, что районы летне-осенней кормежки серых китов в прибрежных водах Сахалина остаются в принципе неизменными. Ключевым нагульным районом животных была и остается прибрежная акватория напротив залива Пильтун, где серые киты, во-первых, неизменно и ежегодно в том или ином числе концентрируются для нагула и где, во-вторых, держатся все самки с детенышами-сосунками. Общая площадь акватории, в пределах которой серые киты наблюдались

distribution are not the same in different water areas, and, accordingly, the whale distribution is also different from the bottom microterrain.

The size of the whales feeding aggregations is determined by the area size of concentrated food resources, and the number of whales in the aggregations – by the total biomass of food available there, while the duration the aggregation exists depends on the time required for the whales to deplete the food resources in the area (usually measured in days, occasionally in weeks and even months).

It should be also noted that movements of gray whales from one feeding area to another indicate that the feeding areas function as a kind of interconnected vessels, where redistribution of animals can create better efficiency utilizing food resources during regional changes in the bioproductivity of benthic communities.

Summing up a long-term study results, it would be appropriate to conclude that the summer-fall whale feeding areas in the nearshore Sakhalin waters remain mostly unchanged. The key feeding area has been and continues to be the nearshore area near Piltun Bay. This area is used annually by a significant number of gray whales to feed and, also is a critical area for mothers with calves. The total area where gray whales have been observed since 1984 is about 920 km^2, however, the average annual occurrence is rather low - 1 animal per 10 km^2 or lower – in the majority (>80%) of the area. The only permanent summer-fall aggregation of gray whales was found in the area directly adjacent to the mouth of the Piltun Bay, where their average long-term occurrence reached 0.5-1.0 whales/km^2 (that is 5-10 individuals per 10 km^2) between 1999 and 2016. Another rather large aggregation of whales consistently forms in the northern part of the Piltun feeding area in the fall (second half of September – October); formation of this aggregation was observed almost every year since the mid-1980s till the mid-2000s when distribution monitoring continued through mid-fall (late September – early October).

The key factors for the gray whale distribution in the northeast Sakhalin waters, as well as its seasonal and year-to-year variations (including formation and disappearance of local aggregations, redistribution of the animals between nearby feeding areas and distant interregional migrations) most likely, are the differences in species composition, biomass and spatial distribution of food resources impacted by environmental/trophic fluctuations in marine ecosystems.

здесь начиная с 1984 г., составила около 920 км^2, однако на большей ее части (>80%) среднемноголетняя встречаемость животных довольно низка – не более 1 особи на 10 км^2. И лишь в зоне, непосредственно примыкающей к устью зал. Пильтун, обнаружено единственное в этом районе постоянное летне-осеннее скопление серых китов, в котором их среднемноголетняя встречаемость за период с 1999 по 2016 г. достигала уровня 0.5-1.0 кита/км^2 (т.е. 5-10 особей на 10 кв. км). Не исключено также, что в северной части Пильтунского нагульного района в осенние месяцы (во второй половине сентября - октябре) может регулярно формироваться еще одна довольно крупная агрегация китов, образование которой наблюдалось почти ежегодно с середины 1980-х по середину 2000-х годов, когда мониторинговые учеты продолжались до конца сентября – начала октября.

Определяющими факторами сложившегося типа распределения серых китов в водах северо-восточного Сахалина и наблюдаемых вместе с тем сезонных и межгодовых изменений в его характере, в том числе формирование животными локализованных агрегаций и их исчезновение, перераспределение особей между близлежащими нагульными районами и их дальние межрегиональные миграции, являются, вероятнее всего, различия в видовом составе и биомассе кормовых объектов, пространственные особенности размещения последних, а также изменения в состоянии бентосных сообществ под влиянием сезонных и межгодовых экосистемно-трофических флуктуаций в морской среде, воздействующих на их жизнедеятельность и продуктивность.

Сравнительный анализ современного распространения и численности серых китов в восточно-сахалинском регионе в сопоставлении с аналогичными характеристиками 1980-х - начала 1990-х годов позволяет констатировать, что значительная интенсификация промышленной деятельности, произошедшая там в 2000-х годах, связанная с запуском проектов освоения шельфовых нефтегазовых месторождений, не повлекла за собой каких-либо видимых негативных изменений в характере распределения серых китов по акватории этого трофического ареала – напротив, зона их встречаемости в прибрежных водах, прилежащих к зал. Пильтун, с тех пор существенно расширилась, неподалеку, в отдалении от берега, сформировалось второе нагульное местообитание (Морской район), а общая численность концентрирующихся в регионе для откорма животных увеличилась, по меньшей мере, в 1,5-2 раза (с 70-100 до 130-170 особей).

A comparative analysis of the current distribution and abundance of gray whales in the northeast Sakhalin region and the same parameters dg the 1980s – early 1990s shows that considerable intensification of industrial activities that happened there in the 2000s due to the launch of offshore oil-and-gas development projects, has not caused any visible negative changes in the gray whale distribution within this foraging range. On the opposite, the zone of their occurrence in the coastal waters adjacent to Piltun Bay has considerably expanded since then, a second feeding habitat (Offshore area) has been found not far away, and the total number of animals summering in the region for feeding has increased at least 1.5-2 times (from 70-100 to 130-170 individuals).

The current gray whale monitoring surveys and collection of materials that were used for this paper have been funded by “Exxon Neftegaz” and “Sakhalin Energy”, the operators of the Sakhalin-1 and Sakhalin-2 Projects.

Современные работы по мониторингу серых китов, материалы которых легли в основу настоящей сводки, выполнены при финансировании со стороны операторов нефтегазовых проектов «Сахалин-1» и «Сахалин-2» - компаний «Эксон Нефтегаз» и «Сахалинская Энергия».

Список использованных источников / References

Берзин А.А. 1974. Актуальные проблемы изучения китообразных (на примере китообразных Тихого океана). Зоол. позвоночных, т. 6 (Итоги науки и техн.), ВИНИТИ АН СССР, М.: 159-189. [Berzin A.A. 1974. Actual problems of the cetacean studies (on the example of cetaceans of the Pacific Ocean). Zool. of Vertebrates, 6 (Results of science and tech.), VINITI Academy of Sciences of the USSR, M .: 159-189 IN RUSSIAN].

Берзин А.А., Владимиров В.Л., Дорошенко Н.В. 1986. Результаты авиаучетных работ по распределению и численности китообразных в Охотском море в 1979-1985 гг. В: Научно-исследовательские работы по морским млекопитающим северной части Тихого океана в 1984/1985 г., М., ВНИРО: с. 18-28. [Berzin A.A., Vladimirov V.L., Doroshenko N.V. 1986. Results of aerial surveys on the distribution and abundance of cetaceans in the Sea of Okhotsk in 1979-1985. In: Research of marine mammals of the northern part of the Pacific Ocean in 1984/1985, Moscow, VNIRO: 18-28, IN RUSSIAN].

Владимиров В.А. 2017. Серый кит. В: Морские млекопитающие Российской Арктики и Дальнего Востока: атлас. ООО «Арктич. науч. центр» (сост. и науч. ред. А.И. Исаченко): 73-79. [Vladimirov V.A. 2017. The Gray Whale. In: Marine mammals of Russian Arctic and Far East: atlas. LLC “Arctic Sci. Center” (complier and sci. editor A.I. Isachenko) : 73-79. IN RUSSIAN].

Владимиров В.А., Блохин С.А., Владимиров А.В., Владимиров В.Л., Дорошенко Н.В., Маминов М.К. 2005. Распределение и численность серых китов охотско-корейской популяции в водах северо-восточного Сахалина в июле-ноябре 2004 г. (по данным береговых, авиационных и судовых учетов). Отчет ВНИРО, Москва и ТИНРО-Центра, Владивосток, для компаний «Эксон Нефтегаз Лимитед» и «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани, Лтд», Южно-Сахалинск, Россия - 233 с. (доступно по запросу в “Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд” или “Эксон Нефтегаз Лимитед”) [Vladimirov V.A., Blokhin S.A., A.V.Vladimirov, V.L.Vladimirov, N.V.Doroshenko, and M.K.Maminov. 2005. Distribution and abundance of gray whales of the Okhotsk-Korean population in the northeast Sakhalin waters in July-September 2004 (based on shore-, aerial and vessel-based surveys). Final rept. by the All-Rus. Res. Inst. of Fisheries and Oceanogr. (VNIRO), Moscow, and the Pacif. Res. Inst. of Fisheries and Oceanogr. (TINRO-Center), Vladivostok, for Exxon Neftegas Lim. and Sakhalin Energy Invest. Comp. Ltd, Yuzhno-Sakhalinsk. - 199 pp. (available upon request at the “Sakhalin Energy Investment Company Ltd” or “Exxon Neftegaz Limited”)].

Владимиров В.А., Стародымов С.П., Мюр Дж. и Бычков Ю. 2012. Судовые и береговые учеты распределения западных серых китов: методики и анализ. Гл. 2 *в*: “Программа мониторинга охотско-корейской популяции серого кита у северо-восточного побережья острова Сахалин, Россия, в 2011 г.”, т. 1: “Исходная информация и методы”. Подготовлено ВНИРО, Москва для “Эксон Нефтегаз Лимитед” и “Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд”: 28-51 (доступно по запросу в “Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд” или Эксон Нефтегаз Лимитед”). [Vladimirov V.A., Starodymov S.P., Muir J.E. and Bychkov Yu.A. 2012. Vessel-based and onshore surveys to study distribution of the western gray whales: methodology and analysis. Ch. 2. *In*: “Western gray whale research and monitoring program in 2011, Sakhalin Island, Russia”. V. 1: Background and methods. Prepared by VNIRO, Moscow for Exxon Neftegas Limited and Sakhalin Energy Investment Company Ltd: 28-51 (available upon request at the “Sakhalin Energy Investment Company Ltd” or “Exxon Neftegaz Limited”)].

Ивин В.В. 2017. Состояние бентоса в районах нагула серых китов (*Eschrichtius robustus*) у побережья северо-восточного Сахалина в 2016 году. Гл. 3 В: “Программа мониторинга серых китов у сев.-вост. побер. о-ва Сахалин в 2016 г.”, т. 2 «Результаты и обсуждение». Подготовлено ФГБУН Нац. науч. центр мор. биологии (ННЦМБ) ДВО РАН для «Эксон Нефтегаз Лимитед» и «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд»: Ю.-Сахалинск, 58 с. (доступно по запросу в “Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд” или Эксон Нефтегаз Лимитед”). [Ivin V.V. 2017. Benthos status in the feeding areas of gray whales (*Eschrichtius robustus*) off the northeast coast of Sakhalin in 2016. Ch. 3 *In*: “Gray whale monitoring program off the northeast Coast of Sakhalin Islands in 2016”, vol. 2 “Results and Discussion”. Prepared by FGBUN Nat’l Sci. Center of Marine Biology (NNTSMB) of the FEB RAS for Exxon Neftegas Limited and Sakhalin Energy Investment Company Ltd: Y.-Sakhalinsk, 58 pp.. [available upon request at the “Sakhalin Energy Investment Company Ltd” or “Exxon Neftegaz Limited”)].

Фадеев В.И. 2002. Исследования бентоса в районе питания охотско-корейской популяции серого кита в 2001 году. Заключительный отчет по контракту Y-00251. Ин-т биологии моря ДВО РАН: Влдв., 128 с. (доступно по запросу в Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд или Эксон Нефгегаз Лимитед) [Fadeev V.I. 2002. Studies of benthos in the feeding area of the Okhotsk-Korean gray whale population in 2001. Final report on the contract Y-00251. Institute of Marine Biology, FEB RAS, Vldv., 128 pp. (available upon request at the "Sakhalin Energy Investment Company Ltd" or "Exxon Neftedaz Limited")].

Яковлев Ю.М. Тюрнева О.М., Вертянкин В.В., Ван дер Вольф П. 2017. Фотоидентификация серых китов (*Eschrichtius robustus*) у северо-восточного побережья о. Сахалин в 2016 году. Подготовлено ФГБУН Нац. науч. центр мор. биол. (ННЦМБ) ДВО РАН для «Эксон Нефтегаз Лимитед» и «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд», Влдв., 62 с. Yakovlev Yu.M., Tyurneva O.M., Vertyankin V.V., Van der Wolf P. 2017. Photo-identification of gray whales (*Eschrichtius robustus*) off the northeast coast of Sakhalin Island in 2016. Prepared by FGBUN Nat'l Sci. Center of Marine Biology (NNTSMB) of the FEB RAS for Exxon Neftegaz Limited and Sakhalin Energy Investment Company Ltd., Vldv, 62 pp. (available upon request at the "Sakhalin Energy Investment Company Ltd" or "Exxon Neftegaz Limited")].

Blokhin S.A., M.K.Maminov, G.M.Kosygin. 1985. On the Korean-Okhotsk population of gray whales. Int'l Whaling Com., 36th meeting, doc. SC/36/PS7: 375-376.

Bowen S.L. 1974. Possible extinction of the Korean stock of the gray whale (*Eschrichtius robustus*) . Journal of Mammalogy, 55: 208-209.

Brownell R.L. Jr., Chun C. 1977. Probable existence of the Korean stock of gray whales (*Eschrichtius robustus*). Journal of Mammalogy, 58: 237-239.

Cooke J.G., Weller D.W., Bradford A.L., Sychenko O., Burdin A.M., Lang A.R. and Brownell R.L., Jr. 2017. Population Assessment Update for Sakhalin Gray Whales, with Reference to Stock Identity. Int'l Whaling Com., 67th Meeting of the IWC SC, doc. SC/67A/NH/11, 8 pp.

Fadeev V.I. 2011. Benthos studies in feeding grounds of western gray whales off the northeast coast of Sakhalin Island (Russia), 2002-2010. Int'l Whaling Com., 63rd meeting, doc. SC/63/BRG15, 13 pp.

Jones M.L. and Swartz S.L. 2008. Gray Whale *Eschrichtius robustus In*: The Encyclopedia of Marine Mammals, 2nd edition. W.F. Perrin, B. Würsig, and J.G.M. Thewissen (*eds*.), Academic/Elsevier Press, 2008. P. 503-511.

Волошина И.В., Мысленков А.И.

Миграции ларги *(Phoca largha)* и анализ использования животными лежбищ Лазовского района Приморского края

ФГБУ «Объединенная дирекция Лазовского заповедника и национального парка «Зов тигра», Приморский край, Россия

Voloshina I.V., Myslenkov A.I.

Migrations of spotted seals *(Phoca largha)* and their use of haul-out sites in the Lazovsky District, Primorsky Krai

FSBI "United Administration of Lazovsky Reserve and National Park "Zov tigra", Primorsky Krai, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-77-86

ВВЕДЕНИЕ. Мониторинг численности ларги проводится с 2003 года на постоянных лежбищах в Лазовском районе Приморского края (Волошина, 2007).

INTRODUCTION. Monitoring of the number of spotted seals has been carried out since 2003 at the permanent haul-out sites in the Lazovsky Reserve,

При этом визуальные подсчеты животных на лежбищах велись наблюдателями с помощью биноклей и зрительных труб. Переход к методу автоматической регистрации лежащих тюленей цифровыми фотоловушками позволил получить регулярные результаты об изменениях численности ларги в течение круглого года на каждом лежбище (Волошина, Мысленков, 2012). Получены ежедневные графики изменения численности тюленей на четырёх лежбищах за 6 лет.

ЦЕЛЬ СТАТЬИ. Изложить многолетние результаты по динамике численности ларги на лежбище мыса Камбального, где регулярно встречались меченые животные, а также привести данные по частоте их встречаемости.

МЕТОД УСТАНОВКИ ЛОВУШЕК. Четыре цифровых фотоловушки Bushnell Trophy Cam были установлены на береговых скалах на высоте 30-70 м и направлены так, чтобы вся залёжка попадала в кадр камеры. Расположение фотоловушек на лежбищах ларги в Лазовском районе: 1 – мыс Камбальный, 2,3 – остров Бельцова, 4 – бухта Опасная (карта лежбищ и фотоловушек приведена в публикации Влошина, Мысленков, 2014, с. 132). Таким образом, слежение проводилось в трёх точках побережья Японского моря и на островах. Съёмка велась в режиме сканирования с интервалом в 30 минут в светлое время суток. Карта памяти 16 гб позволяет вести съёмку до 6 месяцев. В зимнее время использовались только литиевые батарейки. Подсчёт лежащих и плавающих тюленей проводился по фотографиям. Наблюдения в зрительную трубу использовались только там, где фотоловушки отсутствовали.

Количество фоторегистраций лежбищ тюленей в Лазовском районе за 2012-2017 годы достигло 4294 ловушко/дней. Из них тюлени лежали 2335 дней, количество дней с отсутствием тюленей составило 1959. При обработке результатов ларги подсчитывались по каждому снимку, а за цифру численности в день принималась максимальная за каждый день.

Мыс Камбальный – хорошо отслеженное лежбище. Количество отработанных ловушко/суток достигло 1353, из которых тюлени лежали 788 дней. Самым удачным оказались 2014 и 2016 годы, когда количество дней, когда камера не работала, оказалось минимальным. Примерно треть года ларги здесь лежать не могут из-за штормов. Необходимо отметить, что лежбище на Камбальном имеет относительно ярко выраженные два пика численности тюленей: осенне-зимний и весенне-летний. Именно на этом лежбище отслеживаются ларги с метками (рис.1.). Годовой максимум численности тюленей для этого лежбища

Primorsky Krai (Voloshina, 2007). During this time, visual counts of animals at the haul-out sites were conducted by observers using binoculars and spotting scopes. In 2012, the deployment of digital remote cameras to record the number of seals allowed regular collection of data on variations in group size at each haul-out site throughout the year (Voloshina, Myslenkov, 2012). Resulting graphics show daily variations in the number of seals at the four haul-out sites over 6 years.

THE AIM OF THE STUDY was to present the long-term results on the spotted seal population dynamics at the haul-out site of Cape Kambalny, where the marked animals occur regularly, and also provide data on the frequency of their sightings.

METHOD OF SETTING OF REMOTE CAMERAS: Four Bushnell Trophy Cam digital remote cameras (game cameras) were installed on the coastal cliffs at a height of 30–70 m and directed to the haul-out so that the view field of the camera covered the entire area potentially used by seals. The locations of the remote cameras at the seal haul-out sites in the Lazovsky District included: (1) Cape Kambalny, (2, 3) Beltsova Island, and (4) Opasnaya Bay (the map of the haul-out sites and game cameras is provided in the publication of Voloshina, Myslenkov, 2014, p. 132). Thus, monitoring was conducted from three points along the coast of the Sea of Japan and on the islands. The remote cameras were set on “scanning mode” so that photographs were taken every 30 minutes during daylight hours. The use of 16 GB memory cards provided the time of their continuous operation of up to 6 months. In winter, only lithium batteries were used. The number of animals, onshore and swimming, was counted from images. Observations through a spotting scope were conducted only at the sites with no remote cameras.

From 2012 to 2017, the total number of camera unit/days in the Lazovsky District amounted to 4,294, of which seals were present during 2,335 days and absent during 1,959 days. When processing the results, seals were counted in each image, and the maximum number counted in photographs taken during a day was assumed to be the number of seals present on that day.

Cape Kambalny is a well-studied haul-out site. During 1,353 camera unit/days, seals were present on 788 days. The most successful years were 2014 and 2016, with the minimum number of days when the camera traps were off. Storms prevented seals from hauling out on shore for approximately a third of the

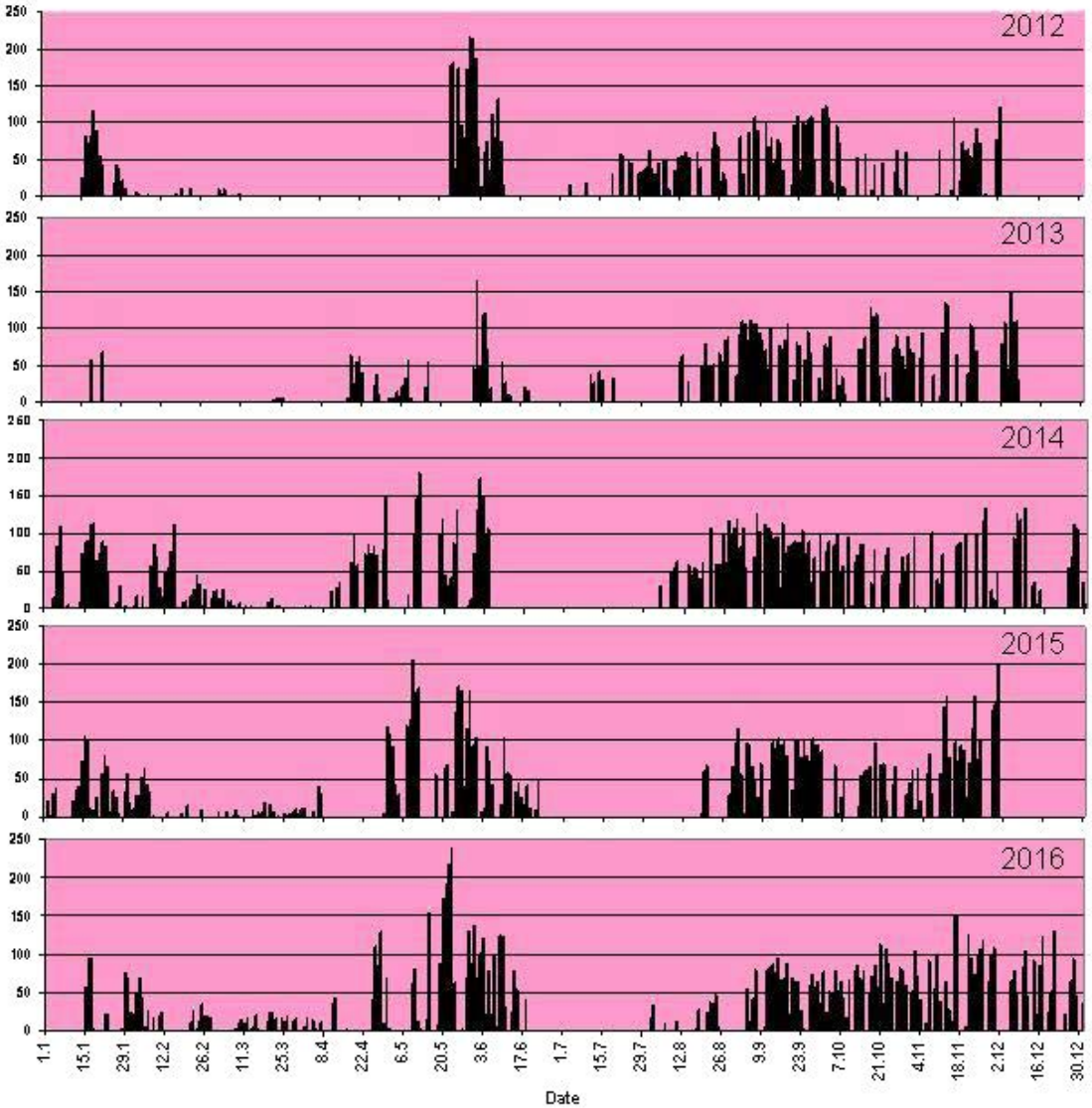


Рис. 1. Динамика абсолютной численности ларги на мысе Камбальный за 5 лет мониторинга.
Fig. 1. Dynamics of the absolute number of spotted seals at Cape Kambalny for 5 years of monitoring.

весной колебался от 164 голов в 2013 году до 255 в 2018 году.

Остров Бельцова – лучше всех отслеженное лежбище. Количество отработанных ловушко/суток достигло 1297. Ларги лежали 992 дня. Самым удачным оказался 2014 год, когда количество дней, когда камера не работала, оказалось минимальным - 6 дней. На этом лежбище количество «нулевых» дней минимально в сравнении с другими лежбищами, так как защитные условия позволяют лежать тюленям и при волнении моря. Важно констатировать, что работать на островах достаточно трудно, так как сильна наша

year. The haul-out site at Cape Kambalny had two relatively pronounced peaks in the number of seals: autumn-winter and spring-summer. It is the haul-out, where the seals with tags were observed (Fig. 1). The maximum number of seals recorded for this haul-out site in spring ranged from 164 in 2013 to 255 in 2018.

Beltsov Island is the best studied haul-out site. During 1,297 camera unit/days, animals were present on 992 days. The most successful year was 2014, with the minimum number of days (6) when the camera was off. At this haul-out site the number of “zero” days was minimal in comparison with the other haul-out sites,

зависимость от работы лодки и от волнения моря.

Анализ численности ларги в **бухте Опасной** показал, что ритм заполнения лежбища в 2014 и 2015 годах был синхронным по сравнению с 2013 годом. Максимальное количество тюленей – 95 – пришлось на 7 декабря 2015 года, в 2016 году оно составило 78 особей и пришлось на 21 декабря. Всего за 5 лет получилось 1367 ловушко/суток, а ларги лежали 529 дней, нулевых дней – 838. Лежбище открыто волнению моря, поэтому тюлени не всегда могут здесь лежать. Анализ пиков численности приводит к выводу, что максимальное число тюленей наблюдается в ноябре-декабре. Таким образом, это лежбище имеет только осеннее-зимний пик численности.

Остров Опасный уникален своим расположением. Он находится на траверзе мыса Оларовского и мыса Титова. Все мигрирующие тюлени обязательно проходят мимо острова. Кроме того, он имеет четырёхсотметровую галечно-гравийную косу очень удобную для залёжки тюленей, чем выгодно отличается от других островов Лазовского района. На нём находится самое крупное лежбище ларги в юго-восточном Приморье. Мониторинг животного мира здесь проводится уже более 15 лет (табл.).

Обстоятельства 2016-2018 годов складывались крайне неблагоприятно для работы с фотоловушками на острове. В то время как в феврале-марте, когда необходима высадка на остров для слежения за бельками, наблюдалась повышенная активность краболовов из села Глазковка. Лодки сновали в первую половину дней так интенсивно, что не было возможности скрытно установить камеры, поэтому фотоловушки на остров так и не поставили, так как просто боялись кражи. Единственными реальными стали подсчёты тюленей в зрительную трубу Nikon Field Scope ED 20-45x с континентального берега. Пики численности ларги весной с 2013 по 2018 годы представлены в Таблице. Видно, что количество мигрантов в последние годы увеличивается.

Предшествующие исследования динамики численности ларги в Тернейском районе на мысах Северном и Счастливом в 1986-2006 годах (Волошина, 2007) показали один выраженный пик численности в ноябре каждого года, который уже тогда объяснялся приходом мигрирующих животных. В 2009 году И.О. Катин, сотрудник Дальневосточного морского заповедника, начал метить месячных детёнышей ларги методом горячего таврения на островах Римского-Корсакова в заливе Петра Великого (Нестеренко, Катин, 2014). Буквально на следующий год, 2 июня 2010 года, на мысу Счастливом Тернейского района была встречена самка

since the sheltered conditions of the site allow seals to rest here even during the storms. It is important to note that working on the islands is quite difficult due to our dependence on boat transport and a sea state.

The analysis of the number of seals in **Opasnaya Bay** showed that the timing of the haul-out occupation in 2014 and 2015 was synchronous compared to that in 2013. The maximum number of seals was 95 on December 7, 2015 and 78 on December 21, 2016. During the five years of observations, we had a total of 1,367 trap-days, of which spotted seals were present on 529 and absent on 838 days. The haul-out is exposed to waves, and, therefore, seals cannot always rest here. The analysis of population peaks showed that the maximum number of seals occurs in November-December. Thus, this haul-out site has only the autumn-winter peak of abundance.

Opasny Island is unique, as it is located on the traverse between Cape Olarovsky and Cape Titov, and all migrating seals surely pass by the island. In addition, it has a 400-meter pebble-gravel spit, which is very convenient for the resting seals and is the largest haul-out site in southeastern Primorsky Krai. Monitoring of a wildlife has been conducted here for more than 15 years (Table).

Conditions in 2016–2018 were unfavorable for installing remote cameras on the island: there was an increased activity of crab-fishing from the village Glazkovka. During February-March, when it was the time to install the cameras to monitor the number of pups on the beach, the boat traffic in the area was high with a potentially high chance of installed cameras being stolen (cameras usually stay hidden around the areas with human activities). Therefore, seals here were counted visually using a Nikon Field Scope ED 20-45x spotting scope from the continental shore. The spring peaks of abundance from 2013 to 2018 (Table) showed an increase in the number of migrant seals in recent years.

The previous studies of the dynamics of the number of spotted seals in the Terneisky District at capes Severny and Schastlivy in 1986–2006 (Voloshina, 2007) showed one pronounced peak in November each year, which was then explained by the arrival of migratory animals. In 2009, I.O. Katin, a researcher from the Far Eastern Marine Reserve, began to mark 1-month-old pups by the method of hot-branding on the Rimsky-Korsakov Islands in Peter the Great Bay (Nesterenko, Katin, 2014). Some of those marked individuals have been observed during this study. On June 2, 2010,

Таблица. Количество фоторегистраций и визуальных наблюдений лежащих тюленей на о. Опасном за 6 лет
Table. The number of photographic records and visual observations of spotted seals on Opasny Island for 6 years

Год Year	Количество дней с наблюдениями Number of observation days	Количество «нулевых» дней Number of "zero" days	Количество дней лежания тюленей Number of days with seals present	Пики весенней численности, особи Spring peaks of number, ind.
2013	60	33	27	185
2014	68	21	47	30
2015	37	10	27	271
2016	14	1	13	225
2017	16	1	15	322
2018	24	1	23	348
Итого Total	226	67	144	

№134 рождения 2009 г., которая мигрировала с о. Дурново. В Лазовском заповеднике 29 июня 2012 года удалось отснять на плаву возле о. Бельцова трёхмесячную самку №640 рождения 2012 года с того же острова. Таким образом, оказалось доказанным, что пики численности весной не случайны (Волошина, Мысленков, 2015). Сеголетки начинают мигрировать, видимо, с матерями или другими лично знакомыми ларгами. На лежбища прибывают мигранты с юга, то есть с островов Римского-Корсакова. Дальнейшие исследования с 2014 по 2018 годы показали, что нам удалось распознать на лежбище Камбальном ещё 7 мигрантов. Это явилось доказательством того, что осенние пики численности обусловлены подходом ларг с севера, то есть животные возвращаются на свои острова, отдыхая на лежбищах Лазовского района. Роль о. Опасного в этих миграциях оказалась очень важной. В осенний пик численности ларги часто смещаются на лежбище мыса Камбального, которое находится всего в 900 м от острова. Наблюдения в весеннее время показали, что прибытие мигрантов происходит в апреле, а отход в июне в северном направлении.

Чтобы установить длительность пребывания мигрантов на о. Опасном и лежбище Камбальном, необходимо было увидеть одних и тех же животных повторно. Это удалось дважды. Первый раз во время осенней миграции самку №146 рождения 2009 года с о. Матвеева увидели 19 ноября 2014 года, а потом она снова лежала на Камбальном лежбище 25 ноября с интервалом в 7 дней. Интересные наблюдения получились по самцу № 701 рождения 2012 года с о. Де-Ливрона. Впервые

the female #134 (born in 2009) was recorded from Cape Schastlivy (Terneisky District) after it had left Durnovo Island. On June 29, 2012, in the Lazovsky Reserve, we photographed a 3-month-old female #640 (born in 2012) ftom Durnovo Island, swimming near Beltsov Island. This shows that the spring peaks recorded in our study are not accidental (Voloshina, Myslenkov, 2015). This also shows that animals begin to migrate as early as at age 0 years, apparently with their mothers or other individuals familiar to them. Migrants arrived at the haul-out site from the south (from the Rimsky-Korsakov Islands). Seven more migrants were recorded from 2014 to 2018 at the haul-out site of Cape Kambalny, which confirmed the assumption that the autumn peaks in number are due to the arrival of spotted seal from the north, when animals return to their natal islands, resting at the haul-out sites of the Lazovsky District. The role of Opasny Island in these migrations proved to be very important. During the autumn peak of abundance, the seals often shift to the haul-out site of Cape Kambalny, which is only 900 m from the island. The observation in spring showed that the migrants arrive in April and depart in June to the north.

Two re-sightings of the same individuals allowed us to estimate how long migrants stay on Opasny Island and at the Kambalny haul-out. The first re-sighting was the female #146 (born in 2009) from Matveev Island during the autumn migratio. She was found on November 19 and 25, 2014, at the Kambalny haul-out site, with an interval of 7 days. The second re-sighting was the male

он был встречен нами на осенней миграции 1 декабря 2015 года на Камбальном лежбище. Второй раз его заметили визуально 24 апреля 2018 года на том же лежбище, и в третий раз он лежал 4 июня этого же года там же. Получается, что он и его группировка пробыли между о. Опасным и Камбальным мысом не менее 42 дней, так как общая численность мигрантов не падала за этот период. Самка № 883 рождения 2013 года с о. Де-Ливрона посетила Камбальное лежбище 22 октября 2014 года. Ещё один самец с о. Де-Ливрона № 742 рождения 2013 года был замечен на Камбальном лежбище 2 ноября 2016 года. Таким образом, очевидно, что группировка с о. Де-Ливрона посещает Камбальное лежбище как осенью, так и весной. И оно является привычным местом остановки на миграционном пути как туда, так и обратно.

Тюлени с о. Матвеева посещали Камбальное лежбище трижды в 2014 году. Самка № 146 — дважды, 19 и 25 ноября, и самка № 821 рождения 2013 года лежала 19 декабря. Самка №282 с о. Большой Пелис рождения 2010 года посетила Камбальное лежбище 1 декабря 2015 года. Очевидно, что ларги именно с соседних островов: Матвеева, Большого Пелиса и Де-Ливрона посещают Камбальное лежбище и о. Опасный. Если начинается шторм, то все ларги переходят с Камбального лежбища на о. Опасный. И.О. Катин и В.А. Нестеренко (2012) отмечают, что каждый год наблюдается хоминг детёнышей, то есть возвращение на место рождения. Мигранты с о. Дурново встретились лишь дважды в 2010 и 2012 годах: самка №134 и самка №640.

В 2016 году на этих же островах снова начал метить детёнышей ларг после 1998 года А.М.Трухин. Он кроме горячего таврения использовал пластиковые метки на ласты с латинской литерой. Если меченая И.О. Катиным самка № 574 (2012 год рождения) с о. Матвеева оказалась на мысу Немуро (восточное побережье острова Хоккайдо) 21 сентября 2015 года, то две самки с пластиковыми метками P1152 (2016 год рождения) и L 0932 (2017 год рождения) были встречены на западном побережье острова Хоккайдо. Первая, с Большого Пелиса, была обнаружена мертвой на мысу Шакотан 18 марта 2017 года, то есть на весенней миграции, а вторая, с о. Матвеева, попала в объектив аппарата для подводной съёмки 23 сентября 2017 года на мысу Шукузу, то есть на осенней миграции. Причем, на боку её было чётко видно тавро 1245 из четырёх цифр. Этими сведениями любезно поделилась из Японии исследователь ларги Мари Кобаяши в электронных письмах. Таким образом, ясно, что ларги с островов Матвеева и Большого Пелиса мигрируют не только на наше побережье, но и на Хоккайдо. Направление течений

#701 (born in 2012) from De-Livron Island seen on December 1, 2015, April 24, 2018, and June 4, 2018, each time at the Kambalny haul-out site. Consequently, this individual and its group stayed between Opasny Island and Cape Kambalny for at least 42 days, and the total number of seals stayed the same during the period. The female #883 from De-Livron Island, born in 2013, visited this haul-out site on October 22, 2014. Another seal from De-Livron Island, the male #742 (born in 2013) was seen here on November 2, 2016. These results show that seal groups from De-Livron Island visit the Kambalny haul-out site both in autumn and in spring, and it is a traditional stop-over on their migration route in both directions.

Seals from Matveev Island visited the Kambalny haul-out site three times in 2014: the female #146 did it twice, on November 19 and 25, and the female #821 (born in 2013) was observed on December 19. The female #282 from Bolshoy Pelis Island (born in 2010), visited the Kambalny haul-out site on December 1, 2015. Obviously, seals from the islands nearby—Matveev Island, Bolshoy Pelis, and De-Livrona visit the Kambalny haul-out site and Opasny Island. In case of storm, all the animals leave the Kambalny haul-out site for Opasny Island. I.O. Katin and V.A. Nesterenko (2012) note that pups manifest homing: they return to their natal sites each year. However, migrants from Durnovo Island (the females #134 and #640) were recorded only twice, in 2010 and 2012.

In 2016, A.M. Trukhin resumed marking of pups on the same islands. In addition to hot-branding, applied in 1998, he attached plastic tags with unique identifying code to flippers. On September 21, 2015, the female #574 (born in 2012) from Matveev Island was observed at Cape Nemuro (the eastern coast of Hokkaido Island). Two females (#P1152 born in 2016 and #L 0932 born in 2017) were recorded on the west Hokkaido coast. The former (from Bolshoy Pelis) was found dead on Cape Shakotan on March 18, 2017 during the spring migration. The latter (from Matveev Island) was photographed underwater off Cape Shukuzu on September 23, 2017, i.e. during the autumn migration. A hot-brand mark with a four-digit number, 1245, was clearly visible on its flank. The researcher Mari Kobayashi from Japan kindly shared this information. These re-sightings show that spotted seals from the islands of Matveev and Bolshoy Pelis migrate not only to our coast, but also to Hokkaido. The direction of the currents in the Sea of Japan suggests what they can be used by animals as migration routes to reach Hokkaido or Sakhalin. The spotted seals have been known to

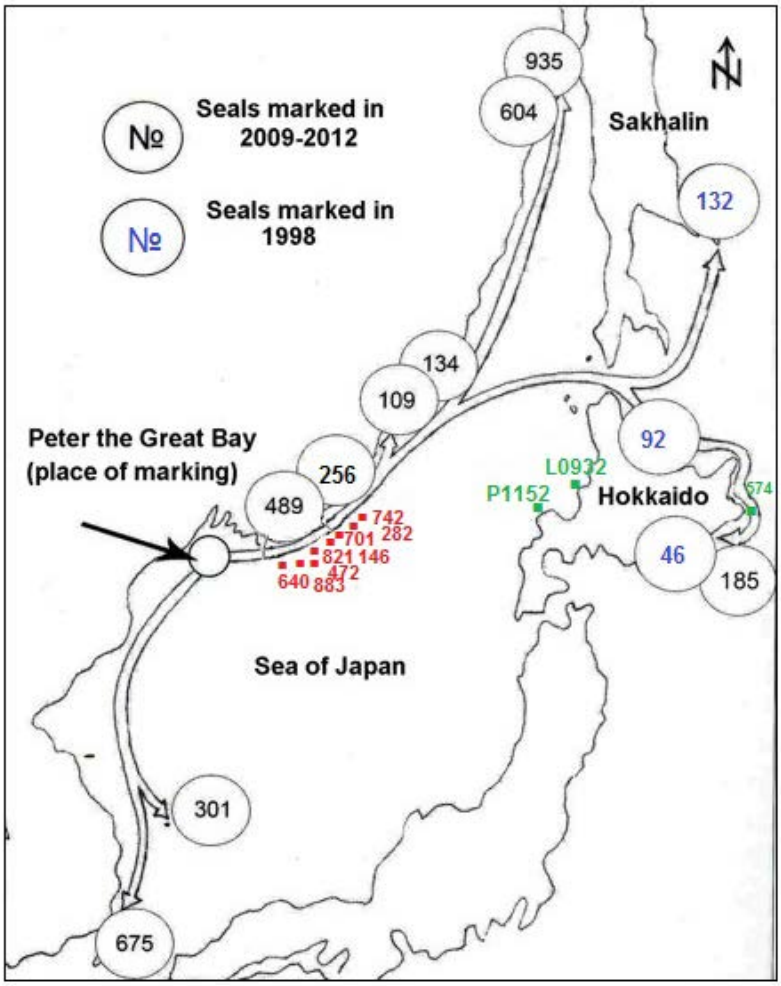


Рис. 2 . Направления миграций ларги из залива Петра Великого вдоль побережья Японского моря. Встреченные нами меченые тюлени показаны чёрной точкой. (Из Нестеренко, Катин, 2014 с нашими дополнениями).

Fig. 2. The directions of spotted seals' migration from Peter the Great Bay along the Sea of Japan coast. The observed marked seals are indicated by a black dot (from Nesterenko, Katin, 2014 with our additions).

Японского моря показывает, какие течения могут быть выбраны животными как миграционные пути для достижения островов Хоккайдо или Сахалин. Явление смены летних и зимних участков обитания описано для ларги (Kobayashi et. al. 2010). Эти же авторы ранее зафиксировали нахождение двух меченных в России ларг на о. Дайкоку (№ 185 из меченных тавром И.О. Катиным и № 46 с пластиковой меткой, меченная А.М. Трухиным). Одна меченная И.О. Катиным ларга № 132 попала на восточное побережье Сахалина, о. Тюлений, но обнаружена мёртвой (Нестеренко, Катин, 2014) (рис. 2.).

Анализ всех случаев встреч меченых тюленей ларга и резкое повышение численности на лежбищах Лазовского района доказывает, что большая часть тюленей с архипелага Римского-Корсакова мигрирует вдоль берега Японского моря на север весной, и на юг – осенью.

Роль островных лежбищ в биологии тюленя ларга нам представляется более значительной, чем береговых

move between summer and winter habitats (Kobayashi et al., 2010). These authors previously recorded the presence of two other marked seals on Daikoku Island (#185, branded by I.O. Katin, and #46, labeled by A.M. Trukhin with a plastic label). One more seal (#132, branded by I.O. Katin) was found dead on Tyuleny Island, off the eastern coast of Sakhalin (Nesterenko, Katin, 2014).

The analysis of all sightings of marked spotted seals shows a sharp increase in number at the haul-out sites of the Lazovsky District, which confirms that most seals from the Rimsky-Korsakov archipelago migrate along the Sea of Japan coast to the north in spring and to the south in autumn.

The role of haul-out sites on the islands in seals' biology seems to be more significant compared to mainland coastal haul-out sites, most likely because they provide the best shelters from storms. The Beltsova Island haul-

лежбищ, за счёт лучших укрытий от штормов. Лежбище на о. Бельцова расположено вблизи мелководной лагуны, где защитные условия значительно лучше, чем материковых лежбищ. Оба островных лежбища Лазовского района вне миграционного периода служат для рождения и воспитания бельков ларги. Необходимо отметить, что из 7 встреч меченных тавром ларг ни одна особь не замечена пока зимующей или летующей на наших лежбищах.

Следует упомянуть и о. Халерпе, расположенный в южной части Лазовского района, где лежбище ларги плохо исследовано. Здесь возможно и рождение бельков, и отдых мигрантов.

В 2017 году на о. Опасном родилось 13 бельков (Волошина, Мысленков, 2017). В марте один из них был помечен нами жёлтой пластиковой меткой. Он был обнаружен нами при наблюдениях в зрительную трубу 1 июня 2018 года на Камбальном лежбище. Возможно, он относится к оседлой части группировки ларги. В апреле 2018 года И.О. Катин пометил 9 детёнышей ларги спутниковыми метками, за которыми он мог следить в интернете. Он сообщил 31 мая, что 2 мигранта находились на о. Опасном, причём траектория была от о. Де-Ливрона до Опасного. Это лишний раз доказывает важную роль о.Опасного как промежуточной остановки при миграции ларг с южных островов к Татарскому проливу, островам Хоккайдо или Сахалин.

Возникает вопрос, почему наблюдения в Лазовском районе дали два пика численности мигрантов на лежбищах, а учёты в Тернейском районе за 10 лет показали выраженные только осенние пики численности ларги и слабые весенние (Волошина, 2004)? Видимо, существуют разные направления миграционного потока тюленей ларга. Возможно, через Лазовские лежбища идёт цельный ход всех особей с островов Римского-Корсакова, а севернее поток раздваивается. Одни тюлени идут кратчайшим путём через Японское море к Хоккайдо через Сангарский пролив, который не замерзает зимой и в котором течение направлено с запада на восток. Другие тюлени следуют вдоль побережья Приморского края дальше на север через пролив Лаперуза.

Другое предположение состоит в том, что весенний пик численности на уровне 100 голов, а осенний свыше 300 означают, что весной поток мигрантов разделяется южнее Лазовского района, а осенью все тюлени сходятся в один поток севернее этого района, продолжая движение к островам Римского-Корсакова.

out is located near a shallow lagoon where the protective conditions are much better than those on the mainland. Between the migration periods, both island haul-outs of the Lazovsky District are used by females for pupping and nursing the offspring. It should be noted that of the seven sightings of branded seals, none has been seen wintering or summering on our haul-out sites.

The spotted seal haul-out on Khalerp Island, located in the southern part of the Lazovsky District, is worth a special mentioning. It is poorly studied, but pupping and the rest of migrants are probably happening here.

In 2017, there were 13 pups born on Opasny Island; in March, we marked one of them with a yellow plastic tag (Voloshina, Myslenkov, 2017). This individual was re-sighted by us visually on June 1, 2018 at the Kambalny haul-out site, and, therefore, it may be a member of a resident group. In April, 2018, I.O. Katin marked nine pups with satellite-tracking tags. On May 31, he reported that two of them were on Opasny Island, and their tracks extended from De-Livron Island to Opasny Island. This confirms once again the important role of Opasny Island as an intermediate stop-over for migratory seals moving from the southern islands to the Tatar Strait and to Hokkaido or Sakhalin Islands.

The question arises: “Why observations in the Lazovsky District did give two peaks of the number of migrants at the haul-out sites, whereas counts in the Terneisky District for a 10-year period showed pronounced peaks of spotted seals number only in autumn and weak peaks in spring (Voloshina, 2004)?” Possibly, there are different directions of the migratory flow of seals. It is likely that all individuals from the Rimsky-Korsakov Islands move through the Lazovsky haul-out, and north of this site the flow splits. Some of the seals go by the shortest route across the Sea of Japan to Hokkaido through the Tsungaru Strait, which does not freeze up in winter and where the current flows from west to east. Other seals probably proceed along the coast of Primorsky Krai further northward through the La Perouse Strait.

Another assumption is that the spring peak of seals’ number (around 100 animals) and the autumn peak (300) mean that in spring the flows of migrants diverge south of the Lazovsky District, while in autumn all the seals converge into a single flow north of this area and keep moving to the Rimsky-Korsakov Islands.

It cannot be ruled out also that there is a circular movement of migrants around Hokkaido Island, i.e. they cross the Tsungaru Strait when moving northeastward,

Не исключено и круговое движение мигрантов вокруг острова Хоккайдо, то есть на северо-восток идут через Сангарский пролив, а возвращаются через пролив Лаперуза.

ВЫВОДЫ. Анализ всех случаев встреч меченых тюленей ларга и резкое повышение численности на лежбищах Лазовского района доказывает, что большая часть тюленей с архипелага Римского-Корсакова мигрирует вдоль берега Японского моря на север весной и на юг – осенью. Важным выводом можно считать также длительность пребывания мигрантов в течение 20-40 дней на лежбищах мыса Камбального и о. Опасного.

БЛАГОДАРНОСТИ. Мы благодарны к.б.н. И.О. Катину за сообщения биографий меченых тюленей, а также доктору Мари Кобаяши за информацию о меченых ларгах из Приморского края, встреченных на Хоккайдо.

and return through the La Perouse Strait.

CONCLUSIONS. The analysis of all sightings of marked spotted seals and the sharp increase in number on the haul-out sites of the Lazovsky region confirm the assumption that most of the seals from the Rimsky-Korsakov Islands migrate along the Sea of Japan to the north in spring and to the south in autumn. The duration of migrants' stay (for 20–40 days) at the haul-out sites of Cape Kambalny and Opasny Island can also be considered an important factor.

ACKNOWLEDGMENTS. We are grateful to Dr. Katin for providing the biographies of the marked seals, as well as to Dr. Kobayashi for the information on the marked seals observed in Hokkaido.

Список использованных источников / References

Волошина И.В. Структура популяции и динамика численности тюленя ларги (*Phoca largha* Pall.) в Северном Приморье, Россия // Морские млекопитающие Голарктики: сборник научных трудов по материалам третьей международной конференции. Коктебель, 11-17 октября 2004 г. – М., 2004. С. 140-142. [Voloshina I.V. 2004. Population structure and dynamics of the spotted seal (*Phoca largha* Pall.) in the Northern Primorye, Russia. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the III Intl. conf., M.: MMC: 140–142]

Волошина И.В. Береговые тюлени Японского моря. – Владивосток: Русский остров, 2007. – 304 с. [Voloshina I.V. 2007. Coastal seals of the Sea of Japan. Vladivostok: Russky Ostrov, 304 p. IN RUSSIAN]

Волошина И.В., Мысленков А.И. Использование метода автоматической регистрации фотоловушками на постоянных лежбищах ларги *Phoca largha* и рождение бельков на острове Опасный в Японском море // Морские млекопитающие Голарктики 2012. Сборник научных трудов. Т. 1. По материалам VII Международной конференции. Суздаль, 24-28 сентября 2012 г. – М.: 2012. С. 161-165. [Voloshina I.V., Myslenkov A.I. 2012. Use of method of automatic registration by camera-traps on the haul-out sites of spotted seals (*Phoca largha*) and birth of pups on Island Opasny in the Sea of Japan. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the VII Intl. conf., M.: MMC, 1: 161–165]

Волошина И.В., Мысленков А.И. Динамика численности ларги *Phoca largha* и роль лежбищ в миграционной активности вида // Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов. Т. 1. По материалам VIII Международной конференции. Санкт-Петербург, 22-27 сентября 2014 г. – М.: 2015. С. 132-138. [Voloshina I.V., Myslenkov A.I. 2015. Population dynamics and the role of haul-out sites in migratory activity of spotted seals (*Phoca largha*). In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the VIII Intl. conf., M.: MMC, 1: 132–138]

Волошина И.В., Мысленков А.И. Размножение ларги *Phoca largha* на островах Лазовского района Приморского края // Морские млекопитающие Голарктики, 2017, том 1, с. 135-143. [Voloshina I.V., Myslenkov A.I. 2018. Reproduction of the spotted Seal (*Phoca largha* Pall.) on Lazovsky District Islands of Primorsky Krai. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the IX Intl. conf., M.: MMC, 1: 132–139]

Катин И.О., Нестеренко В.А. Миграции и хоминг тюленей залива Петра Великого // Морские млекопитающие Голарктики: сборник научных трудов по материалам седьмой международной конференции (Суздаль 19-29 сентября 2012 г.). – Суздаль: Капрос, 2012. – С. 287-290. [Katin I.O., Nesterenko V.A. 2012. Migration and homing of seals of the Peter the Great Bay. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the VII Intl. conf., M.: MMC, 1: 287–290]

Нестеренко В.А., Катин И.О. Ларга (*Phoca largha*) в заливе Петра Великого.– Владивосток: Дальнаука, 2014. – 219 с. [Nesterenko V.A., Katin, I.O. 2014. Larga (*Phoca largha*) in Peter the Great Bay. Vladivostok: Dal'nauka, 219 p. IN RUSSIAN]

Kobayashi Mari, Yasuo Kouno, Miyuki Ito, Mio Nishina, Yasuhiro Fujimoto and Kikuo Kato Seasonal change in number and movement pattern of spotted seals (*Phoca largha*) migrating around the Sea of Japan // PICES Scientific Report No.36. 2010.

Голева А.В.[1], Лисицына Н.А.[2]

Правовые аспекты отлова косаток (*Orcinus orca*) в учебных и культурно-просветительских целях в 2018 г.

1. Сахалинская областная общественная организация Группа помощи морским животным «Друзья океана», Южно-Сахалинск, Россия
2. Региональная общественная организация «Экологическая вахта Сахалина», Южно-Сахалинск, Россия

Goleva A.V.[1], Lisitsyna N.A.[2]

Legal aspects of capturing killer whales (*Orcinus orca*) for educational and cultural purposes in 2018

1. Sakhalin Regional Non-governmental Organization “Ocean Friends”, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia
2. Regional Non-governmental Organization “Sakhalin Environment Watch”, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-86-92

В последние годы тема содержания китообразных в океанариумах и дельфинариях все больше волнует людей во всем мире. Это неудивительно – ведь невозможно в неволе обеспечить биологические потребности этих свободных животных, которые проплывают более 100 км в день, живут большой дружной семьей, охотятся на живую рыбу и тюленей. Под давлением общественности закрываются передвижные дельфинарии, появляются запреты на искусственное разведение морских млекопитающих, жители разных стран протестуют против строительства океанариумов в своих городах. Правительства более десяти государств на законодательном уроне запретили содержание морских млекопитающих в неволе.

На этом фоне Россия остается единственной в мире страной, где косаток и белух отлавливают для развлекательных заведений. При этом деятельность по добыче морских млекопитающих в культурно-просветительских целях ведется с нарушением законодательства, что может нанести существенный ущерб популяциям добываемых животных и, непосредственно, отлавливаемым особям.

Данное исследование представляет собой анализ действующего законодательства России, регулирующего отлов и транспортировку китообразных, а также обзор

In recent years people all over the world have become increasingly more concerned about cetaceans held in captivity. This is not surprising as it is impossible to meet the biological needs of these freedom-loving animals in such conditions because in the wild they travel for over 100 km (60 miles) every day, live in close families, and hunt live fish and seals. Under public pressure, mobile dolphinariums are shut down, artificial breeding of marine mammals in captivity is banned, citizens from different countries organize protests against the construction of oceanariums in their cities. Over 10 countries have introduced legislation to ban the practice of keeping cetaceans in captivity.

By contrast, Russia remains the only country in the world where wild killer whales and beluga whales are caught for entertainment purposes. The activity itself (of marine mammals captured for cultural and educational purpose) is done in violation of the law and could do significant harm to the captured animals and the entire populations.

This study is an analysis of the current Russian legislation regarding the capture and transportation of cetaceans, as well as an overview of violations of laws and regulations in the situation when 12 killer whales

нарушений нормативных правовых актов при добыче в 2018 году 12-ти косаток в Охотском море в культурно-просветительских целях. Материал, используемый для комплексного исследования выбранной проблематики, собирался в двух разных областях: специалисты «Экологической вахты Сахалина» анализировали соответствующее законодательство и его применение, волонтеры «Друзей океана» организовали и провели экспедицию в места отлова косаток в Хабаровском крае в 2018г. в рамках общественного экологического контроля. Целью проведения общественного контроля было наблюдение за методами отлова косаток, спасение животных в случае их запутывания в орудиях лова и фиксация возможной гибели косаток в процессе отлова.

В мае 2018 г. по заказу Росрыболовства ФГБНУ «ТИНРО-Центр» обосновал общий допустимый улов (ОДУ) 13 косаток в Охотском море. Это обоснование получило положительное заключение государственной экологической экспертизы (ГЭЭ), проведенной департаментом Росприроднадзора по ДФО. На основании данного заключения Минсельхоз распределил ОДУ, а Росрыболовство выдало квоты на добычу 13 косаток в культурно-просветительских целях четырем компаниям: ООО "Афалина", ООО "Океанариум ДВ", ООО "Белый кит", ООО «Сочинский дельфинарий».

Проанализировав заключение ГЭЭ по материалам корректировки ОДУ косаток на 2018г. и сроки проведения экспертизы, мы выявили ряд нарушений:

1) Департамент РПН по ДФО необоснованно сократил срок проведения экспертизы с 30 дней до 6, в связи с чем направленные аргументированные предложения ведущих Российских ученых и общественности не успели поступить на рассмотрение экспертной комиссии до завершения экспертизы и не были учтены при рассмотрении материалов ОДУ. Это является нарушением принципов экологической экспертизы и прав граждан и общественных организаций, установленных статьями 3 и 19 Федерального закона "Об экологической экспертизе".

2) В материалах корректировки ОДУ, представленных на ГЭЭ, отсутствовали сведения о поступивших от граждан и общественных организаций письменных замечаний и предложений в период 30 дней после окончания общественных слушаний, что предусмотрено п. 4.10 Положения об ОВОС.

3) В материалах корректировки ОДУ, представленных на ГЭЭ, отсутствовали материалы общественных слушаний, проведенных в Хабаровском, Приморском краях и Сахалинской области. Это регионы, где проводился

were captured in the Sea of Okhotsk for cultural and educational purposes in 2018. The material used for the comprehensive study of the topic was received from two different sources: experts of the “Sakhalin Environment Watch” analyzed the relevant legislation and its enforcement, and volunteers from the “Ocean Friends” (a non-commercial environmental organization) arranged a public monitoring expedition to the Khabarovsk Territory where the whales were captured in 2018. The goal of the public control effort was to monitor the methods of capture, to save the animals if they entangled in the fishing gear, and to record possible death of animals as they were being caught.

In May 2018, upon the request of the Federal Agency for Fishery, the Federal Research Institution “TINRO-Center” provided rationalization for the total allowable catch (TAC) of 13 killer whales in the Sea of Okhotsk. This rationalization was supported by the positive conclusion of the State Environmental Expert Review (SEER) conducted by the Far East Department of the Federal Service for Supervision of Natural Resource Usage (“Rosprirodnadzor”). Based on this conclusion, the Ministry of Agriculture distributed the TAC, and the Federal Agency for Fishery allocated quotas for the capture of 13 killer whales for cultural and educational purposes to 4 companies: Afalina LLC, Oceanarium DV LLC, Bely Kit LLC, Sochinsky Dolphinarium LLC.

Having analyzed the SEER conclusion, the adjusted killer whale TAC, and the review time frame, we have detected several violations:

1) without a reason the Far East Department of Rosprirodnadzor has reduced the review time from 30 days to 6 days, therefore, the substantiated opinions of leading Russian scientists and the public did not reach the review board on time and were not considered when the TAC was determined. This is a violation of the environmental review principles and the rights of citizens and NGOs established by Articles 3 and 19 of the Federal Law “On Environmental Review”.

2) The TAC adjustment materials submitted to the SEER contained no reference to written comments and suggestions received from citizens and NGOs within 30 days after the end of the public hearings, provided for in paragraph 4.10 of the EIA Regulation.

3) The TAC adjustment materials submitted to the SEER contained no records of the public hearings

отлов, транспортировка и содержание добытых косаток. По странной случайности это оказались именно те регионы, где общественность активнее всего выражала протест против отлова.

4) Ни один из привлеченных экспертов ГЭЭ не обладал специальными научными и практическими познаниями по рассматриваемому на экспертизе вопросу, что является нарушением принципов экологической экспертизы, установленных статьей 3 Федерального закона "Об экологической экспертизе", а также статей 16 и 18 указанного закона. Несмотря на то, что в России хватает специалистов по морским млекопитающим в целом и по косаткам в частности, для проведения экспертизы были приглашены специалисты по паукам, жужелицами, клещам, головоногим моллюскам, дождевым червям и искусственному разведению лососей. Мы не ставим под сомнение научную квалификацию приглашенных экспертов, но считаем логичным и законным, что вопрос ОДУ косаток должен рассматриваться специалистами по косаткам или хотя бы по морским млекопитающим.

Возможно, именно поэтому, из-за недостатка специальных научных познаний по рассматриваемому вопросу, эксперты комиссии не приняли во внимание мнение 8 известных ученых – специалистов по морским млекопитающим, о разделении дальневосточных косаток на два разных экотипа. Два обособленных экотипа, каждый из которых, согласно мнению ученых, необходимо рассматривать по отдельности при учетах численности и определении объемов допустимого изъятия особей из природных популяций. Эксперты также не учли, что Постановлением Правительства Камчатского края №157-П от 18 апреля 2018г. косатки дальневосточной плотоядной популяции были внесены в перечень редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Камчатского края. При этом, учитывая миграционную активность и дальность перемещений, ученые считают плотоядную популяцию косаток единой для всего Охотского моря.

По факту выявленных нарушений были направлены обращения в прокуратуру, а также подан иск представителями общественных организаций «Экологическая вахта Сахалина», «Друзья океана» и Клуб «Бумеранг» в Южно-Сахалинский городской суд по оспариванию положительного заключения ГЭЭ по материалам ОДУ на отлов косаток в 2018г. В результате Генеральная прокуратура по ДФО признала нарушение сроков проведения общественных обсуждений по материалам ОДУ на отлов косаток в 2018г. и обязала Росрыболовство и Росприроднадзор устранить нарушения. Южно-Сахалин-

held in the Khabarovsk, Primorsky Territories and the Sakhalin Oblast. These are the regions where the killer whales were captured, transported and managed. By a bizarre coincidence, these were the regions where the public protested the capture most actively.

4) None of the experts invited for the review had any special scientific and practical knowledge on the issue, which is a violation of the principles of environmental review established by Article 3 of the Federal Law “On Environmental Review”, as well as Articles 16 and 18 of the above-mentioned law. Even though in Russia there are enough marine mammals experts, in general, and killer whales, in particular, experts on spiders, ground beetles, ticks, cephalopods, earthworms and artificial breeding of salmon were invited. We do not question the scientific qualifications of the invited experts, but we consider it logical and legitimate that the question of the TAC of killer whales should be considered by experts in killer whales or at least in marine mammals.

Perhaps due to the lack of special scientific knowledge on the issue under consideration, the experts of the review board did not take into account the opinion of eight well-known scientists specialising in marine mammals –that killer whales have two different ecotypes. These two reproductively isolated ecotypes should be reviewed separately when determining their numbers and the amount of allowable removal from natural populations. The experts also did not consider that the killer whales of the Far Eastern mammal-eating population were included into the list of rare and endangered species and listed in the Russian Red Book of the Kamchatka Territory as stated in the Decree of the Government of the Kamchatka Territory No. 157-P of April 18, 2018. At the same time, given the orcas’ migration activity and the travelling distance, scientists believe the mammal-eating population of killer whales is one for the entire Sea of Okhotsk.

With regards to the violations detected, the NGOs “Sakhalin Environment Watch”, “Ocean Friends” and “Boomerang Club” filed petitions to the prosecutor’s office and a lawsuit to the Yuzhno-Sakhalinsk Court to challenge the positive conclusion of the SEER to catch the orcas within the approved TAC in 2018. As a result, the Far East General Prosecutor’s Office recognized the violation of the SEER time period and obliged the Fishery Agency and Rosprirodnadzor the Far East Department of the Federal Service for Supervision of Natural Resource Usage to remedy the violations. The Yuzhno-Sakhalinsk Court upheld

ский городской суд удовлетворил иск общественных организаций и признал положительное заключение ГЭЭ, приказы Департамента Росприроднадзора об организации и проведении ГЭЭ по материалам корректировки ОДУ косаток на 2018 г., а также об утверждении заключения ГЭЭ незаконными.

Одновременно, вместе с подачей иска по обжалованию положительного заключения ГЭЭ на ОДУ косаток, в августе 2018 г. стартовала экспедиция в места отлова косаток – заливы Николая, Ульбанский и Константина Хабаровского края – с целью экологического общественного контроля за проведением отлова косаток.

Сам процесс отлова волонтеры "Друзей океана" смогли увидеть только на начальной стадии, поскольку, завидев общественников, отловщики незамедлительно сворачивали операцию и уходили подальше от свидетелей. В ходе экспедиции ее участники неоднократно получали устные угрозы от ловцов косаток и лишились дорогостоящего оборудования по их вине. Такое поведение компаний отловщиков выглядит странным, если они имеют на руках официальное разрешение на добычу косаток и действуют в рамках закона. Активное препятствие общественному контролю, избегание свидетелей и отключение технических средств контроля на судах, на наш взгляд, свидетельствует о попытке сокрытия отловщиками своих незаконных действий.

Отлов косаток регулируется Постановлением Правительства РФ от 25.02.2000 № 166 «Об утверждении правил отлова и транспортировки китообразных для научно-исследовательских, культурно-просветительских и иных непромысловых целей». В данных правилах к отловщикам предъявляется ряд требований, исключающих возможность нанесения ущерба животным, но на практике контроль за их выполнением представляется слабо возможным.

Например, невозможно проверить выполнение требований пункта 3 ПП РФ от 25.02.2000 № 166, исключающих гибель и травмирование животных, так как ни один представитель контролирующих органов не присутствует при отлове. Также непонятно – кто и по каким критериям оценивает квалификацию специалистов, обеспечивающих освобождение животных из орудий лова согласно пункту 4 тех же правил.

24 августа 2018 г. жители с. Чумикан сняли на видео процесс отлова косаток, на котором видно, как в ходе обмета сетью группы косаток отловщики передвигаются на моторных лодках с большой скоростью в опасной близости от животных. Мы не можем утверждать, но предполагаем, что лодки могли травмировать живот-

the NGOs' lawsuit and ruled the SEER positive conclusion along with the associated orders issued by Rosprirodnadzor the Far East Department of the Federal Service for Supervision of Natural Resource Usage to conduct the SEER of the killer whales TAC adjustment materials, as illegal.

In August 2018 along with the legal actions an expedition was sent to monitor the capture process in the Nikolai, Ulbansky and Konstantin bays of the Khabarovsk Territory.

The "Ocean Friends" volunteers were able to observe only the early stage of the hunt. As soon as the hunters noticed the activists, they immediately stopped the operation and went away. During the expedition, the participants repeatedly received verbal threats from the hunters and lost their expensive equipment because of the hunters actions. If the catching companies acted within the law with an official permission to capture killer whales, such behavior looks suspicious. In our opinion, active obstruction of the monitoring process, avoiding of witnesses and switching off tracking system on the ships testify to the attempt of the hunters to conceal illegal actions.

In Russia the capture of killer whales is regulated by RF Government Regulation # 166 dated 25.02.2000 "On the Approval of Rules of Cetaceans Capture and Transportation for Scientific, Cultural, Educational and other Non-commercial Purposes". These rules require that the whale hunters have to avoid hurting animals in the process of capturing, but it is hardly possible to control whether these requirements are met in practice.

For instance, it's impossible to check the compliance with the requirements of Item 3 of Russian Government Regulation # 166 dated 25.02.2000 that insists on avoiding animal's death or injury because capturing is done without a single representative from the regulating office. It's also unclear who, and based on what criteria does check the qualification ofs the specialists who release animals from the fishing gear according to Item 4 of the same regulations.

On August 24, 2018 Chumikan village residents recorded the video of killer whales capture. This video shows the capturers closing the net around the group of killer whales while riding motor boats at high speed in dangerous proximity to the animals. We cannot say for sure, but it is possible that whales could be injured by the boats. Two animals managed to escape but one male killer whale got entangled. It is obvious

ных. После обмета трех животных, две косатки освободились самостоятельно, а самец запутался в сетях. Понятно, что взрослый самец, в силу своего размера и веса, не является целью отлова, поэтому никакие действия по его изъятию не предпринимались. Косатка пыталась освободиться, тараня сети и выбиваясь из сил, отловщики, по-видимому, пытались освободить сети от косатки. Но спустя час непрерывного видео самец косатки все еще оставался в сетях. После некоторой паузы в съемке косатка исчезла из поля зрения. Судьба животного остается неизвестной.

Из данной ситуации можно сделать очень важный вывод: чтобы избежать гибели и травмирования животных при отлове, а также избежать предположений и, возможно, несправедливых обвинений, необходимо установить требование о проведении независимого контроля самого процесса отлова с фото- и видеофиксацией. А также прописать порядок распутывания и освобождения животных, не являющихся целью отлова, но попавших в орудия лова при его проведении. В том числе установить требование разрезания сети для освобождения животного, если иные способы не представляются возможными. Очевидно, что Правила отлова и транспортировки китообразных ПП РФ от 25.02.2000 № 166 необходимо дорабатывать и распространять их, в том числе на ластоногих.

Независимый эксперт антикоррупционной экспертизы нормативных правовых актов Крупский М.А. в проведенной 25 января 2018г. антикоррупционной экспертизе Правил отлова и транспортировки китообразных ПП РФ от 25.02.2000 № 166 предложил лицензировать деятельность по отлову и транспортировке китов в связи с ее сложностью и во избежание гибели и травмирования животных. В этой же экспертизе изложены эффективные предложения по редакции и других пунктов данного нормативного акта. Например, введение требований по фото-, видеофиксации и актированию действий по предварительному визуальному обследованию отлавливаемых животных, разработка соответствующих форм документов, определение порядка получения специалистами по отлову необходимой квалификации, сертификация конструкций для транспортировки китообразных.

Еще один важный аспект, недостаточно урегулированный в нормативных правовых актах, – это использование добытых косаток. Статья 22 ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» и пункт 4 Приказа Минсельхоза № 317 устанавливают, что добытые в культурно-просветительских целях ВБР используются при проведении зоопарками, океанариумами, музеями, цирками и другими организациями культуры

that the male orca due to its size and weight was not the target of this capture that is why the hunters made no attempts to seize it. Trying to escape the orca was ramming through the nets losing energy, and the capturers seemed to have been trying to get their nets back by releasing the whale. But an hour later you can see in the video that the male is still entangled. After a pause in the video the whale disappeared from the view. The fate of the animal is unknown.

A very important conclusion can be made based on this situation: in order to avoid killing or injuring an animal during capture and to avoid different assumptions and potentially unfair accusations we need to set the requirement for independent monitoring of the process using photo and video cameras. We also need to establish the procedure of disentangling and releasing the animals which are not the main target of capture but get into the nets in the process. This procedure should contain the requirement to cut the nets if it is not feasible to release the animal any other way. Evidently that the Rules for cetaceans capture of Russian Government Regulation # 166 dated 25.02.2000 need to be updated. They should also cover pinnipeds.

On January 25, 2018 Maxim Krupsky, an independent anticorruption expert, reviewed “The Rules for capture and transportation of cetaceans” from Russian Government Regulation # 166 dated 25.02.2000 and suggested that anyone performing capture and transportation of cetaceans should get a license for this difficulty activity in order to avoid killing or injuring the animals. The review report also contains useful suggestions for updating other items of this regulation. For instance, establishing the requirement of photo and video recording and developing a report on preliminary visual inspection of a captured animal, developing relevant document forms, establishing the procedure for capturers to obtain required qualification, certifying the transportation facilities for cetaceans.

Another important aspect that remains unclear in the regulation is the intended use of the captured orcas. Article 22 of Federal Law «On Fishing and Conservation of Aquatic Biological Resources» and Item 4 of the Order of the Department of Agriculture # 317 state that the marine living resources that were obtained for cultural and educational purposes should be used by zoos, aquariums, museums, circuses and other cultural institutions during cultural, educational and entertainment events in accordance with their cultural and educational plans.

культурно-просветительских и зрелищно-развлекательных мероприятий в соответствии с планами культурно-просветительской деятельности.

Однако косатки, отловленные в российских водах, продаются в зарубежные океанариумы. Вместе с тем законодательство не предусматривает возможность торговли отловленными для культурно-просветительских целей морскими млекопитающими. В июле 2018 г. Генеральная прокуратура РФ вынесла постановление о направлении материалов проверки в Следственный департамент МВД России для решения вопроса об уголовном преследовании по части 4 статьи 159 (мошенничество, совершенное организованной группой в особо крупном размере) Уголовного кодекса РФ руководителей 4 коммерческих компаний. Эти компании в 2012 - 2015 годах предоставили в органы Росрыболовства ложные сведения о намерении использовать косаток в культурно-просветительской деятельности, а на самом деле семь отловленных особей содержали на базах Приморском и Хабаровском краях и впоследствии отправили за рубеж. То есть продажа китообразных за рубеж является незаконной.

Тем не менее в мае 2018 года Росрыболовство утвердило планы работ "организаций культуры" – компаний-отловщиков – при осуществлении рыболовства в культурно-просветительских целях, в которых обоснованием добычи указана в том числе «поставка в зарубежные океанариумы». Таким образом, компании и недобросовестные чиновники пользуются пробелами в законодательстве и оформляют продажу животных в иностранные океанариумы. Позже Генеральной прокуратурой РФ заместителю Министра сельского хозяйства РФ – руководителю Федерального агентства по рыболовству – было внесено представление, а также объявлено предостережение о недопустимости нарушений закона при предоставлении прав вылова водных биологических ресурсов в культурно-просветительских целях на 2019 год.

Результаты проведенного исследования показывают, что в настоящее время нормативные правовые акты, регламентирующие деятельность по отлову китообразных для культурно-просветительских целей, требуют серьезной доработки, а сама деятельность – усиления контроля со стороны уполномоченных государственных органов и независимых экспертов.

Общественные организации уверены, что отлов китообразных для развлекательных заведений должен быть полностью прекращен и запрещен. Даже самый лучший океанариум не в состоянии полноценно заменить этим животным их естественную среду обитания, тем самым

However, killer whales captured in the Russian waters are being sold to foreign aquariums. But trade of marine mammals captured for cultural and educational purposes is not envisaged in the legislation. In July 2018 the Office of the Prosecutor General of the Russian Federation issued an order to forward the inspection of the documentation to the Investigation Committee of the Russian Ministry of Internal Affairs regarding criminal prosecution of heads of 4 companies as per Part 4 Article 159 (large scale fraud conducted by an organized group) of the Criminal Code of the Russian Federation. In the period of 2012 – 2015 these companies provided the Federal Agency for Fishery with false information stating that they were going to use the orcas for cultural and educational purposes, but actually they had been keeping seven animals in captivity at their facilities in Primorsky and Khabarovsk Territories before sending them abroad. In other words, selling cetaceans abroad is illegal.

Nevertheless, in May 2018 the Federal Agency for Fishery approved a business strategy of “cultural institutions” that are actually companies involved in capturing marine animals for cultural and educational purposes. However, these purposes officially include “delivery to aquariums abroad”. Therefore, such companies and the corrupt government officials take advantage of the loopholes in the law to legally sell animals abroad. Later the Office of the Prosecutor General of the Russian Federation issued a warning to the Deputy Minister of Agriculture of RF who is also the head of the Federal Agency for Fishery – indicating that breaking the law by granting the permission to catch marine living resources for cultural and educational purposes in 2019 was unacceptable.

The investigation results make it clear that the current legislation regulating capture of cetaceans for cultural and educational purposes requires a major update and the capture itself needs to be controlled by the authorized government agencies and independent experts.

The NGOs are sure that capturing cetaceans for entertainment must be stopped and banned for good. Even the best aquariums in the world cannot be as good as the natural habitat of the animals and thereby make them suffer for the rest of their lives. Currently the Prosecutor General’s Office and the Investigative Committee of the RF are carrying out investigations into the violations mentioned above as well as the violations in the situation when 11 killer whales were caught in the Sea of Okhotsk in 2018. Meanwhile

причиняя им страдания всю оставшуюся жизнь. В настоящее время Генеральной прокуратурой и Следственным комитетом РФ ведутся расследования по выше описанным и другим нарушениям, выявленным в отношении отлова 11 косаток в Охотском море в 2018 г. Пока ведется расследование, 11 отловленных косаток находятся на базе отловщиков в пос. Ливадия (Приморский край, г. Находка, бухта Средняя). Состояние животных внушает серьезные опасения.

those 11 captured killer whales are penned on a tiny base in the settlement of Lyvadia (Primorski Territory, Nakhodka, Srednyaya bay). The animals' health raises serious concerns.

Список использованных источников/ References

Приказ Минсельхоза РФ от 29.06.2017 № 317 «Об утверждении порядка осуществления рыболовства в учебных и культурно-просветительских целях» [Order of the RF Ministry of Agriculture of June 29, 2017, No. 317 "On approval of the procedure of conducting fishing for the educational and cultural/educational purposes"].

Приказ Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. N 372 "Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации" [Order of the RF Environment Protection Committee of May 16, 2000, No. 372 "On approval of the Regulation of assessment of the impact from an economic or other planned activity on the environment in the Russian Federation"].

Постановление Правительства Камчатского края №157-П от 18 апреля 2018 г. [Decree of the Government of Kamchatka Krai of April 18, 2018, No. 157-П].

Постановление Правительства РФ от 25.02.2000 № 166 «Об утверждении правил отлова и транспортировки китообразных для научно-исследовательских, культурно-просветительских и иных непромысловых целей» [Decree of the Government of the Russian Federation of February 25, 2000, No. 166 "On approval of the Rules for capturing and transportation of cetaceans for the research, cultural/educational, and other non-commercial purposes"].

Заключение независимого эксперта антикоррупционной экспертизы нормативных правовых актов Крупского М.А. по результатам экспертизы ПП РФ от 25.02.2000 № 166 «Об утверждении правил отлова и транспортировки китообразных для научно-исследовательских, культурно-просветительских и иных непромысловых целей» от 25.01.2018 № МК-8-01-18 [Report of January 25, 2018, No. MK-8-01-18 by Krupsky M.A., an independent expert of the anti-corruption expert assessment of regulatory legal acts, by the results of expert's assessment of the Decree of the RF Government of February 25, 2000, No. 166 "On approval of the Rules for capturing and transportation of cetaceans for the research, cultural/educational, and other non-commercial purposes"].

Заключение независимого эксперта антикоррупционной экспертизы нормативных правовых актов, Крупского М.А. по результатам экспертизы приказа Минсельхоза РФ от 29.06.2017 № 317 «Об утверждении порядка осуществления рыболовства в учебных и культурно-просветительских целях», от 10.02.2018 № МК-10-02-18 [Report of February 10, 2018, No. MK-10-02-18, by Krupsky M.A., an independent expert of the anti-corruption expert assessment of regulatory legal acts, by the results of expert's assessment of the Order of the RF Ministry of Agriculture of June 29, 2017, No. 317 "On approval of the procedure of conducting fishing for the educational and cultural/educational purposes"].

Сайт Генеральной прокуратуры РФ [Official web-site of the Prosecutor General's Office of the Russian Federation] https://genproc.gov.ru/smi/news/genproc/news-1415432/

Гольдин Е.Б.

Китообразные в акватории Гераклейского полуострова

Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Академия биоресурсов и природопользования, Симферополь, Россия

Gol'din E.B.

Cetaceans in the waters off the Heraclea Peninsula

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Academy of Biological Resources and Nature Management, Simferopol, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-93-103

Акватория Гераклейского (Трахейского, Ираклийского) полуострова, охватывающая Севастополь с окрестностями, – одна из наиболее «горячих точек» Азово-Черноморского бассейна, сформировавшаяся в течение последних 200 лет. Высокий уровень антропогенного воздействия на окружающую морскую среду и изрезанную береговую линию (около 40 бухт), как и на всю прилегающую территорию, обусловил необратимые изменения в природе региона. Факторы влияния включают интенсивное военное и гражданское судоходство, судостроительную промышленность, рыболовство, развитие градостроительства, различные виды бытового и промышленного загрязнения: сточные воды, нефтепродукты, отходы урбанистического и агропромышленного комплексов. В то же время это территория, где происходят нерегулируемые процессы: неорганизованная рекреация, пешеходный туризм и браконьерский рыбный промысел. Однако, несмотря на совокупность неблагоприятных условий, нарушающих естественное состояние местообитаний, и нарастающий фактор беспокойства, китообразные встречаются в акватории полуострова круглогодично. Особое значение в этой ситуации имеет трофический фактор, определяющий пути миграций китообразных и их зимние сосредоточения (Gol'din, Gol'din 2007, Savenko 2009, Гольдин 2010, Gladilina et al. 2013). В водах, омывающих полуостров, обитает 52.9% ихтиофауны Черного моря, а в холодное время года многие виды рыб зимуют в глубоководных бухтах Севастополя (Болтачев, Карпова 2012). Некоторые виды идут к побережью и в бухты во время весенних и осенних миграций. Взрослые же особи ряда их представителей встречаются в этой зоне не только летом, но и в теплые зимы: плотные скопления кефали *Liza spp*., *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758), ставрида черноморская *Trachurus mediterraneus ponticus* (Aleev, 1956), хамса *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) (Болтачев, Карпова 2017).

The sea area off the Heraclea (Trachean) Peninsula, including the city of Sevastopol and its vicinities, is one of the "hot spots" in the Black Sea and the Sea of Azov Basin that has formed during the last two centuries. The high level of anthropogenic pressure on the marine environment and the indented coastline (with approximately 40 land-locked harbours), as well as activities on the surrounding territory, has caused irreversible changes in wildlife of the region. The impact factors include an intensive naval and civil navigation, shipping industry, fisheries, urban development, and various forms of household and industrial pollution such as uncontrolled dumping of wastewater, oil products, and urban and agricultural wastes. At the same time, it is an area of unregulated recreation, hiking, and illegal fishery. However, despite the combination of unfavorable conditions that result in degradation of native habitats and the increasing disturbance factor, cetaceans occur in the waters off the peninsula all year round. The feeding factor is especially important in this case, as it plays a leading role in formation of cetaceans' migration routes and their wintering aggregations (Gol'din, Gol'din 2007; Savenko 2009; Gol'din 2010; Gladilina et al. 2013). It is known, that 52.9% of the Black Sea icthyofauna inhabits the waters around the Heraclea Peninsula, and many fish species overwinter the cold season in the deepwater bays near Sevastopol (Boltachev, Karpova 2012). Some species move to the coastal waters and into the bays during their spring and autumn migrations. Adult individuals of some of these species can stay in these habitats not only in summer, but also in warm winters, e.g. compact stocks of mullet *Liza spp*., *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758), Black Sea horse mackerel *Trachurus mediterraneus ponticus* (Aleev, 1956), and Black Sea anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) (Boltachev, Karpova 2017).

Береговая линия между мысами Сарыч и Херсонес протяженностью около 40 км окаймляет крайнюю юго-западную часть Крыма. В ее пределах расположены места концентрации биоразнообразия и ряд морских охраняемых территорий и акваторий, на которые приходится около 30% севастопольской территории: прибрежные аквальные комплексы близ мысов Лукулл, Фиолент, Айя, Ласпи – Сарыч, скалы Ласпи, Херсонесская и Казачья бухты (последние два находятся в городской черте) (Мильчакова и др. 2015). При этом нужно отметить, что сведения, касающиеся морских млекопитающих, относительно редки и разрознены и нуждаются в уточнении. Таким образом, узкая прибрежная полоса может служить наиболее интересным полигоном для наблюдений за географическим распространением, годовой и сезонной динамикой, видовой структурой, миграциями и выбросами китообразных, а также для анализа тенденций, существующих в этих процессах (Gol'din 2012).

Для сбора материала в 2002–2017 гг., был проведен анкетный опрос 3725 респондентов по специально разработанной и неоднократно апробированной методике (Гольдин, Гольдин 2004). В целом, благодаря используемым приемам, становится возможным выявление ряда закономерностей, несмотря на негативное влияние некоторых факторов (особенности памяти и возраст респондентов, специфика предоставления фактических данных, поступающих с некоторым запозданием, определенная субъективность и т.д.). В программе принимали участие студенты университетов и колледжей, специалисты сельского, садово-паркового, лесного и охотничьего хозяйства и местные жители. Среди них 254 постоянных жителей региона, остальные регулярно его посещают. В работе также использованы данные полевых экскурсий в 1997 и 2015–2017 гг.

Для проведения работы и сравнительного анализа ее результатов были условно выделены три зоны сбора материала: южная, представленная прибрежной полосой между мысами Сарыч и Херсонес, урбоэкосистема, охватывающая внутригородские бухты (все береговое пространство между мысами Херсонес и Коса Северная), и северная – побережье между мысами Коса Северная и Лукуллом (рис. 1).

Три вида черноморских китообразных - афалина *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), обыкновенная морская свинья *Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758) (здесь и далее речь идет о черноморском подвиде – азовке *Phocoena phocoena relicta* Abel, 1905) и белобочка *Delphinus delphis* (Linnaeus, 1758) – отмечены в пределах всей исследованной акватории. Полученная

The coastline between the capes Sarych and Chersonese (extending for about 40 km) borders the South-Western part of the Crimea. It is distinguished by sites of concentration of high biological diversity and includes a number of marine protected areas occupying approximately 30% of the Sevastopol area: coastal aquatic habitats near the capes Lucullus, Fiolent, and Aya, the coastal zone between Laspi and Sarych, Laspi Rocks, Chersonese, and Cossack Bays (the latter two places are located in the urban areas) (Milchakova et al. 2015). Data on marine mammals in this region are quite scarce, fragmentary, and, therefore, need clarification. Thus, the narrow coastal zone can be the most interesting area to observe the distribution, annual and seasonal dynamics, species structure, migrations, and strandings of cetaceans, as well to analyze the trends in these parameters (Gol'din 2012).

To collect the material, we conducted a questionnaire-based survey of 3725 respondents in 2002–2017 by the specially developed and repeatedly tested methodology (Gol'din, Gol'din 2004). Due to this approach, it was possible to reveal a number of patterns, in spite of the negative influence of some factors (*e.g.* respondents memory and age, specifics of obtained factual data, sometimes with a time lag, some subjectivity, *etc.*). The participants of the project were university and college students, specialists in agriculture, horticulture, forestry and hunting, and local residents (254 of respondents were permanent residents of region, the rest visited it regularly). Data from the field work (1997 and 2015–2017) were also used.

To carry out the study and for a comparative analysis of its results, three conditional zones were selected: the southern area (the coastal zone between the capes Sarych and Chersonese); the urban ecosystem with the city bays (entire coastline between the capes Chersonese and Northern Spit); and the northern part (coastline between the capes Northern Spit and Lucullus) (Fig. 1).

A total of three Black Sea cetacean species were recorded from various parts of sea area: the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), harbour porpoise *Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758) (hereinafter, its Black Sea subspecies, Azov dolphin *Phocoena phocoena relicta* Abel, 1905), and common dolphin *Delphinus delphis* Linnaeus, 1758. Collected data include 497 sightings and 222 stranding events; however, their geographical distribution varies markedly between different parts of the coastline (Table 1). For example, 40.2% of sightings of live

Рис.1. Территория проведения исследований
Fig. 1. Study area
● места сбора материала / sites of material collection
▬ граница территории исследования / boundary of the study area

Таблица 1. Показатели учета наблюдений и выбросов на побережье Гераклейского полуострова
Table 1. Data of sightings and stranding events in the coastal area of the Heraclea Peninsula

Район побережья Part of the coast	Наблюдения животных в море Sightings of animals at sea		Случаи обнаружения останков животных Carcasses of stranded animals	
	n	%	n	%
Мыс Херсонес / Cape Chersonese	3	0.6	2	0.9
Балаклавская бухта / Balaklava Bay	32	6.4	11	5.0
Окрестности Балаклавы / Vicinities of Balaklava	66	13.4	12	5.4
Мыс Фиолент / Cape Fiolent	37	7..4	12	5.4
Мыс Айя / Cape Aya	19	3.8	5	2.2
Участок побережья между бухтой Ласпи и Батилиманом / Coastline between Laspi Bay and Batiliman	35	7.0	7	3.2
Мыс Сарыч / Cape Sarych	8	1.6	0	0
Севастопольская бухта / Sevastopol Bay	134	27.1	33	14.9
Камышовая бухта / Kamysh Bay	4	0.8	2	0.9
Хрустальная бухта /Crystal Bay	6	1.2	2	0.9
Артиллерийская бухта /Artillery Bay	6	1.2	0	0
Южная бухта /Southern Bay	4	0.8	0	0
Парк Победы /Park of Victory	7	1.4	11	5.0
Казачья бухта /Cossack Bay	20	4.0	15	6.6
Голубая бухта /Blue Bay	10	2.0	8	3.5
Бухта Омега /Omega Bay	11	2.2	9	4.1
Херсонесская бухта /Chersonese Bay	11	2.2	11	5.0
Другие бухты в пределах городской черты / Other bays in the city area	11	2.2	3	1.3
Северная сторона Севастопольской бухты / Northern Side of Sevastopol	15	3.1	9	4.1
Учкуевка /Uchkuevka	8	1.6	13	6 .1
Любимовка /Lyubimovka	11	2.2	11	5.0
Орловка /Orlovka	16	3.2	19	8.5
Кача и Немецкая Балка /Kacha with German Valley	20	4.0	24	10.7
Андреевка / Andreevka	3	0.6	3	1.3
Всего / Total	497	100.0	222	100.0

информация включает сведения о 497 наблюдениях и 222 выбросах, однако их географическое распределение заметно варьирует в пределах береговой линии региона (табл. 1). Например, на южную зону исследованной акватории приходится 40.2% зарегистрированных встреч с живыми особями, на внутригородские бухты – 48.2%, а на северную зону – 11.6%.

По всей вероятности, эти данные свидетельствуют не о фактическом распространении китообразных, а скорее об уровне посещаемости респондентами побережья: в густонаселенном городе очевидцев присутствия животных значительно больше, чем на севере региона. Максимальное число встреч с китообразными связано с Севастопольской бухтой, Балаклавой (бухтой и окрестностями, включая Золотой и Серебряный пляжи и урочище Инжир), мысом Фиолент и береговой линией между Ласпи и Батилиманом.

По результатам наблюдений, в видовой структуре китообразных преобладают азовки и афалины (соответственно 42.5% и 40.1% идентифицированных случаев), в то время как белобочки (12.2%) им значительно уступают. Таксономический состав популяций связан со спецификой региона, где резко доминируют прибрежные виды – азовки и афалины, и их эколого-биологическими особенностями. На долю «спорных» видов (афалина/белобочка, афалина/азовка, азовка/белобочка) приходится 5.2%.

Отмечены отдельные случаи необычной окраски афалин (Балаклавская и Севастопольские бухты, сентябрь 2013 г. и июль 2017 г.), когда респонденты обращали внимание на присутствие в стаде крупного серого животного с белыми пятнами.

Изучение суточной динамики китообразных показывает, что наибольшее число наблюдений происходило в дневные (42.4%) и утренние (30.7%) часы, а в вечерние (15.4%) и ночные (1.5%) значительно меньше (в остальных случаях время не указано).

Описанные варианты поведения животных в 23.9% случаев указывают на сопровождение судов, в т.ч. рыболовецких, в 16.0% – это охота на ставриду, хамсу, сельдь, различные виды кефалей, включая пиленгаса *Liza haematocheila* (Temninck et Schlegel, 1845), а также миграции (5.0%) и брачные игры/демонстрационное поведение (2.2%).

Годовая динамика встречаемости китообразных, судя по многолетним данным, позволяет определить ее связь с природными процессами в прибрежной зоне, например, с миграциями рыб (рис. 2). Установлено,

animals were reported for the southern zone of observed sea area; 48.2%, for the Sevastopol city bays; and 11.6% for the northern part.

Most probably, these data indicate rather the effort level along the coastal zone by respondents than the actual pattern of cetacean distribution: in the densely populated city, the number of observers is evidently larger than in the northern zone of region. The maximum number of sightings was associated with the Sevastopol Bay, Balaclava (the bay and adjacent sea area, including the Gold and Silver Beaches, the natural landmark Inzhir, *etc.*), Cape Fiolent, and the coastline between Laspi and Batiliman.

Harbour porpoise and bottlenose dolphin (42.5% and 40.1%, respectively of identified cases) dominate the cetacean species structure, whereas common dolphins have a smaller proportion (12.2%). This taxonomic composition of the populations is explained by the regional specifics: harbour porpoise and bottlenose dolphin are the dominant species in the coastal waters here due to their biological and ecological characteristics. The proportion of “questionable” sightings (bottlenose dolphin/common dolphin, bottlenose dolphin/harbour porpoise, or harbour porpoise/common dolphin) constitutes 5.2%.

A few cases of unusual body coloring of bottlenose dolphins were reported from Sevastopol and Balaclava Bays (September 2013 and July 2017): the respondents paid attention to a large grey individual with white spots present in a group.

The diurnal rhythm of cetacean sightings was also studied. The major part of observations was registered in the day (42.4%) and morning (30.7%) hours; much fewer sightings were in the evening (15.4%) and at night (1.5%); in other cases, the time of sighting was not reported.

In the cases when animals’ behavior was described, they were chasing vessels including fishing boats (23.9% of cases), hunting for fish (such as the Black Sea horse mackerel, anchovy, shad, mullet species, and haarder *Liza haematocheila* (Temninck et Schlegel, 1845) (16.0%), migrating (5.0%), and showing mating games/display behavior (2.2%).

The annual dynamics of cetacean occurrence, according to long-term data, correlated well with the environmental processes in the coastal zone, *e.g.* with fish migrations (Fig. 2). The maximum numbers of sightings were recorded in 2005 (6.7%), 2006 (6.9%),

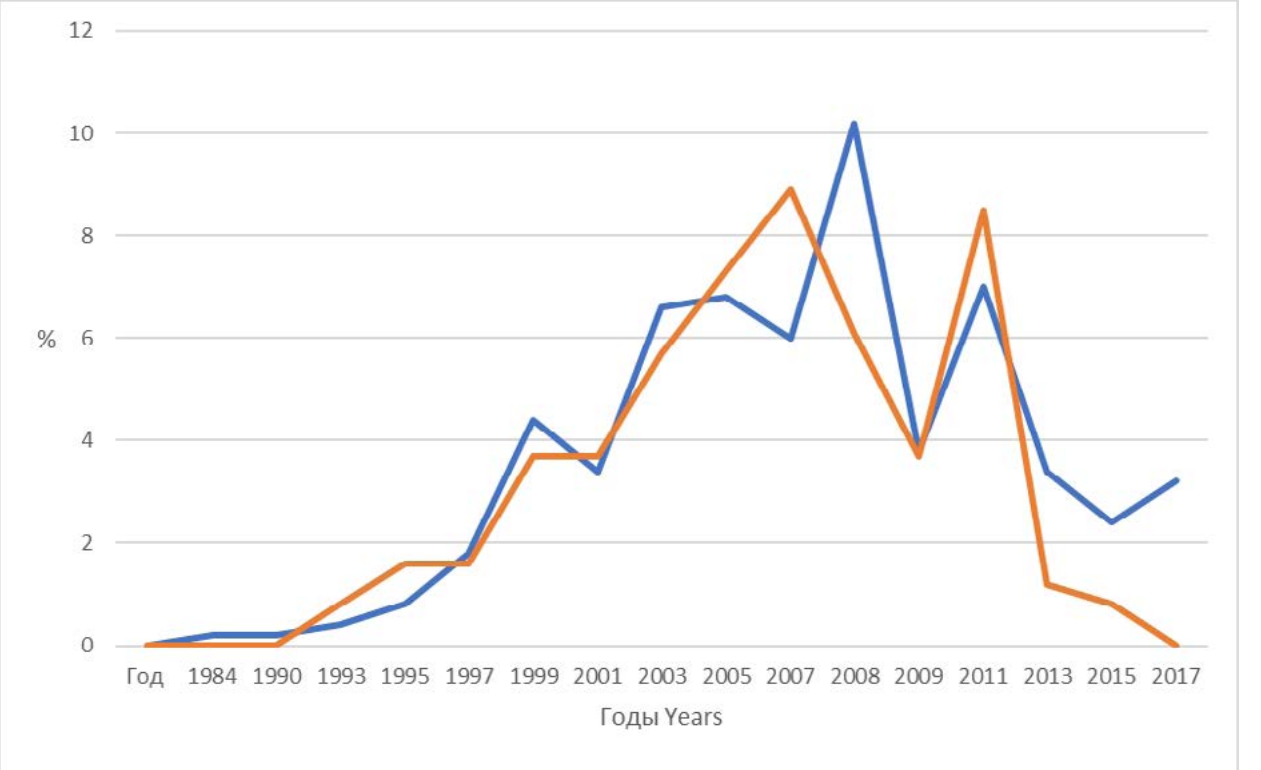


Рис. 2. Годовая динамика наблюдений и выбросов китообразных

Fig. 2. Annual dynamics of cetacean sightings and stranding events

что максимальное число наблюдений приходится на 2005 (6.7%), 2006 (6.9%), 2008 (10.4%) и 2011 (7.1%) гг.

Анализ сезонной динамики свидетельствует о преимущественной встречаемости всех видов китообразных летом (74.1%), а также весной (12.2%), осенью (8.9%) и зимой (4.8%) (рис. 3). По всей вероятности, эта информация в какой-то мере находится в зависимости от характера посещаемости прибрежной зоны респондентами, как местными жителями, так и приезжими.

Зимой животные отмечены вдоль всего побережья, но чаще в Балаклавской, Казачьей и Севастопольской бухтах, близ мысов Фиолент и Айя (табл. 2). Наиболее крупные группировки (от 10 до 30 особей) описаны в городских бухтах и в северной части побережья (Любимовка, Андреевка и т.д.).

Таким образом, материалы наблюдений свидетельствуют об уникальном примере существования популяций мелких китообразных в условиях морской урбанистической экосистемы.

Очевидно, что в этой ситуации особый интерес вызывают показатели гибели животных и их причины.

2008 (10.4%), and 2011 (7.1%).

An analysis of seasonal dynamics (Fig. 3) showed that cetaceans occur predominantly in summer (74.1%); there were also sightings in spring (12.2%), autumn (8.9%), and winter (4.8%). Most likely, this information depends to some extent on the coverage level of the coastal zone by respondents, local residents, and visitors.

In winter, animals were observed throughout the coastline, but in Balaclava, Cossack, and Sevastopol Bays, as well as near the capes Fiolent and Aya, sightings were more frequent than in other habitats (Table 2). The largest groups (from 10 to 30 individuals) were described from the city bays and from the northern part of the coast (Lyubimovka, Andreevka, *etc*.).

Thus, the collected materials provide a unique example of existence of small-sized cetacean populations in an urban marine ecosystem.

For this reason, cases of cetaceans' mortality and their causes are of particular scientific interest.

Stranded dead cetaceans were observed in different parts of the coastline, although they have an uneven

Таблица 2. Встречаемость китообазных в водах Гераклейского полуострова в зимний период
Table 2. Sightings of cetaceans in coastal waters off the Heraclea Peninsula in winter
TT – афалина/bottlenose dolphin; PP – обыкновенная морская свинья (черноморский подвид азовка)/harbour porpoise; DD – белобочка/common dolphin; / - спорные виды/questionable species

Виды Species	Место и год (месяц) наблюдения Site and year (month) of sighting	Размеры групп Group size
TT	Южная бухта/Southern Bay, 2000 (1), 2006 (2); Севастопольская бухта/ Sevastopol Bay, 2002 (2), 2015 (12); бухта Омега/Omega Bay, 2005 (1); Андреевка/Andreevka, 2005 (11), Голубая бухта/Blue Bay, 2006 (11); Кача/Kacha, 2008 (11); мыс Айя/Cape Aya, 2013 (1); акватория Балаклавы/Balaklava waters, 2015 (10)	2; 3; ?; 8; не менее/ at least 5; 10; 1; ?; 3; 1
DD	Балаклава/Balaklava, 2001 (11), Севастопольская бухта/Sevastopol Bay, 2008 (1); вход в Балаклавскую бухту/entrance to Balaklava Bay, 2009 (3); Балаклавская бухта/Balaklava Bay, 2011 (1); Орловка/Orlovka, 2011 (12)	7; 3; около/ approximately 7; 2; 2-3;
DD/TT	Любимовка/Lyubimovka, 2006 (2)	До/up to 30
PP	Севастопольская бухта/Sevastopol Bay, 1996 (3), 1997 (11), 1999 (12); 2004 (1); 2005 (3); 2015 (12); Казачья бухта/Cossack Bay, 2001 (1); 2005 (3); Северная бухта/Northern Bay, 2008 (11); Артиллерийская бухта/ Artillery Bay, 2009 (3); открытое море близ Балаклавы/open water off Balaklava, 2009 (10); 2011 (10); мыс Фиолент/ Cape Fiolent, 2010 (12); 2011 (11); Балаклава/Balaklava, 2013 (2); мыс Айя/ Cape Aya, 2013 (2); акватория Балаклавы/Balaklava waters, 2015 (11); вход в Балаклавскую бухту/entrance to Balaklava Bay, 2016 (2)	3; 3; 2; 4; 2; 15; 10; 2; 2-3; 3-4; 6; 6-10; более/more than 10; 4; 1
PP/TT	Любимовка/Lyubimovka, 1990 (12), Севастопольская бухта/Sevastopol Bay, 2001 (11), Балаклава/Balaklava, 2004 (3), бухта Двойная/Double Bay, 2011 (3)	2; 4-6; 5-6; 6-9

Выбросы китообразных происходят вдоль всей береговой линии, но также характеризуются неравномерным распределением в различных частях акватории: южная часть – 22.1%, внутригородские бухты – 46.3%, а север – 31.6%.

Наиболее частые и обильные (от двух до восьми-десяти особей) находки погибших животных приурочены к Севастопольской, Балаклавской и Казачьей бухтам, мысу Фиолент, Парку Победы и Херсонесу, Северной стороне Севастополя, Учкуевке, Любимовке, Орловке и Каче (табл. 1). Годовая динамика выбросов свидетельствует о пиках гибели китообразных, которые наблюдали в 2000 (7.2%), 2004 (8.1%), 2006 (10.0%), 2007 (9.5%) и 2011 (8.6%) гг. (рис. 2).

Среди погибших животных резко доминируют азовки (74.4%), которые значительно опережают афалин (18.1%) и белобочек (5.1%), подтверждая свое наиболее уязвимое положение среди китообразных Черного

distribution within the study area: 22.1% in the southern zone, 46.3% in the city bays, and 31.6% in the north.

The most frequent and abundant (from two to eight or ten individuals) sites of stranded animals were confined to Sevastopol, Balaclava and Cossack Bays, Cape Fiolent, Park of Victory, and Chersonese Bay, the northern side of Sevastopol, Uchkuevka, Lyubimovka, Orlovka, and Kacha with German Valley (Table 1). The annual dynamics of stranding events shows several peaks of animals mortality: in 2000 (7.2%), 2004 (8.1%), 2006 (10.0%), 2007 (9.5%), and 2011 (8.6%) (Fig. 2).

Harbour porpoise was the main species among stranded animals (74.4% of identified cases). Their proportion was much greater than a number of bottlenose dolphins (18.1%) and common dolphins (5.1%). This finding confirms the most vulnerable status of harbour porpoise among the Black Sea cetaceans. Questionable species detection (bottlenose dolphin/common dolphin,

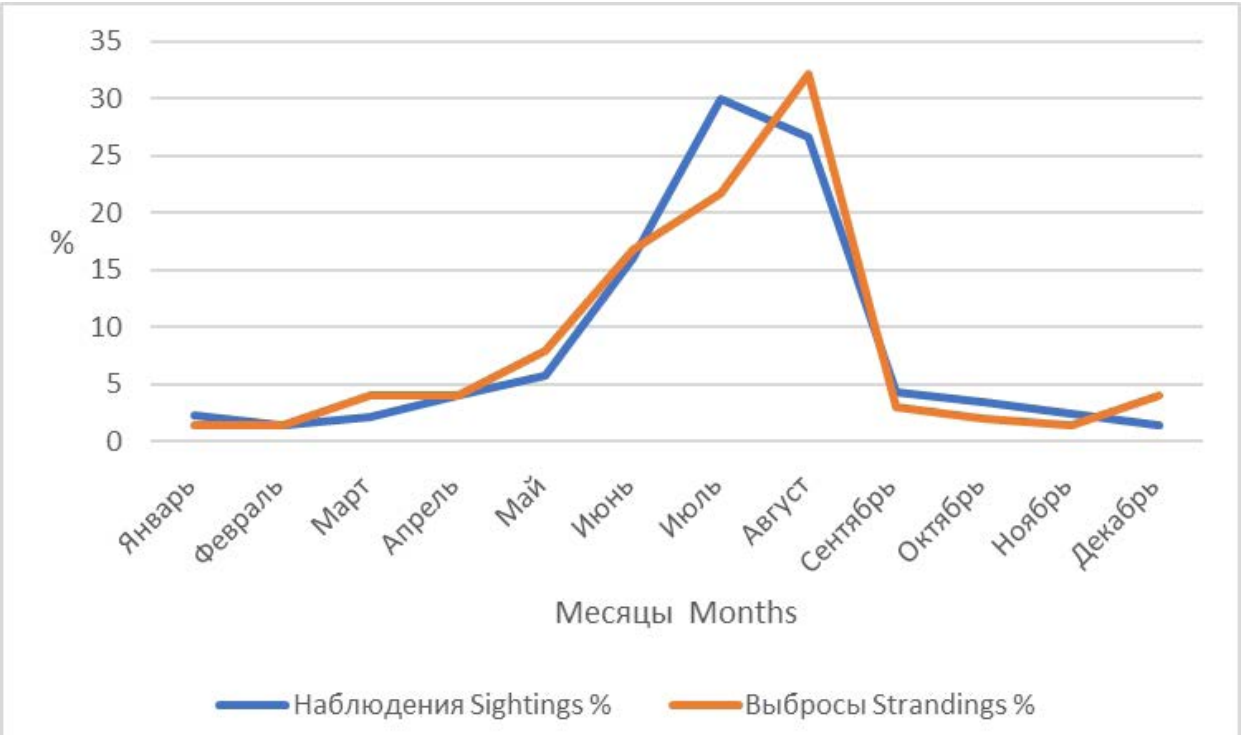


Рис. 3. Сезонная динамика наблюдений и выбросов китообразных китообразных

Fig. 3. Seasonal dynamics of cetacean sightings and stranding events

моря. «Спорные» виды (афалина/белобочка, афалина/азовка, азовка/белобочка) в этой структуре составляют 2.4%.

Сезонная динамика обнаружения останков китообразных демонстрирует летний максимум (70.6%), в то время как в другие времена года их регистрировали намного реже: весной (15.9%), осенью (6.5%) и зимой (7.0%) (рис. 3). Эти показатели отражают общую тенденцию определенной зависимости получаемой информации от уровня посещаемости побережья в то или иное время года, а также связаны с регулярными санитарными мероприятиями по уборке туш, по крайней мере, в городской черте. Однако несколько повышенные данные по смертности, по сравнению с наблюдениями живых особей, указывают на гибель животных в зимне-весенний период. В холодное время года (с конца октября до начала марта) останки китообразных, преимущественно азовок, были описаны в северной части акватории и во внутригородских бухтах. В ряде случаев речь шла о выбросах двух-трех особей (табл. 3).

Осмотр туш китообразных показал, что 64.4% из них имеют раны и повреждения, некоторые из которых могут быть следствием контакта с человеком. Напри-

bottlenose dolphin/harbour porpoise, and harbour porpoise/ common dolphin) accounted for 2.4% in this analysis.

The seasonal dynamics of findings of cetacean strandings (Fig. 3) demonstrates a summer maximum (70.6%); in the other seasons, stranding events were much rarer: 15.9% in spring, 6.5% in autumn, and 7.0% in winter. These values reflect a general relationship between the obtained information and the level of coastline attendance by respondents at certain time of the year. Also, the regular sanitary cleaning of the city (which includes removal of carcasses at least within the municipal area), increases number of recorded strandings. However, the somewhat high mortality rate, in comparison with the values of life sightings of animals, provide the evidence that the most critical time for cetaceans is winter and spring. During the cold season (from late October to early March) carcasses of cetaceans, mainly harbour porpoise, were found in the northern part of area and in the city bays (Table 3). In a number of cases, two or three individuals were stranded.

Examination of carcasses showed injuries in 64.4% of cetaceans, some of which could be due to the human-

Таблица 3. Зимние выбросы китообазных на побережье Гераклейского полуострова
Table 3. Stranded cetaceans in the coastal area off Heraclea Peninsula in winter
TT – афалина/bottlenose dolphin; DD – белобочка/common dolphin; PP – обыкновенная морская свинья (черноморский подвид азовка)/harbour porpoise

Виды Species	Место и год (месяц) выброса Site and year (month) of stranding	Примечания Notes
TT	Херсонесская бухта/Chersonese Bay, 2011 (12); Северная бухта/Northern Bay, 2003 (1)*; Любимовка/Lyubimovka, 2006 (12); 2014 (12); Учкуевка/Uchkuevka, 2007 (2); 2010 (1)[6]*; 2011 (10).	*распоротое брюхо/ripped belly; **обрублен хвост/ severed tail; ***нет головы/ no head; ****нет грудных плавников/ no pectoral fins; [5]*разрублен мотором рыболовецкого судна/ body cut by blades of fishing vessel motor; [6]*множество ран и повреждений/many wounds and injuries; [7]*узкие, глубокие раны на теле/ narrow deep wounds on a body
DD	Акватория Качи/Kacha water area, 2007 (12).	
PP	Казачья бухта/Cossack Bay, 2000 (1)****; мыс Хрустальный/ Cape Crystal, 2008 (1); Стрелецкая бухта/Strelitz Bay, 1988 (12); Херсонесская бухта/Chersonese Bay, 2007 (11) *; 2011 (12); 2012 (2); бухта Омега/Omega Bay, 1996 (12); Парк Победы/Park of Victory, 2004 (12)***; Голубая бухта/Blue Bay, 2006 (1)**; Маяк/Lighthouse, 2000 (1)**; Учкуевка/ Uchkuevka, 2007 (3) ****; Орловка/Orlovka, 2013 (10) **; окрестности Качи/vicinities of Kacha, 2005 (11) [5]*; 2009 (3); 2009 (3) [7]*; 2012 (3).	

мер, обрубленный хвост (11.9%), отсутствие головы (10.5%) или грудных плавников (11.2%) служат признаками случайных приловов. В пользу версии столкновения животных с судами (в т.ч. рыболовецкими), подтвержденной очевидцами, говорят разрубленные моторами тела (2.1%). Вырезанные полосы мяса (6.3%) свидетельствуют о хозяйственном использовании погибшего животного (употребление в пищу, скармливание домашней птице, собакам или свиньям и т.д.). В то же время существует вероятность, что узкие, глубокие раны на теле (45.5%) или распоротое брюхо (12.6%) – результат посмертных изменений. Однако респонденты неоднократно сообщали о скармливании собакам отдельных частей туш животных, погибших в рыболовных сетях (север акватории, бухта Омега и т.д.).

Характерно, что результаты полевых наблюдений, касающиеся живых и погибших особей, близки к опросным данным. При этом очевидна необходимость дальнейшего проведения исследований в рамках проблемы существования китообразных в нарушенных местообитаниях.

Из представленной работы вытекают выводы.

1. Материалы опросов и результаты полевых экскурсий создают общие представления о специфике

cetacean interactions. In particular, severed fluke (11.9%) and absence of a head (10.5%) or pectoral fins (11.2%) can be a sign of incidental by-catch. The bodies with deep cut wounds inflicted by a motor boat (2.1%) are evidence of animals collisions with vessels, including fishing ones. Some of such cases were confirmed by witnesses. Cut out strips of meat (6.3%) indicate that the carcass was used by humans for household needs (for feeding poultry, dogs, or pigs). At the same time, there is a probability that narrow deep wounds (45.5%), or ripped belly (12.6%) are a result of post-mortem alterations. Also, respondents frequently reported use of by-caught ceataceans for dog food (in the northern sea area, Omega Bay, *etc*.).

As a rule, the results of field observations, regarding sightings of live and stranded animals, are very close to the questionnaire-based survey data. Therefore, the necessity of further studies on the cetaceans existence in disturbed habitats is evident.

There are some conclusions drawn from the results of this work.

1. The questionnaire survey materials and the results of field excursions provide a general view of cetaceans life in disturbed marine ecosystems.

обитания китообразных в нарушенных морских экосистемах.

2. В составе популяций китообразных доминируют прибрежные виды – азовки и афалины, в то время как белобочки им значительно уступают.

3. Данные по регистрации живых особей и останков погибших животных демонстрируют летний максимум, что в определенной степени зависит от сезонного характера посещаемости побережья респондентами.

4. Три вида черноморских китообразных (в первую очередь, подвид обыкновенной морской свиньи – азовка, резко преобладающий в выбросах среди погибших особей) подвержены действию ряда неблагоприятных факторов; во многих случаях гибель животных связана с антропогенными причинами (случайными приловами, столкновениями с судами и т.д.).

5. Прибрежная зона Гераклейского полуострова представляет собой уникальную экосистему для системного мониторинга популяций китообразных, и исследования в этой области должны получить дальнейшее развитие.

6. Существующее положение китообразных в регионе определяет необходимость организации дополнительных мер по их охране, разработке воспитательных и разъяснительных инициатив и усовершенствованию действующего законодательства.

Автор выражает глубокую благодарность и признательность всем респондентам, принявшим участие в выполнении проекта, и местным жителям за помощь в проведении работ.

2. The composition of cetaceans populations is highly dominated by coastal species (bottlenose dolphin and harbour porpoise); common dolphin has a much smaller proportion.

3. Data of sightings of live animals and carcasses of stranded ones show a summer maximum, which, to some extent, depends on the effort level in the coastal zone by respondents in different seasons.

4. Three species of the Black Sea cetaceans (in a first place, Azov dolphin, or "azovka" (a subspecies of harbour porpoise), has a highest rate of strandings among other species) are vulnerable to some negative factors; in many cases, animals mortality is caused by anthropogenic factors (incidental by-catch, collision with vessels, *etc*.).

5. The coastal zone of the Heraclea Peninsula is a unique ecosystem for regular monitoring of the cetacean populations, and, therefore, research in this area should be developed further.

6. Current status of cetaceans in the region requires taking additional measures for their protection, development of an educational and public awareness initiatives, as well as an improvement of existing environmental legislation.

Author sincerely thanks all the respondents for their participation in this project, and local residents for assistance.

Список использованных источников / References

Болтачев А.Р., Карпова Е.П. 2012. Ихтиофауна прибрежной зоны Севастополя (Чёрное море). Морской экологический журнал, 11 (2): 10–27 [Boltachev A.R., Karpova E.P. 2012. The ichthyofauna of the Sevastopol coastal zone (the Black Sea). Morskoi Ekologicheskii Zhurnal, 12 (2): 10–27. (IN RUSSIAN)].

Болтачев А.Р. Карпова Е.П. 2017. Морские рыбы Крымского полуострова. Симферополь: Бизнес- Информ, 376 стр. [Boltachev A.R., Karpova E.P. 2017. Marine fishes of the Crimean Peninsula. Simferopol: Biznes-Inform. 376 p. (IN RUSSIAN)].

Гольдин Е.Б. 2010. Китообразные в прибрежных водах Крыма: зимний период. В: Морские млекопитающие Голарктики: Сб. тр. VI междунар. конф., М.: СММ: 145-151 [Gol'din E.B. 2010. Cetaceans in the coastal waters of the Crimea: winter season. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the VI Intl. conf., M.: MMC: 145-151. (IN RUSSIAN)].

Гольдин П.Е., Гольдин Е.Б. 2004. Новые подходы в мониторинге состояния популяций морских млекопитающих Азово-Черноморского бассейна. В: Вопросы развития Крыма. Вып. 15. Проблемы инвентаризации крымской биоты. Симферополь: Таврия-Плюс: 20-27 [Gol'din E.B., Gol'din P.E. 2004. New approaches to the monitoring of status of marine mammal populations in the Sea of Azov and the Black Sea. In: Voprosy Razvitiya Kryma (=Issues of the Development of Crimea), 15. Simferopol: 21-27. (IN RUSSIAN)].

Мильчакова Н.А., Александров В.В., Бондарева Л.В., Панкеева Т.В., Чернышёва Е.Б. 2015. Морские охраняемые акватории Крыма. Симферополь: Н. Оріанда, 312 стр. [Marine protected areas of the Crimea. Simferopol: N. Orianda. 312 p. (IN RUSSIAN)]

Gladilina E., Lyashenko Yu., Gol'din P. 2013. Winter distribution of cetaceans in the Black Sea and adjoining areas in 2012/2013. Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University; Series "Biology, chemistry", 26 (65). (1): 37-42.

Gol'din E.B. 2012. Cetaceans in the bays of Sevastopol: life in disturbed habitat. In: Abstract Book. 26th Annual Conf. European Cetacean Society. Information and Ideas Worth Sharing. Galway, Ireland. 26-28 March 2012. Galway, Ireland: 293.

Gol'din E.B., Gol'din P.E. 2007. Winter distribution of cetaceans in the waters of Crimea and adjoining area. Integrating Science & Management for Marine Mammal Conservation: 21th Annual Conf. Europ. Cetacean Soc. and Associated Workshops: Conference Guide & Abstract Book, Donostia – San Sebastian, Basque Country. Spain, 23-25 April 2007. Kursaal Conference Center, Donostia – San Sebastian: 131-132.

Savenko O.V. 2009. Winter observations of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Black Sea near-coastal waters of the Crimean peninsula. 23rd Annual Conf. European Cetacean Society. Climate Change and Marine Mammals. Istanbul: 176.

Горбунов С.С.

Познавательный туризм и морские млекопитающие. Правовое регулирование: вопросов больше, чем ответов

Независимый исследователь, Москва, Россия

Gorbunov S.S.

Ecoeducational tourism and marine mammals. Legal regulations: more questions than answers

Independent researcher, Moscow, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-103-107

ВВЕДЕНИЕ. Как известно, согласно Федеральному закону «Об особо охраняемых природных территориях» (с учетом поправок, внесенных 30.11.2011), развитие познавательного туризма входит в задачу нескольких категорий особо охраняемых природных территорий, в том числе заповедников с *наивысшим* охранным статусом (ст. 7, п. «г»). Конечно, приобщение населения к природному наследию – важная задача для системы ООПТ. Однако каковы должны быть критерии этого приобщения? Особенно когда речь идет о наследии столь уязвимом, как морские млекопитающие и места их обитания.

В этой связи закономерно рассмотрение вопроса о том, что же представляет собой и что должен представлять

INTRODUCTION. As is known, according to the Federal Law on Specially Protected Natural Territories (as amended on November 30, 2011), the development of ecoeducational tourism is an objective set for specially protected natural territories of several categories, including nature reserves with the *highest* protection status (art. 7, par. d (г)). Of course, connecting citizens with their natural heritage is an important objective for the Specially Protected Natural Territories (SPNT) system. However, what criteria should this "connection" meet, especially when it concerns such a vulnerable heritage as marine mammals and their habitats?

In this regard, it is important to consider the following question: What is ecotourism relative to marine mammals?

собой вышеназванный познавательный туризм в отношении морских млекопитающих.

ДИСКУССИЯ. Прежде всего хотелось бы отметить некоторую терминологическую путаницу, которая присутствует сегодня как в научной литературе, так и в общественном сознании относительно того, что именно должно и может считаться так называемым познавательным или (пользуясь более часто употребляемым понятием) экологическим туризмом. Путаница заключается прежде всего в том, что до сих пор для этих понятий нет четкого, общепонятного и общепринятого определения. Представленное выше (неофициальное) определение, согласно которому познавательным (экологическим) туризмом являются мероприятия, направленные на приобщение населения к его природному наследию, вероятно, должно являться только частью более полного определения, включающего, помимо прочего, ряд уточняющих пунктов. Для того чтобы проиллюстрировать это предположение, достаточно задаться простым вопросом: «Где заканчивается развлекательный туризм и начинается познавательный?» или «Где заканчивается природный туризм (англ. вариант outdoor activity) и начинается экологический?» Попытки ответа на этот вопрос, по нашему мнению, лежат, если можно так выразиться, в этической плоскости, которая, впрочем, не исключает своего выражения в правовых нормах. Ведь, как следует признать, в большинстве случаев первоначальным фундаментом правовой нормы является норма моральная, которая, в свою очередь, опирается на этические установки.

Так, например, познавательным (экологическим) туризмом можно было бы назвать деятельность (activity), направленную на приобщение населения (субъекта деятельности) к его природному наследию (объекту деятельности), при которой учет и соблюдение естественных интересов объекта деятельности являются основным и непререкаемым приоритетом при ее осуществлении. Иными словами, познавательным (экологическим) является лишь тот туризм, при котором интересы объекта (к примеру, морских млекопитающих) ставятся выше интересов субъекта (наблюдателя).

На сегодняшний день в мире известны попытки правовой и общественной регламентации туристической активности, объектом которой являются морские млекопитающие. В качестве примера можно выделить рекомендуемые правила наблюдения за китообразными и ластоногими (англ. Whale Watching, Seal Watching) (см., например, «Marine Wildlife Watching Guidelines» IAATO, Australian National Guidelines for Whale and Dolphin Watching или «Whale watching handbook» –

DISCUSSION. First, I would like to highlight one terminological confusion that exists today, both in scientific literature and in public awareness, as to what should be exactly the so-called ecoeducational tourism (or ecotourism, to use the more widespread term). The confusion lies primarily in the lack of clear definition, and general understanding and acceptance of these concepts. An (unofficial) definition as of ecotourism that includes “activities aimed at familiarizing citizens with their natural heritage”, is likely to be only a part of a more complete definition, which includes, among other things, a number of clarifications. To illustrate this assumption, a simple question can be asked: Where does entertainment tourism end and ecotourism begin? Or where does an outdoor activity end and an ecological one begins? Attempts to answer this question, in our opinion, belong to the ethics field, which does not exclude involvement of legal norms. It is necessary to recognize that in most cases the initial foundation of a legal norm is a moral one, which in turn rests on ethical principles.

For example, ecotourism (ecoeducational tourism) could be defined as any activity aimed at familiarizing citizens (the *subject* of the activity) with their natural heritage (the *object* of the activity); within this context, respecting and observing the natural interests of the object represents the main and indisputable priority. In other words, the only tourism that should be considered as ecotourism is that in which the interests of the object (for example, marine mammals) are placed above the interests of the subject (the tourist observer).

To date, we know of several attempts to regulate tourist activity involving marine mammals. These include recommendations for whale watching and seal watching (see, for example, IAATO’s Marine Wildlife Watching Guidelines, Australian National Guidelines for Whale and Dolphin Watching, or the Whale Watching Handbook developed by the International Whaling Commission), as well as some local regulations governing this activity within certain foreign SPNTs.

In particular, these documents contain general rules for the organization and the observation process, including such important issues as minimum allowable distances to the object of observation, speed of movement, schemes of approaching the object (depending on the type of vehicles used and the

правила International Whaling Commission), а также некоторые локальные нормативные акты, регулирующие указанную деятельность в пределах отдельных зарубежных ООПТ.

В частности, в указанных документах присутствуют общие правила организации и самого процесса наблюдения, включая столь важные, как минимально допустимые расстояния подхода к объекту наблюдения, скорости передвижения, схемы подхода к объекту (в зависимости от типа используемых транспортных средств и вида объекта наблюдения), запрещенные для движения зоны, максимально допустимое время наблюдения и т. д.

Однако встает вопрос, каким образом сегодня нормирование познавательного (экологического) туризма закреплено в отечественной правовой базе. Пусть этот вопрос пока останется полностью неотвеченным в рамках настоящего материала и послужит для будущей, более тщательной проработки природоохранным сообществом. Выскажем лишь несколько собственных предположений.

Первое. Существует необходимость дополнительной правовой регламентации понятия «познавательный туризм» как в целом, так и в отношении деятельности, объектом которой являются морские млекопитающие (большое число видов которых признано редкими и включено как в национальные, так и международные охранные списки).

Второе. Регуляторная функция в области познавательного туризма может быть возложена не только на государственные организации, но и осуществляться самим обществом. Например, возможным (и необходимым) являются разработка и составление национальных и региональных правил наблюдения (guidelines) за морскими млекопитающими в их естественной среде обитания. Осуществление такого проекта может стать связующим звеном в деятельности государственных органов, общественных и научных организаций. При этом в случае разработки таких правил в виде государственного нормативного правового акта контроль за их выполнением будет возложен на государственные органы. В случае же первоначальной разработки проекта общественными организациями он будет носить (до появления подобного документа в виде нормативного правового акта) исключительно рекомендательный характер (что, однако, уже немало). В этой связи применительно к ООПТ важным представляется привести полный текст ст. 5 ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях»: «Граждане, а также общественные объединения и некоммерческие организации, осуществляющие деятельность в области охраны окружающей

species being observed), prohibited zones, maximum allowable observation time, etc.

However, a question arises as to how ecotourism is enshrined today in the domestic legal framework. This question is not addressed here, but will serve for a future study by the community responsible for environment conservation. Below, I state only a few of my own assumptions.

First, there is a need for additional legal regulation of the concept of ecotourism both in general and specifically regarding activities involving such objects as marine mammals; many marine mammal species are considered rare and included in both national and international protection lists.

Second, the regulatory function in the field of ecotourism cannot only be delegated to state organizations, but also be fulfilled by the society itself. For example, it is possible (and necessary) to develop national and regional guidelines for watching marine mammals in their natural habitat. The implementation of such a project can become a link between state authorities and public and scientific organizations. At the same time, if such rules are developed in the form of a state regulatory legal act, the state authorities will be empowered to control their implementation. If the project is initially developed by public organizations, it will be (before issuing such document as a regulatory legal act) only advisory in nature (which, however, is not bad in itself). In this regard, concerning SPNT, it is important to cite the full text of art. 5 of the Federal Law on Specially Protected Natural Areas, “Citizens, as well as public associations and non-profit organizations, that carry out activities in the field of environmental protection have the right to assist the state authorities of the Russian Federation, the state authorities of the constituent entities of the Russian Federation, and the local authorities in taking measures for the organization, protection, and use of specially protected natural territories. When taking these measures, the state authorities of the Russian Federation, the state authorities of the constituent entities of the Russian Federation, and the local authorities take into account the proposals of citizens, as well as public associations and non-profit organizations, carrying out activities in the field of environment conservation.”

As for ecotourism outside SPNT boundaries, here the control over the implementation of generally accepted regulations can be delegated to both state and public organizations. The latter is probably preferable and more realistic.

среды, вправе оказывать содействие органам государственной власти Российской Федерации, органам государственной власти субъектов Российской Федерации, органам местного самоуправления в осуществлении мероприятий по организации, охране и использованию особо охраняемых природных территорий. При осуществлении этих мероприятий органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления учитывают предложения граждан, а также общественных объединений и некоммерческих организаций, осуществляющих деятельность в области охраны окружающей среды».

Что же касается осуществления познавательного туризма вне границ ООПТ, то здесь контроль за исполнением общепринятого регламента может быть возложен как на государственные, так и на общественные организации. Второе, вероятно, более реально и предпочтительно.

Особое внимание здесь может быть привлечено к использованию мягких мер по регуляции рынка услуг туристической деятельности. В качестве примера можно назвать создание «зеленого» списка (реестра) агентов туристической деятельности, добровольно придерживающихся разработанного регламента (еще до его потенциального закрепления в нормативных правовых актах). Следует, однако, отметить возможные негативные последствия вышеприведенной меры в виде различных злоупотреблений. Общественность же сама в силах контролировать исполнение этих правил, если информация о них будет доведена до нее с должной эффективностью. Тем более что существующей зарубежной базы вполне достаточно для ее адаптации (с необходимой переработкой) и последующей возможной имплементации в отечественной практике.

Известно, что в настоящее время в России наблюдается значительный рост активности туристической деятельности, объектом которой являются морские млекопитающие. Примером тому могут служить такие регионы, как Черное и Белое моря, Дальний Восток (Камчатский п-ов, Шантарские о-ва). Это означает, что остро встает вопрос о необходимости разумного регулирования данной активности, основными принципами которого должны были бы быть: а) безопасность наблюдателей; б) минимизация воздействия на объект активности (морских млекопитающих), в частности минимизация фактора беспокойства.

ВЫВОДЫ. Таким образом, перед природоохранной и научной общественностью на сегодняшний день стоит большая задача по осуществлению разработки критериев познавательного туризма, объектом которого яв-

Particular attention can be paid to the use of “soft” measures to regulate the tourism market. An example is compilation of a “green” list (a registry) of tourist agents which voluntarily follow the developed guidelines even before they become formalized into laws and regulations. However, it should be noted that some negative consequences of the above measure are probable in the form of various abuses. The public is able to control the implementation of these guidelines, provided that the information about them is brought to it with due efficiency. Moreover, there is a sufficient basis of foreign guidelines that can be adapted (with necessary adjustments) and then implemented in Russia.

As is known, Russia currently shows a significant increase in tourist activities with marine mammals as objects. Examples include such regions as the Black Sea, the White Sea and the Far East (Kamchatka Peninsula and Shantar Islands). This means there is an acute need for reasonable regulation of this activity, the main principles of which should be: (a) the safety of observers; and (b) the minimization of impacts on the object of activity (marine mammals), in particular, minimization of disturbance.

CONCLUSION. The environmental and scientific community today faces a major challenge in developing criteria for ecotourism involving marine mammals, and informing the public about these criteria. An example of this promising development could be, first, the guidelines for watching marine mammals within the boundaries of protected natural territories. This development can, in the minimum, determine the declarative and factual nature of the activity and as a maximum, it can facilitate incorporating the developed criteria into laws and regulations.

ляются морские млекопитающие, и информированию общества об этих критериях. Примером такой перспективной разработки для начала могла бы стать разработка правил наблюдения за морскими млекопитающими в границах ООПТ. Осуществление подобной разработки может как минимум определить декларативный и фактический характер рассматриваемой деятельности и как максимум способствовать закреплению разработанных критериев в нормативных правовых актах.

Список использованных источников / References

Об особо охраняемых природных территориях : федер. закон № 33-ФЗ от 14 марта 1995 г. : принят Гос. Думой 15 февр. 1995 г. : в ред. от 28 дек. 2016 г. [Federal Law “On Specially Protected Natural Territories” of March 14, 1995, no. 33-FZ. Approved by State Duma on Febr. 15, 1995, with amendments by Dec. 28, 2016]. http://base.garant.ru/10107990 (дата обращения / on the date: 29.07.2018)

Australian National Guidelines for Whale and Dolphin Watching [Электронный ресурс]. – Режим доступа / Available at: http://www.environment.gov.au/marine/publications/australian-national-guidelines-whale-and-dolphin-watching-2017 (дата обращения / on the date: 27.11.2018).

Marine Wildlife Watching Guidelines, IAATO [Электронный ресурс]. – Режим доступа / Available at: https://iaato.org/wildlife-watching-guidelines (дата обращения / on the date: 27.11.2018).

Whale watching handbook, International Whaling commission [Электронный ресурс]. – Режим доступа / Available at: https://iwc.int/whalewatching (дата обращения / on the date: 27.11.2018).

Грушко М.П. [1], Федорова Н.Н. [1], Володина В.В. [2]

Характеристика некоторых органов иммунной системы морских млекопитающих Каспия (*Phoca caspica*, Gmelin, 1788)

1. Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия
2. Волжско-Каспийский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБУ ВНИРО), («КаспНИРХ»), Астрахань, Россия

Grushko M.P.[1], Fedorova N.N.[1], Volodina V.V.[2]

Characteristics of some immune system organs in marine mammals of the Caspian Sea (*Phoca caspica*, Gmelin, 1788)

1. Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia
2. Volga-Caspian branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), “CaspNIRKh”, Astrakhan, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-107-112

ВВЕДЕНИЕ. Каспийский тюлень – единственное морское млекопитающее на Каспии – является уникальным эндемичным видом. В октябре 2018 г. *Phoca*

INTRODUCTION. The Caspian seal is the only marine mammal species inhabiting Caspian Sea and an endemic to this body of water. In October, 2018, *Phoca*

caspica был классифицирован Международным союзом охраны природы как вид, «находящийся под угрозой исчезновения» из-за состояния популяции и существования множества угроз, связанных, в том числе, и с антропогенным прессом (Современное состояние биопродуктивности…, 2008; Тимирханов, 2012). Антропогенное воздействие на природную среду обуславливает угнетение многих важнейших функций организма, включая иммунологические (Галактионов, 2004).

Иммунитет является важным фактором в развитии патогенеза многих заболеваний, в связи с этим изучение вопроса о структурно-функциональной организации лимфатических узлов и селезенки – органов иммунной системы каспийского тюленя – вызывает особый интерес и является актуальным.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ. Объектами исследований явились передние поверхностные шейные лимфатические узлы и селезенка каспийского тюленя. Биологический материал был собран в период проведения научно-исследовательских экспедиций на предзимние залежки зверя в ноябре 2015 г. в северной части Каспийского моря (вблизи о. Малый Жемчужный). На основании научной квоты животных отлавливали крупноячеистыми ставными сетями (ячея 100 – 200 мм) в местах массовых концентраций в районах Северного Каспия. Для усыпления животных использовали 5 % раствор метогекситала из расчета 50-70 мг/кг. Всего исследовано 15 разновозрастных и разнополых морских млекопитающих. Ткани лимфатических узлов и селезенки обрабатывали методами классической гистологии (Волкова, Елецкий, 1982).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Результаты гистологического исследования строения лимфатических узлов показали, что снаружи орган покрыт капсулой из плотной волокнистой оформленной соединительной ткани. Толщина капсулы лимфатических узлов варьировала от 17,6 до 160,0 мкм, в среднем составляя 68,9±3,6 мкм. На различной глубине внутри узла отмечены многочисленные трабекулы. Площадь, занятая трабекулами, изменялась от 4,0 до 50,0 %, в среднем составляя 19,2 %.

В капсуле находились лимфатические сосуды, которые имели относительно широкий просвет и тонкую стенку. В просвете этих сосудов отсутствовали форменные элементы крови. Также в капсуле были обнаружены гладкомышечные клетки веретенообразной формы, а также коллагеновые и эластические волокна, при этом отмечено, что последних было значительно меньше.

caspica was classified by the International Union for Conservation of Nature as an “endangered” species due to the status of its population and a variety of threats, including anthropogenic pressure (The current state of bioproductivity …, 2008; Timirkhanov, 2012). Anthropogenic impacts on the environment cause suppression of many major functions of organism such as immunological ones (Galaktionov, 2004).

Immunity is an important factor of pathogenesis in many diseases. For this reason, the study of the structural and functional organization of lymph nodes and spleen (the organs of the immune system) in the Caspian seal is of particular interest and highly relevant.

MATERIAL AND METHODS. The objects of the study were the anterior superficial cervical lymph nodes and spleen of Caspian seals. The biological material was collected during the research expeditions to the pre-winter haulouts of this species in the northern Caspian Sea (off Maly Zhemchuzhny Island) in November 2015. Animals were caught with large-mesh set nets (with a mesh size of 100–200 mm) at sites of their concentrations in the northern Caspian Sea, within the limits of the scientific quota. To euthanize animals, we used a 5% solution of Methohexitalum at a dose of 50–70 mg/kg. A total of 15 seals of different ages and sex were examined. Tissues of lymph nodes and spleen were processed by the methods of classical histology (Volkova, Yeletsky, 1982).

RESULTS AND DISCUSSION. According to the results of the histological analysis of the lymph node structure, externally the organ was covered by a capsule of dense, fibrous connective tissue. The thickness of the capsule varied from 17.6 to 160.0 µm, averaging at 68.9 ± 3.6 µm. In the node, numerous trabeculae were found at various depths. The area occupied by the trabeculae varied from 4.0 to 50.0%, averaging at 19.2%.

In the capsule, lymphatic vessels had a rather wide lumen and a thin wall. In the lumen of these vessels, there were no formed elements of blood. Also, spindle-shaped smooth muscle cells, as well as collagen and elastic fibers, were found in the capsule, with the proportion of the latter being significantly larger than that of the former.

Both the capsule and trabeculae were permeated by blood vessels. In some areas of the capsule, small groups of fat-containing cells were observed. Immediately below the capsule, there was a cortical zone of lymph node containing several rows of small lymphoid

Как капсула, так и трабекулы были пронизаны кровеносными сосудами. На отдельных участках в капсуле зарегистрированы небольшие группы жировых клеток. Непосредственно под капсулой находилась корковая зона лимфатического узла, содержащая несколько рядов лимфоидных (лимфатических) узелков. Фолликулы, локализующиеся непосредственно под капсулой, имели больший диаметр, в отличие от тех, которые находились глубже. Часть фолликулов была заключена в тонкую соединительнотканную капсулу. Доля фолликулов со светлыми герминативными центрами колебалась от 20,0 до 28,0 %. У 13,3 % обследованных животных герминативные центры фолликулов на общем фоне были более светлыми, так как в них располагались относительно крупные клетки – лимфобласты, макрофаги, средние лимфоциты, плазматические клетки и совсем небольшая доля малых лимфоцитов. В периферической части фолликула в виде короны находились тесно прилегающие друг к другу лимфоциты. Основная их масса была представлена малыми лимфоцитами. Также выявлены и средние лимфоциты, но количество их было значительно меньше, чем в герминативном центре.

На срезе в ткани лимфоузла четко выявлены три зоны: корковое вещество, паракортикальная зона и мозговое вещество. Объем коркового вещества варьировал от 32,0 % до 71,0 %, в среднем составляя 35,8±3,7 %.

Строму органа формировала ретикулярная ткань, среди элементов которой имели место клетки лимфоцитарного ряда и макрофаги. Под корковым веществом находилась паракортикальная зона узла. Диаметр паракортикальной зоны изменялся от 12,0 до 30,0 %, в среднем соответствуя 18,7±3,3 %. Мозговое вещество занимало всю центральную часть узла. Объем мозгового вещества изменялся от 14,2 до 35,0 %, в среднем соответствуя 23,4±2,9 %.

У 26,7 % обследованных каспийских тюленей не определялось разделение стромы узла на структурно-функциональные зоны. В этом случае лимфоидная ткань узла отдельными неоформленными конгломератами располагалась в петлях соединительной ткани, размер которых составлял 44,0±1,2 мкм. Зарегистрировано интенсивное развитие соединительной ткани вокруг стенок сосудов, синусов, в лимфоидной паренхиме. Лимфоидные фолликулы концентрической формы не выявлены на всем протяжении среза. Подробное изучение лимфоидной ткани показало, что плотность расположения развивающихся клеток была довольно редкой. В центральной части скоплений лимфоидной ткани обнаружены липоциты, что не характерно для

(lymph) nodules. The follicles located immediately below the capsule had a larger diameter compared to those located deeper. A part of follicles was enclosed into a thin connective-tissue capsule. The percentage of follicles with light germinal centers fluctuated from 20.0 to 28.0%. In 13.3% of the examined animals, the germinal centers of follicles were lighter against the overall background as they contained rather large cells: lymphoblasts, macrophages, medium-sized lymphocytes, plasma cells, and a very small proportion of small-sized lymphocytes. In the peripheral part of a follicle, lymphocytes closely adjoining to each other formed a shape of crown. The major part of them was represented by small lymphocytes. Medium-sized lymphocytes were also found, but their number was much smaller than in the germinal center.

In a dyed section of a lymph node three zones were clearly distinguished: cortical substance, paracortical zone, and medullary substance. The volume of the cortical substance varied from 32.0% to 71.0%, averaging at 35.8 ± 3.7%.

The stroma of the organ was formed by a reticular tissue, with cells of lymphocytic series and macrophages occurring among its elements. Below the cortical substance, there was a paracortical zone of the node. The diameter of this zone varied from 12.0 to 30.0% with a mean value of 18.7 ± 3.3%. The medullary substance occupied the entire central part of the node. The volume of medullary substance varied from 14.2 to 35.0%, averaging at 23.4 ± 2.9%.

In 26.7% of the examined Caspian seals, no division of the lymph node stroma into structurally functional zones was observed. In this case, the lymphoid tissue of the node was located in connective-tissue loops, having a size of 44.0 ± 1.2 µm, in a form of separate amorphous conglomerates. Intensive development of connective tissue was detected around vesicular walls, sinuses, and in the lymphoid parenchyma. No lymphoid follicles of a concentric shape were found in the entire section. A detailed study of the lymphoid tissue showed that the distribution density of the developing cells was quite low. In the central part of aggregations of lymphoid tissue, we found lipocysts, which is not typical of the lymph node morphology. Blast cells were rare; the rest of the cells were represented by chaotically arranged small- and medium-sized lymphocytes and single macrophages.

The parallel histological analysis of the spleen samples from Caspian pinnipeds showed that this organ of the peripheral immune system is covered by dense,

морфологии лимфатического узла. Бластные клетки зарегистрированы редко, остальная часть клеток была представлена хаотично расположенными малыми, средними лимфоцитами и единичными макрофагами.

Параллельно проведенный гистологический анализ образцов селезенки каспийских ластоногих выявил, что орган периферической иммунной системы был покрыт плотной волокнистой соединительнотканной капсулой. В строме органа прослеживались толстые трабекулы, разделявшие паренхиму органа. Массивные трабекулы состояли из коллагеновых волокон и отдельных гладких мышечных клеток. Трабекулы были заполнены плазмой и форменными элементами крови, имели расширенные трабекулярные вены, вследствие чего отдельные вены преобразованы в сосудистые лакуны и превышали диаметр собственных трабекул. У 60,0 % обследованных животных более половины объема селезенки содержали мощные разросшиеся соединительнотканные трабекулы, что, как правило, ведет к снижению функциональности органа. У 6,7 % проанализированных тюленей трабекулы занимали до 31,5 % от общей площади органа. Подобные патологии указывают на признаки фиброза органа.

Белая пульпа характеризовалась редкими и мелкими фолликулами, в которых эксцентрично локализовалась центральная артерия, от которой в радиальном направлении отходили мелкие сосуды. Вокруг центральной артерии наблюдалась «оболочка» из лимфоцитов, являющаяся периартериальным лимфатическим влагалищем, переходящим в более мелкие лимфоидные узелки. Вокруг таких образований находилась узкая маргинальная зона, содержащая радиально расположенные сосудистые синусы и частые скопления лимфоцитов, ретикулоцитов и макрофагов.

В синусах маргинальной зоны зарегистрирована только плазма без форменных элементов крови. В отдельных фолликулах белой пульпы центральные артерии из-за разрастания в оболочках соединительной ткани имели очень узкие просветы, у отдельных особей центральные артерии были без просвета. Четких границ герминативных центров выявить не удалось.

Красная пульпа была представлена синусоидами и селезеночными тяжами, содержащими лимфоциты, ретикулоциты, макрофаги, эритроциты (в том числе и дегенерирующие), гранулоциты (преимущественно юные), а также тромбоциты. Все сосуды селезенки были расширены и в основном заполнены плазмой крови.

У 33,3 % обследованных морских млекопитающих зарегистрирован гемосидероз. Данный процесс харак-

fibrous connective-tissue capsule. In the stroma of the organ, there were thick trabeculae partitioning its parenchyma. The massive trabeculae consisted of collagen fibers and separate smooth muscle cells. The trabeculae were filled with plasma and formed elements of blood and had dilated trabecular veins, with some of the veins transformed into vascular lacunae exceeding the diameter of the trabeculae proper. In 60.0% of the examined animals, up to more than a half of the spleen volume, contained thick, expanded connective-tissue trabeculae; this, as a rule, leads to a decreased functioning of the organ. In 6.7% of the analyzed seals, trabeculae occupied up to 31.5% of the total area of the organ. Such pathologies are the signs of a fibrosis of the organ.

The white pulp was characterized by rare and small follicles, each having the eccentrically localized central artery with small vessels radiating from it. Around the central artery, we observed a “coat” of lymphocytes, which was the periarterial lymphatic sheath passing into smaller lymphoid nodules. Such formations had a narrow marginal zone around, containing radially located vascular sinuses and frequent aggregations of lymphocytes, reticulocytes, and macrophages.

Sinuses of the marginal zone contained only plasma without the formed elements of blood. In some follicles of the white pulp, the central arteries had very narrow lumina due to the proliferation of connective tissue in coats; in some of the individuals, the central arteries had no lumina. No clear germinal centers could be found.

The red pulp was represented by sinusoids and splenic chords containing lymphocytes, reticulocytes, macrophages, erythrocytes (including degenerating), granulocytes (mainly young), and platelets. All vessels of the spleen were dilated and mainly filled with blood plasma.

In 33.3% of the examined marine mammals, we recorded hemosiderosis. This process was characterized by expulsion of erythrocytes from the overfilled veins and their breakdown outside the vessels, due to which the accumulation of the iron-containing brown pigment (hemosiderin) was detected in tissues of the organ.

The red pulp contained globules of hemosiderin which had both extracellular and intracellular (in macrophages) localization. The hemosiderin globules usually had a rounded shape and various sizes.

In general, the process of connective tissue proliferation (spleen fibrosis) was observed in the spleen of all the

теризовался вытеснением эритроцитов из переполненных вен, вследствие чего эритроциты за пределами сосудов разрушались, а в тканях органа выявлено накопление железосодержащего бурого пигмента (гемосидерина).

Красная пульпа содержала глыбки гемосидерина, которые локализовались как внеклеточно, так и внутриклеточно – в макрофагах. Глыбки гемосидерина имели обычно округлую форму и характеризовались разноразмерностью.

В целом у всех обследованных каспийских нерп в селезенке зарегистрированы процессы пролиферации соединительной ткани (фиброз селезенки), у 13,3 % обследованных особей – интенсивные процессы дегенерации эритроцитов.

Таким образом, результаты гистологического анализа показали, что в обследованных органах иммунной системы каспийского тюленя выявлен ряд патологий. Так, в ряде случаев зарегистрированы следующие изменения: в соотношении структурно-функциональных зон лимфатического узла (площадь, занимаемая корковым веществом, превышала площадь мозгового вещества), уменьшение лимфоидных фолликулов, содержащих герминативные центры. Выявлены склеротические процессы, проявляющиеся в виде утолщения наружной капсулы узла, увеличении площади, занимаемой трабекулами, разрастании соединительной ткани вокруг стенок сосудов, синусов, в лимфоидной паренхиме, уменьшении объемов ретикулярной ткани и замены её рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью, что является характерными признаками нарушения структуры лимфоузла. Отмечено также снижение плотности клеточных элементов в структурно-функциональных зонах узла.

В селезенке морских млекопитающих выявлены следующие патологические изменения: значительное уменьшение площади белой пульпы органа, нарушение процессов кровоснабжения, интенсивная пролиферация соединительной ткани (фиброз селезенки), признаки разрушения эритроцитов (гемосидероз) – что свидетельствует о резком снижении кроветворных функций селезенки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В целом анализ морфофункциональных особенностей лимфоузлов и селезенки обследованных особей каспийского тюленя свидетельствует о нарушении структурной организации лимфатических узлов и селезенки, что, как правило, приводит к снижению иммунного потенциала организма.

examined Caspian seals; in 13.3% of the examined individuals, intensive processes of erythrocyte degeneration were detected.

As a result, the histological analysis revealed a number of pathologies in the examined immune system organs of the Caspian seals. Thus, the following changes were registered in some cases: a greater ratio of structurally functional zones of lymph node (the area occupied by cortical substance exceeded the area of medullary substance); a reduction of the lymphoid follicles containing germinal centers. We also found sclerotization processes manifested as thickening of the external capsule of the node, an increase in the area occupied by trabeculae, proliferation of connective tissue around vascular walls, sinuses, in lymphoid parenchyma, a reduction in volume of reticular tissue and its replacement by loose, fibrous, amorphous connective tissue which is a characteristic sign of damage of the lymph node structure. The density of cell elements in the structurally functional zones of the node was found to decrease.

The following pathological changes were revealed in the spleen of the seals: a considerable reduction in the area of the white pulp of the organ; disturbance of blood supply processes; intensive proliferation of connective tissue (spleen fibrosis); signs of erythrocyte destruction (hemosiderosis) which is an evidence of sharp decrease in the hematopoietic functions of spleen.

CONCLUSION. In general, the analysis of morphofunctional features of the lymph nodes and spleen of the examined Caspian seals has revealed disturbance of the structural organization of these organs which, as a rule, leads to a reduction in the immune potential of the organism.

Список использованных источников / References

Волкова О.В., Елецкий Ю.К. 1982. Основы гистологии с гистологической техникой. М.: Медицина. 304 стр. [Volkova O.V., Yeletsky Yu.K. 1982. Fundamentals of histology with histological technique. M.: Meditsina, 304 p. IN RUSSIAN].

Галактионов В.Г. 2004. Иммунология. М.: ИКЦ Академкнига, 523 стр. [Galaktionov V.G. 2004. Immunology. M.: Akademkniga, 523 p. IN RUSSIAN].

Современное состояние биопродуктивности Каспийского моря и причины деградации популяции тюленей за последние 300 лет. (под редакцией Сокольского А.Ф.) -Астрахань.: Изд-во Полиграфком, 2008. 175 с. [The current state of the bioproductivity of the Caspian Sea and the causes of degradation of the seal population over the last 300 years (A.F. Sokolsky, ed.), Astrakhan: Poligrafkom, 2008, 175 p. IN RUSSIAN].

Тимирханов С.Р., 2012. Создание ООТ по сохранению каспийского тюленя в Казахстане // Астраханский вестник экологического образования, 1 (19): 117–124 [Timirkhanov S.R. 2012. Establishment of a Specially Protected Area for the conservation of the Caspian seal in Kazakhstan. Astrakhan. Vestn. Ekol. Obraz., 1(19): 117–124].

Харконен Т., Баймуканов М.Т., Бигнерт А., Веревкин М.В., Вилсон С., Дмитриева Л.Н., Касымбеков Е.Б., Юсси И., Юсси М., Гудман С. 2010. Значительные межгодовые колебания рождаемости у каспийского тюленя, *Phoca caspica*, в период 2005-2010 гг. и последствия для сокращающейся популяции. В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр. VI междунар. конф., Калининград: Капрос, с. 596–598 [Härkönen T., Baimukanov M., Bignert A., Verevkin M., Wilson S., Dmitrieva L., Kasimbekov Ye., Jüssi I., Jüssi M., Goodman G. 2010. Extreme inter-year fluctuations in pup production in the Caspian seal, *Phoca caspica*, 2005–2010 and the implications for the declining population. In: Marine mammals of the Holarctic. Collection of works of the VI Intl. conf., Kaliningrad: Kapros, p. 596–598].

Ермолин И.В. [1,2]

Исторический контекст развития осетрового браконьерства и проблема прилова каспийского тюленя (*Pusa caspica*) на Каспии (дельта Волги и Республика Дагестан, 1990-2000 гг.)

1. Школа изучения Земли и окружающей среды, Школа Биологии, Университет Лидса, Лидс, Великобритания
2. Центр исследований преступлений в сфере окружающей среды, Копенгаген, Дания

Ermolin I.V. [1,2]

A history of development of sturgeon poaching and the problem of Caspian seal (*Pusa caspica*) by-catch in the Caspian region (the Volga Delta and the Republic of Dagestan, 1990–2000)

1. School of Earth and Environment, School of Biology, University of Leeds, Leeds, UK
2. Center for Investigations of Environmental Crimes, Copenhagen, Denmark

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-112-121

ВВЕДЕНИЕ. Достаточно подробный анализ государственных мер противодействия осетровому браконьерству на Каспии был изложен в нескольких статьях (Ермолин, 2015; Ermolin, Svolkinas, 2016; Ermolin, Svolkinas, 2018; Ермолин, 2019). В данной статье ав-

INTRODUCTION. The analysis of measures taken by the government against sturgeon poaching in the Caspian region was considered in details in several publications (Ermolin, 2015; Ermolin, Svolkinas, 2016; Ermolin, Svolkinas, 2018; Ermolin, 2019).

тор кратко проанализирует социально-экономическую историю осетрового браконьерства на Каспии, меры государственного регулирования и возникновение «предумышленного» прилова как формы социального ответа на ужесточение государственной политики в сфере консервации редких видов животных.

Основной целью статьи является краткое описание постсоветской динамики социально-экономических процессов в прибрежных районах стран Каспийского водного бассейна как источника трансформации явления прилова в новое состояние – «предумышленный прилов».

ПОНЯТИЕ «ПРЕДУМЫШЛЕННОГО» ПРИЛОВА. Прилов каспийского тюленя в нелегальном промысле как социально-экономический феномен (Ermolin, Svolkinas, 2018) впервые проявил себя в начале – середине 2000-х годов. Он отличается от понятия прилова, традиционно рассматриваемого биологами, экологами и биоэкономистами (включает, в том числе, криптический прилов и оставление туш в открытом море (Gilman et al., 2013; Hall, 1996; Read, 2008)), интенциональностью действия по изъятию биоресурса, а также распространением разветвлённой сети поставок продукции из шкур и жира тюленей на внутрирегиональный и межрегиональный уровни. Развитие такого вида прилова связано, прежде всего, с резким сокращением популяции осетровых на Каспии, ужесточением контроля над их выловом с помощью механизма военной консервации (militarized conservation (Duffy, 2014), введённым в действие российскими и казахскими пограничниками, неофициально делимитировавшими пограничную зону до 30 км в ширину и до сотен километров в длину. Этот вид прилова в литературе получил название «предумышленного», определяемого как предумышленный акт, порождающий дополнительный источник заработка для присваивателей (MacMillan, Han, 2011). Рид (Read, 2008) первым из авторов обратил внимание на способность прилова приобретать характер заранее спланированного действия в зависимости от рыночной конъюнктуры: тогда как в прошлом животные, пойманные как прилов, просто выбрасывались за борт, в настоящее время – приобрели рыночную ценность и, таким образом, стали частью промысла. Ривс с соавторами (Reeves, *et al*. 2013) отмечают, что «прилов включает в себя животных, пойманных на крючок, либо попавшихся в ловушку или же рыболовные сети, установленные с намерением поймать что-то ещё помимо данного вида» (ibid, 73). Как бы то ни было, при выделении предумышленного прилова в отдельную категорию анализа Макмиллан и Хэн (MacMillan, Han, 2011) исходили из необходимости подразделить неумышленный вылов на оставленный в

In the present article, I briefly analyze the socio-economic history of sturgeon poaching in the Caspian region, the measures in government regulations, and the emergence of a “deliberate” by-catch as a form of social response to the tougher state’s policies aimed at conservation of rare animal species.

The main goal of the article is a brief description of the post-Soviet dynamics of socio-economic processes in the maritime areas of the countries located in the Caspian water basin as a source of transformation of the by-catch into a new status referred to as the “deliberate by-catch”.

THE DEFINITION OF “DELIBERATE” BY-CATCH. The by-catch of Caspian seal in illegal fishing, as a socio-economic phenomenon (Ermolin, Svolkinas, 2018), became evident for the first time in the early to middle 2000s. It differs from the traditional notion of by-catch, widely used by biologists, ecologists, and bio-economists (it includes, in particular, cryptic by-catch and leaving carcasses in the open sea) (Gilman et al., 2013; Hall, 1996; Read, 2008), as an intentional action to take the biological resource, as well as by establishing of an extensive network to supply seal skin and fat products to the intra- and interregional levels. The development of this type of by-catch is associated primarily with the abrupt sturgeon population decline in the Caspian Sea, the tighter control over sturgeon fishery by deploying the mechanism of militarized conservation (Duffy, 2014) introduced by Russian and Kazakhstan border guards, who informally delimited the border zone up to 30 km wide and up to hundreds of kilometers long. This by-catch type has been referred in the literature as “deliberate” and is defined as a deliberate act that generates an additional source of income for appropriators (MacMillan, Han, 2011). Read (2008) was the first to draw attention to the tendency of by-catch to acquire the form of a pre-planned action depending on market demands: in the past, by-caught animals were simply thrown overboard, but now they have acquired a market value and, thus, become a target of fishery. Reeves and co-authors (2013) note that “by-catch includes animals caught on a hook, or got in a trap, or entangled in fishing nets set for the purpose of catching something other than this species” (ibid, 73). Macmillan and Hahn (2011) had the necessity to subdivide unintentional catch into left-at-sea and landed for consumption or sale, and this way, to place the deliberate by-catch notion into a separate category of analysis. In the scheme by Macmillan and Han, the latter subcategory became the

море и доставленный на берег в целях потребления или продажи. В схеме Макмиллана и Хэна последняя субкатегория стала категорией предумышленного прилова, где, развивая положение Рида о заранее спланированном действии, определяемом конъюнктурой рынка, авторы установили причинно-следственную связь между нехваткой предложения и высоким спросом на продукт прилова и ожиданием рыбаков относительно этого продукта прилова (MacMillan, Han, 2011: 763). Результатом такого ожидания и становится предумышленный прилов.

ГРУППОВОЕ ОСЕТРОВОЕ БРАКОНЬЕРСТВО КАК РЕЗУЛЬТАТ МАРГИНАЛИЗАЦИИ СОЦИАЛЬНОЙ СРЕДЫ. Браконьерство как спонтанная индивидуальная активность в прибрежных каспийских регионах (государства бывшего СССР) зародилась в 1970-х – начале 1980-х годов, когда жители прибрежных поселений, а также рынки бывших советских республик почувствовали небольшой дефицит мяса и икры осетровых, промысел которых осуществлялся как легально, так и нелегально. В СССР нелегальный вылов осетровых, осуществлявшийся одиночками, являлся уголовным преступлением и карался максимум четырьмя годами тюремного заключения (УК РСФСР 1960 г., глава 6, ст. 163). В то же время промысел каспийского тюленя был полностью легальным и вёлся на ледовых залежках. Общий допустимый улов (ОДУ) в середине-конце 1980-х гг. составлял 40000 особей.

После развала СССР ситуация заметно изменилась. Переход на рыночные рельсы, реализуемый через либерализацию цен и приватизацию бывшей государственной собственности, привел к резкому сокращению коллективной собственности (колхозов и совхозов) с 28000 до 9600 единиц по всей стране (Федеральная служба государственной статистики РФ, 1998).

В прибрежных поселениях Дагестана реформы и вовсе способствовали появлению кризисных явлений: восемь из десяти рыбопромысловых колхозов и шесть государственных рыбоконсервных заводов были уничтожены. Такое резкое изменение экономической ситуации дало толчок наиболее высокому уровню безработицы в регионе с начала 20 века.

Место большинства колхозов и совхозов заняли множество малых частных предприятий, осуществлявших деятельность в форме производственного кооператива (артели). К 2013 году, в соответствии с данными Министерства сельского хозяйства Республики Дагестан, прибрежное рыболовство включало в себя 78 предприятий, из которых только 3 являли собой коллективную форму собственности при полном отсутствии в регионе госу-

category of deliberate by-catch, where, developing the Read's postulate on pre-planned action determined by the market demand, the authors found a cause-and-effect relationship between the low supply of and high demand for a by-catch product and the fishermen's expectation concerning this product (MacMillan, Han, 2011, p. 763). The deliberate by-catch becomes the result of such expectations.

GROUP POACHING FOR STURGEON AS A RESULT OF MARGINALIZATION OF THE SOCIAL ENVIRONMENT. Poaching, as a spontaneous individual activity in the coastal Caspian regions (the former USSR States), originated in the 1970s to early 1980s, when residents of coastal settlements, as well as markets of the former Soviet republics, felt a slight shortage of meat and caviar of sturgeon, which was harvested both legally and illegally. In the USSR, illegal sturgeon fishing, carried out then by single fishermen, was a criminal offense punishable by a maximum of four years of prison (Criminal Code of the RSFSR, 1960, Ch. 6, art. 163). At the same time, hunting of Caspian seal was completely legal and was conducted on ice haulouts. The total allowable catch (TAC) in the middle and late 1980s was 40,000 individuals.

After the collapse of the USSR, the situation dramatically changed. The transition to a market economy, implemented through liberalization of prices and privatization of former state property, has led to a sharp reduction in collective property (collective and state farms) from 28,000 to 9,600 units across the country (Federal State Statistics… 1998).

In the coastal settlements of Dagestan, the reforms facilitated the crisis even stronger: eight out of each ten fishing collective farms and six out of each ten state-owned fish-canning factories were shut-down. Such a sharp change in the economic situation gave impetus to the highest unemployment rate in the region since the early 20th century.

Most of collective and state farms were replaced by many small-scale private enterprises operating in the form of a production cooperative (artel). By 2013, according to the data of the Ministry of Agriculture of the Republic of Dagestan, coastal fisheries included 78 enterprises, of which only three represented a collective form of ownership with the complete absence of state-owned fish-canning facilities in the region (Final report... 2014).

The failed reforms of the economic sector and the collapse of the former system of social guarantees

дарственных рыбоконсервных заводов (Итоги работы… 2014).

Провальные реформы экономического сектора и развал прежней системы социальных гарантий усилили процесс маргинализации социальной структуры рыболовецких сообществ. Маргинальность прибрежного рыболовства – явление хорошо известное во всем мире (Pauly, 2006). Особенностью маргинализации в прибрежных поселениях России 1990-х годов стало резкое деклассирование рыбаков как социальной элиты позднесоветского времени, когда доминирование в локальной социальной структуре предоставляло им право влияния на процесс принятия решений по экономической деятельности в регионе, делать выбор в пользу лучшего партнера для создания семьи, обеспечить наилучшую траекторию образования для своих детей и т.д. Маргинальность одновременно лишила рыбаков этих социальных благ и заставила их искать новые социальные ответы на сложившуюся ситуацию. Комплексные ответы в виде новых форм достаточно закрытых социальных организаций индивидов условно можно обозначить термином «*автономное» сообщество*. Указанные формы в результате разрушения социальной, экономической и политической систем превратились в единицу хозяйственного самоуправления на определённой территории, полностью либо частично заменяющей государство в предоставлении социальных и экономических благ, обеспечении контроля над хозяйственной деятельностью и безопасности своих членов. «Автономное» сообщество со временем создало свои субъединицы (как, например, самообеспечивающееся домохозяйство, нелегальная «осетровая» бригада, «биржа», посредничество и т. д.). Как бы то ни было, необходимо говорить о множестве «автономных» сообществ в современной сельской России, расположенных на сопредельных территориях.

Постсоветская карьера браконьеров-одиночек проходила уже в подобном маргинализированном социальном контексте. Маргинальность, однако, была частично преодолена ресоциализацией в новых устойчивых и способных к адаптации организованных общностях, возникших на Каспии в достаточно короткий временной промежуток.

Отсутствие государственного регулирования, в том числе развал системы социального обеспечения и постепенная ликвидация инфраструктуры для осуществления прибрежного рыболовства в поселениях, привели к необходимости населению выбирать две стратегии поведения:

further deteriorated the marginalization of the social structure of fishing communities. Marginality of coastal fishery is a phenomenon well-known worldwide (Pauly, 2006). The characteristic feature of marginalization in the coastal settlements of Russia in the 1990s was the sharp social dropout of fishermen. They belonged to the social elite in the late Soviet period, when the dominance in the local social structure gave them the right to influence the process of making decisions on economic activity in the region, to choose a better partner for creating a family, to provide the best trajectory of education for their children, etc. The marginality deprived fishermen of these social benefits and simultaneously forced them to search for new social responses to the situation that had arisen. The integrated responses in the form of new, quite enclosed social organizations of individuals can be provisionally termed as "*autonomous" community*. These forms, due to the collapse of the social, economic, and political systems, became a unit of economic self-government in a certain territory, fully or partially substituting the government in the provision of social and economic benefits and ensuring the control over economic activities and the safety of its members. The "autonomous" community eventually created its own subunits (such as a self-supporting household, an illegal "sturgeon" fishing team (or brigade), an "exchange market", mediation, etc.). Anyway, it should be taken into account that there are a multitude of "autonomous" communities in modern rural Russia, located on adjacent territories.

The post-Soviet career of single poachers occurred in such a marginalized social context. The marginality, however, was partially overcome by re-socialization in the new stable and adaptable organized communities that have formed in the Caspian region within a relatively short period of time.

The lack of governmental regulation, including the collapse of the social provision system, and the gradual degradation of the infrastructure for coastal fishing in settlements have forced residents to choose between two behavior strategies:

- migration to other regions from where they often invested capital for illegal fishing in the donor region;
- integration into new social organized communities for taking valuable biological resources.

It should be noted that the structure of a "sturgeon" brigade from the very beginning of its activity

Таблица 1. Величина предумышленного прилова каспийского тюленя в ННН-осетровом промысле в 2008–2009 гг.
Table 1. The rate of deliberate by-catch of the Caspian seal in the IUU sturgeon fishing in 2008–2009 (Dmitrieva et al. 2013, p. 5)

Сезон Season	Число сообщений с количественными данными Number of reports with quantitative data	Среднее Mean	Медиана Median	Разброс Range	Стандартное отклонение Standard deviation
Зима-Весна Winter-spring	9	44.0	34.0	10–100	29.8
Осень Fall	11	31.7	8.0	3–125	43.5
Критерий суммы рангов Уилкоксона / Wilcoxon rank-sum test, W = 27, p = 0.09414					

- либо мигрировать в другие регионы, откуда они часто инвестировали капитал для нелегального рыболовства в регионе-доноре;
- либо встраиваться в новые социальные организованные общности для изымания ценных биоресурсов.

Необходимо отметить, что структура «осетровой» бригады с самого начала своего существования отражает некоторые организационные черты колхозной рыболовецкой бригады советской поры. Прежде всего это касается численности команды байды (самодельной лодки, созданной специально для рыбной ловли в Каспийском море) и распределения ролей среди членов бригады (Ермолин, 2019). В то же время новые артельные бригады (как и сохранившиеся колхозные) заимствовали новые роли у «осетровых» бригад, наиболее заметной из которых оказалась категория «абрикос» (рабочих на лодке (байде), имеющих свой процент с продажи улова).

«Возвращение» государства на «арену» Каспия с начала 2000-х годов выразилось в передаче полномочий по контролю над хозяйственной деятельностью в пределах Пограничной зоны РФ (акватория Каспийского моря до 30 км в ширину и 650 км в длину) в ведение Пограничной службы РФ в составе ФСБ РФ в начале 2000-х годов, но столкнулось с сопротивлением «автономных» сообществ (Ермолин, 2019). Такое сопротивление опиралось на постоянную адаптацию устойчивых неформальных институтов, складывавшихся с начала 1990-х годов, к вводимым государственным регулятивным

reproduces some organizational features of a collective-farm fishing brigade of the Soviet era. First of all, this concerns the size of team operating on a *baida* (a homemade boat built specially for fishing in the Caspian Sea) and the distribution of roles among the team members (Ermolin, 2019). At the same time, the new artel brigades (as well as the remaining collective-farm ones) borrowed new roles from the “sturgeon” brigades, the most notable of which was the “apricot” category (workers on a boat (baida), having a percentage of income from the sold catch).

The “return” of the state governance to the “arena” of the Caspian Sea region since the early 2000s was manifested in the form of delegation of the power to control economic activities within the Border Zone of the Russian Federation (the Caspian Sea waters up to 30 km wide and 650 km long) to the Border Service of the Russian Federation, as a part of the FSB RF in the early 2000s. This process faced resistance from the local “autonomous” communities (Ermolin, 2019), which was based on the continuous adaptation of stable informal institutions, developing since the early 1990s, to the regulatory measures introduced by the government. Since the early 2000s, the resistance was expressed as implementation of the strategy of “hard” and “soft” forms of illegal activity by an “autonomous” community as social responses to tightening or softening the governmental policy (Ermolin, Svolkinas, 2016).

Таблица 2. Величина предумышленного прилова каспийского тюленя в ННН-осетровом промысле в 2013-2016 гг.

Table 2. The rate of deliberate by-catch of the Caspian seal in the IUU sturgeon fishing in 2013–2016 (Ermolin, Svolkinas, 2018, p. 288)

Сезон Season	Число сообщений с количественными данными Number of reports with quantitative data	Среднее Mean	Медиана Median	Разброс Range	Стандартное отклонение Standard deviation
Осень (Сентябрь – Ноябрь) Fall (Sept.–Nov.)	11	33.6	30.0	13–70	21.5
Весна (Март – Май) Spring (March–May)	11	43.9	35.0	15–80	22.0
Лето (Июль – Август) Summer (July–Aug.)	4	N/A	N/A	N/A	N/A
Зима (Декабрь и Февраль) Winter (Dec. and Feb.)	9	29.8	30.0	15–54	15.0
Критерий суммы рангов Уилкоксона / Wilcoxon rank-sum test, W = 25, p = 0.078724					

мерам и выразилось с начала 2000-х годов в реализации «автономным» сообществом стратегии «жёстких» и «мягких» форм нелегальной деятельности как социальных ответов на ужесточение или смягчение государственной политики (Ermolin, Svolkinas, 2016).

ДИСКУССИЯ О ПРЕДУМЫШЛЕННОМ ПРИЛОВЕ КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ. Предумышленный прилов в случае регионов Каспийского моря – это, по мнению автора статьи, также вынужденная форма адаптации сообщества к жестким регулятивным мерам со стороны государства, выразившаяся в «мягкой» форме социального ответа на регулирование.

Величина предумышленного прилова каспийского тюленя в незаконном, несообщаемом и нерегулируемом (ННН) осетровом промысле является предметом острых дискуссий в академической и экспертной среде.

DISCUSSION ON THE DELIBERATE BY-CATCH OF CASPIAN SEALS. In the author's opinion, in regards to the Caspian Sea regions, deliberate by-catch is also a forced form of community's adaptation to the strict regulatory measures taken by the government, expressed as a "soft" form of social response to regulation.

The size of the deliberate Caspian seal by-catch in the illegal, unreported and unregulated (IUU) sturgeon fishery is a subject of acute debate in the academic and expert community. It can be recognized that the main delimiting line of this discussion is not the number of seals in by-catch and their sex and age structure, but rather the fact of by-catch itself as a phenomenon that causes mass extermination of the mammal (the impact of the main anthropogenic factor). The two sides, expressing two opposing points of view, include

Основной разграничительной линией такой дискуссии можно признать даже не количество особей тюленя в прилове и их половой и возрастной состав, а наличие самого прилова как явления, порождающего массовое истребление млекопитающего (основной антропогенный фактор влияния). Два лагеря, выражающие две противоположные точки зрения, включают в себя ученых – экологов и биологов из разных стран. Первая точка зрения принадлежит по большей мере сотрудникам Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), утверждающим, что прилов крайне незначителен согласно экспериментальным данным, полученным в ходе проведенных институтом исследований и не ставящим под сомнение эффективность вышеобозначенных мер государственного регулирования в их историческом развитии как природоохранных [Зайцев и др., 2009; Кузнецов 2011, 2017; Ноздрина и др. 2011; Сокольский, Панков 2009; Черноок и др., 2017]. Данные ученые имплицитно или эксплицитно выступают за сохранение пусть и не выбираемых квот на промысел тюленей и, соответственно, оставление млекопитающего вне пределов Красной книги РФ. Хотя официальный (легальный) промысел в России не ведётся с 1998 года, в 2006 году межправительственная Комиссия по водным биоресурсам Каспийского моря установила общую промышленную квоту на все прибрежные государства в сумме 18000 особей в год, в 2016 году КаспНИРХ определил ОДУ в количестве 12000 особей на все прибрежные государства и 6000 особей на российский сектор Каспия (по данным КаспНИРХ http://www.kaspnirh.ru/)

Второй противоположной точки зрения придерживаются в основном зарубежные ученые – биологи, экологи и обществоведы (Dmitrieva et. al, 2013, 2015; Ermolin, Svolkinas, 2018; Harkonen et. al, 2008, 2012; Goodman, Dmitrieva, 2016). Исторический анализ промысла каспийского тюленя с середины 19 века, проведенный с использованием демографических популяционных моделей Харконеном и коллегами, показал сокращение популяции тюленя на 90 процентов по сравнению с серединой позапрошлого века. Таблицы 1 и 2 показывают процент прилова в улове осетровыми орудиями лова. Несмотря на всю условность сравнения (количество бригад, частота и количество рейсов, совершенных бригадами и т.д.), прилов в среднеарифметическом значении не изменился, а в осеннюю путину даже несколько прибавил. Однако в абсолютных числах, как показали авторы публикации в Marine Policy, объем прилова вырос на 32 процента (Ermolin, Svolkinas, 2018). Последующие исследования оборота шкур и продукции из шкур тюленя на выделенных стадиях нелегального рынка биоресурсов (Ермолин, 2019) позволят суще-

environmental scientists and biologists from different countries. The first point of view was expressed by researchers of the Volga-Caspian branch of VNIRO (KaspNIRKh), who claim that by-catch is extremely insignificant, according to the experimental data obtained during the investigation conducted by the Institute, and do not question the efficiency of the above-mentioned measures of governmental regulation in their historical development as nature-conservation measures (Zaitsev et al. 2009; Kuznetsov 2011, 2017; Nozdrina et al. 2011; Sokolsky, Pankov 2009; Chernook et al. 2017). These researchers implicitly or explicitly advocate retaining the existing, even if not fully taken-up, quotas for sealing and, accordingly, the status of the mammal not listed in the Red Data Book of the Russian Federation. Although the official (legal) sealing in Russia has not been conducted since 1998, in 2006 the Intergovernmental Commission on Aquatic Bioresources of the Caspian Sea established the total commercial quota for all coastal States at 18,000 ind. per year; in 2016, KaspNIRKh determined the TAC at 12,000 ind. for all the coastal States and 6,000 ind. for the Russian sector of the Caspian Sea (according to data of KaspNIRKh, http://www.kaspnirh.ru/)

The second, opposite, point of view is expressed mainly by foreign researchers: biologists, ecologists, and social scientists (Dmitrieva et. al, 2013, 2015; Ermolin, Svolkinas, 2018; Harkonen et. al, 2008, 2012; Goodman, Dmitrieva, 2016). The historical analysis of the Caspian seal hunting since the middle of the 19th century, performed by Harkonen and colleagues using demographic population models, showed a reduction in the seal population by 90% compared to the middle of the 19th century. Tables 1 and 2 show the by-catch percentage in a catch landed using a sturgeon fishing gear. In spite of the provisional approach to comparison (in number of teams, frequency, and number of catches made by teams, etc.), the arithmetic mean of by-catch did not change, and even increased slightly in the fall fishing season. However, in absolute values, as shown by the authors of the publication in Marine Policy, the size of by-catch increased by 32% (Ermolin, Svolkinas, 2018). Subsequent studies of the turnover of seal skins and skin-derived products at the selected stages of the illegal market of biological resources (Ermolin, 2019) will significantly contribute to the overall estimate of the size of the illegal seal skin and fat market, as well as allow better understanding of the impact that the market exerts on the demography of the species.

CONCLUSION. The article makes a brief excursion into the history of sturgeon poaching in the post-Soviet

ственно дополнить картину объемов нелегального рынка шкур и жира тюленя, а также лучше понять влияние рынка на демографию млекопитающего.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В статье сделан краткий экскурс в историю развития осетрового браконьерства в постсоветский период и поставлена проблема возникновения предумышленного прилова каспийского тюленя. Позднесоветский период отличался спонтанным характером нелегальной рыболовной деятельности при параллельном существовании официального осетрового рыболовства и единичными случаями прилова тюленя как «патологии» официального боя тюленя. С начала 1990-х годов с потерей государством регулятивной функции и возникновением и быстрым развитием «автономного» сообщества ситуация в корне изменилась. Осетровое рыболовство официально просуществовало еще десяток лет и развивалось в русле постоянного сокращения квот на вылов осетровых. В 1998 году в России промысел тюленя был приостановлен, а в начале 2000-х годов вступил в силу полный запрет на промышленный вылов осетровых, давший толчок, среди прочего, началу расцвета нелегального тюленьего промысла. К середине – концу 2000-х годов в регионе сложилась многоуровневая стадиальная система торговли шкурами и, в меньшей степени, жиром млекопитающего, включившей в оборот тысячи особей разных возрастов и полов (Ермолин 2019). Данный факт дает повод говорить о новом явлении в экологии, которое получило название предумышленного прилова. В российском академическом и экспертном сообществе сегодня развернулась бурная дискуссия относительно признания существования предумышленного прилова как угрозы сохранению вида (да и всей экосистеме Каспия в целом). Ответ на поставленный вопрос о степени угрозы для популяции каспийского тюленя со стороны предумышленного прилова может дать дальнейшее исследование явления. Помимо этого данное исследование прольёт свет на процесс коммодификации тюленя и его место в стратегиях жизнедеятельности локальных «автономных» прибрежных, предгорных и горных сообществ.

period and considers the recently emerged problem of deliberate by-catch of the Caspian seal. The late Soviet period was characterized by spontaneous illegal fishing activities with the simultaneously existing official sturgeon fishery and solitary cases of seal by-catch as a “pathology” of the official sealing. Since the early 1990s, as the state lost its regulatory functions and the “autonomous” community appeared and rapidly developed, the situation has changed radically. Sturgeon fishery officially existed for another dozen of years and developed under the pressure of continuous reduction of quotas for sturgeon catch. In 1998, sealing in Russia was suspended, and the complete ban on commercial sturgeon fishing came into force in the early 2000s, which gave impetus, among other problems, to the onset and development of illegal seal hunting. From the middle to late 2000s, a multi-level and multi-stage system of seal skin and, to a lesser degree, fat trading formed in the region that involved thousands of animals of different ages and sexes in the turnover (Ermolin 2019). This fact gives reason to consider a new definition in the environment, which is now referred to as deliberate by-catch. In the Russian academic and expert community, there is currently an acute debate on recognizing the existence of deliberate by-catch as a threat to the conservation of the species (and the entire Caspian Sea ecosystem in general). A further study of this activity can answer the question on the degree of threat to the Caspian seal population from deliberate by-catch. In addition, this study will shed light on the process of seal commodification and its place in the strategies of local “autonomous” maritime, foothill, and mountain communities.

Список использованных источников / References

Ермолин И.В. 2015. Процессы коммунального саморегулирования «неформальной» экономики (на примере прибрежного рыболовства в Сулаке, Республика Дагестан). Экономическая политика, 1: 159–176 [Ermolin I.V. 2015. Communal self-regulation of “informal” economy: Evidences from Northern Dagestan in Russia. Economic Policy, 1: 159–176]. http://ecpolicy.ru/pdf/2015-1/ermolin_1-2015.pdf

Ермолин И.В. 2019. Предумышленный прилов Каспийского тюленя и развитие нелегального рынка биоресурсов в Дагестане: экономико-социологический подход. Экономическая социология. 20 (1): 83–123 [Ermolin I.V. 2019. Deliberate by-catch of the Caspian Seal and the development of illegal wildlife trade (IWT) in Dagestan, Russia: Socio-economic approach. Ekonomicheskaya Sotsiologiya, 20(1): 83–123]. Doi: https://doi.org/10.17323/1726-3247-2019-1-

83-122

Зайцев В.Ф., Мелякина Э.И., Ноздрина Л.Ю. 2009. Оценка численности популяции каспийского тюленя. Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 2: 29–32 [Zaitsev V.F., Melekhina E.I., Nozdrina L.Y. 2009. Assessment of the size of the Caspian seal population. Vestnik AGTU. Ser.: Rybnoye Khozyaistvo, 2: 29–32].

Итоги работы Министерства экономики и территориального развития Республики Дагестан за 2013 год. 2014. Махачкала. С. 1-33 [Final report on Ministry of Agriculture of Dagestan's outputs and performance in 2013. 2014. Makhachkala, p. 1–33].

Кузнецов В.В. 2017. Современное состояние популяции каспийского тюленя. Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 1: 35-45 [Kuznetsov V.V. 2017. Current status of the Caspian seal population. Vestnik AGTU. Ser.: Rybnoye Khozyaistvo, 1: 35–45].

Кузнецов В.В. 2011. Каспийский тюлень в условиях антропогенной нагрузки. В: Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: материалы IV Всероссийской конференции по водной экотоксикологии (24 октября 2011, п. Борок). Борок: Институт биологии внутренних вод РАН, 138–142 [Kuznetsov V.V. 2011. The Caspian seal under the conditions of anthropogenic load. In: Anthropogenic impact on aquatic organisms and ecosystems. Proc. IV All-Russian conf. on aquatic ecotoxicology (October 24, 2011, Borok), Borok: Inst. Biol. Vnutr. Vod RAN, 138–142].

Ноздрина Л.Ю., Зайцев В.Ф., Мелякина Э.И., Попова Н.В. 2011. Состояние популяции каспийского тюленя в условиях разработки морских нефтегазовых месторождений. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 10: 44–48 [Nozdrina L.Yu., Zaitsev V.F., Melekhina E.I., Popova N.V. 2011. The status of the Caspian seal population under conditions of the development of offshore oil and gas fields. Zashchita Okruzhayushchei Sredy v Neftegazovom Komplekse, 10: 44–48].

Сокольский А.Ф., Панков А.Г. 2009. Современное состояние и причины деградации популяции каспийской нерпы. Юг России: экология, развитие. 1(4): 49-52 [Sokolsky A.F., Pankov A.G. 2009. Current status and the causes of degradation of the Caspian seal population. Yug Rossii: Ekologiya, Razvitiye, 1(4): 49–52].

Федеральная Служба Государственной Статистики (РОССТАТ) РФ. 1998. Социальные и экономические индикаторы РФ: 1991-2015. Доступно онлайн в формате Эксель: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/year/pril-eng15.htm [Federal State Statistics Service of Russian Federation. 1998. Social and Economic Indicators of the Russian Federation: 1991–2015. Available online in MS Excel: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/year/pril-eng15.htm]

Черноок В.И., Кузнецов В.В., Кузнецов Н.В., Шипулин С.В., Васильев А.Н. 2017. О современном состоянии популяции каспийского тюленя [Chernook V.I., Kuznetsov V.V., Kuznetsov N.V. Shipulin S.V., Vasil'ev A.N. 2017. On the current state of the Caspian seal population]. Доступ 22.12.2017. http://www.kaspnirh.ru/news/2017-12-22/682/

Dmitrieva L., Härkönen T., Baimukanov M., Bignert A., Jüssi I., Jüssi M., Kasimbekov Y., Verevkin M., Vysotskiy V., Wilson S., Goodman S. J. 2015. Inter-Year variation in pup production of Caspian seals (*Pusa caspica*) 2005–2012 determined from aerial surveys. Endangered Species Research, 28: 208–223.

Dmitrieva L., Kondakov AA., Oleynikov E., Kydyrmanov A., Karamendin K., Kasimbekov Y., Goodman SJ. 2013. Assessment of Caspian seal by-catch in an illegal fishery using an interview-based approach. PLOS One, 8(6): 1–7. Doi: //doi.org/10.1371/journal.pone.0067074

Duffy R. 2014. Waging a war to save biodiversity: The rise of militarized conservation. International Affairs, 90(4): 819–834. doi.org/10.1111/1468-2346.12142

Ermolin I., Svolkinas L. 2016. Who owns sturgeon in the Caspian? New theoretical model of social responses towards state conservation policy. Biodiversity and Conservation, 25(14): 2929–2945. doi.org/10.1007/s10531-016-1211-x

Ermolin I., Svolkinas L. 2018. Assessment of the sturgeon catches and seal bycatches in an IUU fishery in the Caspian Sea. Marine Policy, 87: 284–290 https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.09.022

Gilman E., Suuronen P., Hall M., Kennely S. 2013. Causes and methods to estimate cryptic sources of fishing mortality. Journal of Fish Biology, 83(4): 766–803. https://doi.org/10.1111/jfb.12148

Goodman, S., Dmitrieva, L. 2016. *Pusa caspica*. The IUCN Red List of Threatened Species. T41669A45230700. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T41669A45230700.en.

Hall M. 1996. On by catches. Review of Fish Biology and Fisheries, 6: 319–352. https://doi.org/10.1007/BF00122585

Harkonen T., Jussi M., Baimukanov M., Bignert A., Dmitrieva L., Kasimbekov Y., Verevkin M., Wilson S., Goodman S.J. 2008. Pup production and breeding distribution of the Caspian seal (*Phoca caspica*) in relation to human impacts. AMBIO, 37(5): 356–361. http://dx.doi.org/10.1579/07-R-345.1

Harkonen T., Harding KC, Wilson S., Baimukanov M., Dmitrieva L., Svensson C.J., Goodman S.J. 2012. Collapse of a marine mammal species driven by human impacts. PLOS One, 7(9): 1–9 http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0043130

MacMillan D.C., Han J. 2011. Cetacean by-catch in the Korean Peninsula—by chance or by design? Human Ecology, 39: 757–768 https://doi.org/10.1007/s10745-011-9429-4

Pauly D. 2006. Major trends in small-scale marine fisheries, with emphasis on developing countries, and some implications for the social sciences. Maritime Studies, 4: 7–22.

Read A., Drinker P., Northridge S. 2006. Bycatch of marine mammals in US and global fisheries. Conservation Biology, 20(1): 163–169. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00338.x

Read A.J. 2008. The looming crisis: interactions between marine mammals and fisheries. Journal of Mammalogy, 89: 541−548. https://doi.org/10.1644/07-MAMM-S-315R1.1

Reeves R.R., McClellan K., Werner T.B. 2013. Marine mammal bycatch in gillnet and other entangling net fisheries, 1990 to 2011. Endangered Species Research, 20: 71–97. http://doi:10.3354/esr00481

Загребельный С.В. [1], Кавры С.И. [2], Скоробогатов Д.О. [3]

Оценка численности, возрастно-половой структуры и уровня сезонной смертности тихоокеанских моржей *Odobenus rosmarus divergens* на береговом лежбище “мыс Ванкарем” в 2017 г.

1. Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), Чукотское отделение (ЧукотНИО), Анадырь, Россия
2. Управление по охране и использованию животного мира Департамента промышленной и сельскохозяйственной политики Чукотского АО, Ванкарем, Россия
3. Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Петропавловск-Камчатский, Россия

Zagrebelny S.V.[1], Kavry S.I.[2], Skorobogatov D.O.[3]

Estimation of the number, age and sex structure, and seasonal mortality rate of Pacific walruses, *Odobenus rosmarus divergens*, on the Cape Vankarem coastal haulout in 2017

1. Pacific Branch of the Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – TINRO, Chukotka department (ChukotNIO), Anadyr, Russia
2. Administration for the Conservation and Management of Fauna, Department of Industrial and Agricultural Policy of Chukotka Autonomous Okrug, Vankarem, Russia
3. Kamchatka Branch of the Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-121-127

Мыс Ванкарем – скалистый мыс на побережье Чукотского моря высотой 10-15 м, сложенный из рыхлых и

Cape Vankarem is a rocky cape, 10–15 m in height, composed of loose and rocky sediments, and located on

скалистых пород, к северу от одноимённого национального села. Протяженность мыса около 2 км, максимальная ширина у основания около 700 м. Первые литературные сведения о лежбище тихоокеанских моржей на этом участке побережья имеются у В.К. Арсеньева, но с середины 1930-х гг. лежбище считается угасшим (Арсеньев, 1927; Никулин, 1941). Периодически (например, в 1968 г.), а затем и постоянно с конца 1990-х годов, вначале на острове Каркарпко (расположен на удалении 2 км к юго-востоку от мыса), а затем и на самом мысу Ванкарем вновь начали отмечать группы моржей, а с начала 2000-х гг. численность животных в отдельные годы по разным оценкам (в том числе по оценке численности площадными учетами) стала достигать 20000-30000 особей (Гольцев, 1968; Кавры В.И. и др., 2006; Кавры В.И. и др., 2008). В связи с этим в 2007 г. Правительство Чукотки приняло решение организовать здесь памятник природы регионального значения.

После организации здесь памятника природы в 2010 и 2011 гг. были проведены работы, в ходе которых с помощью различных методов оценивались численность местной группировки, возрастной и половой состав, сроки использования лежбища, факторы беспокойства и ряд других показателей (Крюкова, Кочнев, 2012; Крюкова, 2015). В связи с продолжающимися изменениями в использовании моржами береговых лежбищ, а именно смещением моржей в северную часть ареала, и, соответственно, уменьшением использования лежбищ на беринговоморском побережье Камчатки и южной части Чукотки в период с конца 1980-х гг. по настоящее время (Загребельный, Кочнев, 2017), мы предполагаем, что значительно возрастает роль лежбищ, расположенных на арктическом побережье, таких как, например, мыс Ванкарем, которое стало важным местом остановки моржей при их откочевке из Восточно-Сибирского и западной части Чукотского морей на восток: в восточную часть Чукотского моря, в Берингов пролив и Берингово море — в ходе осенне-зимних миграций. Поэтому целью настоящих исследований было: оценить современное состояние местной группировки моржей, а именно провести оценку сроков функционирования лежбища, оценку численности, возрастного и полового состава, режима заполнения лежбища, а также оценить уровень береговой смертности и влияние на нее различных факторов беспокойства.

За основу работы положены наши наблюдения, проведенные на береговом лежбище моржа в районе памятника природы Мыс Ванкарем (арктическое побережье Чукотского моря) с 27 августа по 23 октября 2017 г. Численность животных оценивалась ежедневно визуально, в том числе по панорамным снимкам, сделанным с бере-

the Chukchi Sea coast north of the native village of the same name. The length of the cape is approximately 2 km, and the maximum width (at the base) is up to 700 m. The first information about a haulout of Pacific walruses on this part of the coast was reported in the literature by V.K. Arsenyev, but from the middle of the 1930s the haulout was considered as abandoned (Arsen'ev, 1927; Nikulin, 1941). Periodically (e.g., in 1968), and then regularly (from the late 1990s) groups of walruses were seen first at Karkarpko Island (located at a distance of 2 km southeast of the cape) and then at the Cape Vankarem. From the early 2000s, the number of animals in some years (according to various estimates, including the abundance estimate based on aerial surveys), has reached 20,000–30,000 individuals (Goltsev, 1968; Kavry et al., 2006, 2008). For this reason, in 2007 the Chukotka Government made a decision to create a natural monument of regional importance in that area.

After the natural monument was created, research work was conducted in 2010 and 2011, during which the size of the aggregation, an age and sex structure, duration of haulout occupancy, disturbance factors, and a number of other parameters were studied using various methods (Kryukova, Kochnev, 2012; Kryukova, 2015). We suggested that the role of the haulouts located on the Arctic coast should increase because of the constant changes in the use of coastal haulouts by walruses, and in particular, the shift in walrus distribution to the northern part of their range. Accordingly, the haulouts on the Bering Sea coast of Kamchatka and in the southern part of Chukotka being utilized less since the late 1980s up to now (Zagrebelny, Kochnev, 2017). In particular, Cape Vankarem has become an important stop-over site for walruses during the fall–winter migrations from the East Siberian and the western Chukchi seas into the eastern Chukchi Sea, the Bering Strait, and the Bering Sea. The goal of the present study was to evaluate the current status of the local aggregation: to determine timing of haulout occupancy, estimate the abundance, an age and sex structure, a pattern of occupation of the haulout, as well as to assess the level of coastal mortality and the impact of various disturbance factors on it.

The work was conducted on the coastal walrus haulout in the area of the "Cape Vankarem" Natural Monument (Arctic coast of the Chukchi Sea) from August 27 to October 23, 2017. Number of animals was visually estimated each day, also using the panoramic photographs taken along the shoreline starting from the village of Vankarem, at a distance of 700–800 m off the haulout, using a Canon 1Ds Mark 3 camera with a Canon EF 300 mm f/4.0 L IS USM lens. The places

говой полосы от села Ванкарем на удалении 700-800 м от лежбища с помощью фотоаппарата Canon 1Ds Mark 3 и объектива Canon EF 300 mm f/4.0 L IS USM. Не видимые с берега или не доступные для съемки участки осматривались во время пеших маршрутов, если позволяла обстановка и расположение зверей на лежбище. Численность зверей на берегу и на воде оценивалась раздельно. Также с минимально возможной дистанции (не превышала 50-70 м) раз в 4-5 дней проводилось фотографирование наиболее доступных для наблюдателя участков лежбища, и по снимкам делалась оценка возрастного и полового состава группировки по методике Фэя (Fay, 1982; Fay et al., 1984). Смертность животных на лежбище определялась по фиксируемым ежедневно трупам моржей на береговой линии в окрестностях села Ванкарем в радиусе до 3-х км от лежбища. Чтобы павшие моржи повторно не попадали в учет, делалась метка на заднем ласте (отрезалась крайняя фаланга пальца). Всего за 51 день работ было проведено 60 наблюдений за численностью, 14 оценок возрастного и полового состава. Возраст и пол оценили по выборке из 3845 животных, зафиксировано 406 трупов моржей разного пола, возраста и состояния в окрестностях лежбища и 17 трупов за его пределами (на удалении до 20 км от лежбища). Отметим, что в данной работе приводятся только данные оценки численности с помощью панорамных снимков, а также методом прямых учетов или экстраполяции на протяженных участках, доступных для наблюдателя. Данные учетных работ с помощью квадрокоптера DJI Phantom 4 ProPlus, которые проводились параллельно с нашими исследованиями, мы в данной работе не обсуждаем.

В летне-осенний сезон 2017 г. первые моржи на мысе Ванкарем в количестве 100 особей появились 30-31 июля, заняв юго-восточное побережье мыса (в его каменистой части на центральном участке; данные Кавры С.И.), и на протяжении всего августа численность группировки постепенно возрастала. Заполнять мыс начали самцы старших возрастных классов (10 лет и старше). Массовая миграция моржей началась 11 сентября и продолжалась 7 дней. Максимальная численность животных на лежбище 14 сентября составила 20650 особей, а вместе с животными в море их общая численность составляла 22650 особей (Рис.1). Животные начали занимать все южное побережье мыса, а также песчаный берег в сторону села, за официальными границами лежбища, чего ранее никогда не наблюдалось. При этом расстояние от первых домов в селе до моржей составляло около 150 м, что создало определенную угрозу для нормальной хозяйственной деятельности местного населения. При этом некоторые участки на самом мысу по непонятным причинам оставались незанятыми.

invisible from the shore or inaccessible for photographs were inspected during walking routes, if the conditions and the distribution of animals on the haulout permitted. The numbers of animals on shore and at sea were estimated separately. Also, the most accessible sites of the haulout were photographed at a minimum possible distance (not exceeding 50–70 m) every 4–5 days, and the obtained images were used to assess the age and sex structure of the group by the Fay's method (Fay, 1982; Fay et al., 1984). Mortality of animals on the haulout was estimated by daily counts of walrus corpses on the shoreline in the vicinity of Vankarem Village within a radius of 3 km from the haulout. To avoid re-counting dead walruses, a mark on a rear flipper of the counted corpse was made (the distal phalanx of a finger was cut off). During a total of 51 days of works, we carried out 60 counts of a total number of animals and 14 observations of age and sex structure; age and sex were determined based on a sample of 3,845 animals; 406 corpses of walruses of different sexes, ages, and conditions were counted within the haulout and 17 corpses outside it (at a distance of up to 20 km from the haulout). It should be noted that in this work we provide the estimated number of animals obtained using panoramic images, as well as by the method of direct counts or extrapolation for the long areas accessible to the observer. The data of counts using the quadcopter DJI Phantom 4 ProPlus, which were conducted simultaneously with our studies, are not discussed in this work.

In the summer–fall season of 2017, the first walruses (approximately a 100 individuals) appeared at the Cape Vankarem on July 30–31 and occupied the southeastern shore of the cape (in its rocky part of the central sector) (personal communication by Kavry S.I.). During August, the size of the group was gradually increasing. Males of older age classes (10 years and older) were first to occupy the cape. The mass migration of walruses began on September 11 and lasted for 7 days. The maximum number of animals on the haulout, recorded on September 14, was 20,650 individuals, and their total number together with the animals at sea was estimated at 22,650 (Fig. 1). The animals began to occupy the entire southern shore of the cape and the sandy beach towards the village, beyond the officially known boundaries of the haulout, which had never been observed previously. The distance from the closest houses of the village to the walruses was approximately 150 m, which posed some threat to the normal activities of the local residents. At the same time, some areas on the cape remained vacant for unknown reasons.

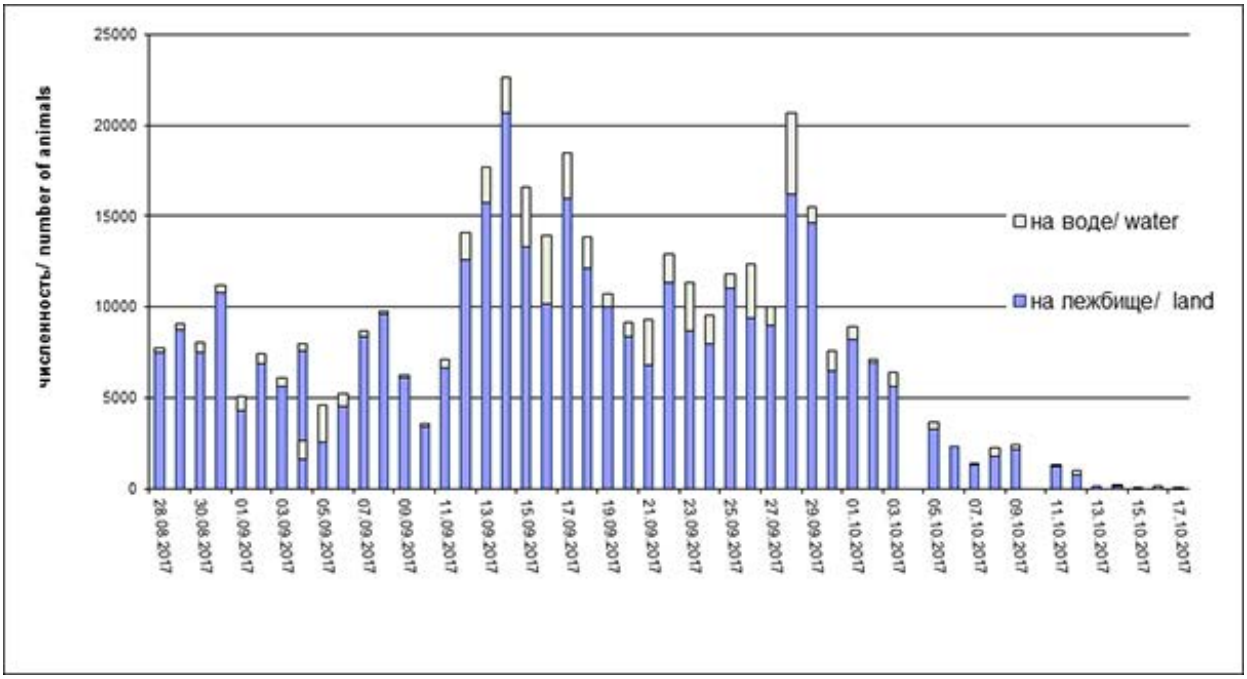


Рисунок 1. Динамика численности моржей на лежбище и на воде на мысе Ванкарем в 2017 г.
Fig. 1. Dynamics of the number of walruses on the Cape Vankarem haulout and at sea in 2017.

Новая волна миграции моржей 28-29 сентября привела к тому, что звери стали выходить еще ближе к селу, а также занимать рифы и бухты на северном каменистом берегу мыса. Численность зверей в этот период колебалась от 14 до 17 тыс. особей (вместе с животными на воде – до 20700 особей). Проведенный статистический анализ показал слабую достоверную корреляцию численности животных на берегу и на воде (R=0,57; $p \leq 0{,}05$; n=45), что говорит о том, что оценивать общую численность животных в районе лежбища, опираясь только на показатели численности животных в воде, нельзя, т.к. их число зависит в значительной степени как от погоды (направления и силы ветра, например; Крюкова, 2012), так и от других факторов (в том числе распугивания и дневной активности).

Массовый уход животных начался в начале октября. Этому способствовал сгон значительной части береговой залежки собаками и отчасти рейсовым вертолетом. Последние моржи оставались на лежбище до 15 октября (до 18 октября в бухте, т.е. до образования первичного ледового покрова). В этот период отмечали не более 100-120 особей на берегу и от 5 до 150 животных на воде.

Говоря о возрастно-половом составе, отметим, что в начальный этап наших наблюдений в конце августа на лежбище преобладали самцы старше 6 лет (56,1%), взрослые самки составляли 25,3%, а доля сеголеток в

Another migration wave on September 28–29 led to even closer distribution of walruses to the village, and the reefs and coves on the northern, rocky shore of the cape were also occupied. The number of animals during this period ranged from 14,000 to 17,000 individuals (up to 20,700 with those at sea). A statistical analysis showed a weakly significant correlation between the numbers of animals on shore and at sea (R = 0.57; $p \leq 0.05$; n = 45). This results suggest that estimating the total number of animals in the haulout area would be incorrect if based solely the number of animals at sea. This is because the number of walruses at sea depends largely on the weather (for example, wind direction and strength (Kryukova, 2012)) and on other factors (including disturbance and daily activity).

The animals began leaving the haulout in large numbers in early October. This event was facilitated by dogs and, in part, regular helicopter flights that scared most of the aggregation from the shore. The last of the walruses remained on the haulout until October 15 (and until October 18 in the bay, i.e. until the first ice cover formed). During this period, no more than 100–120 individuals were observed on shore and 5 - 150 animals at sea.

While considering an age and sex structure, we noted that at the initial stage of our observations in late August

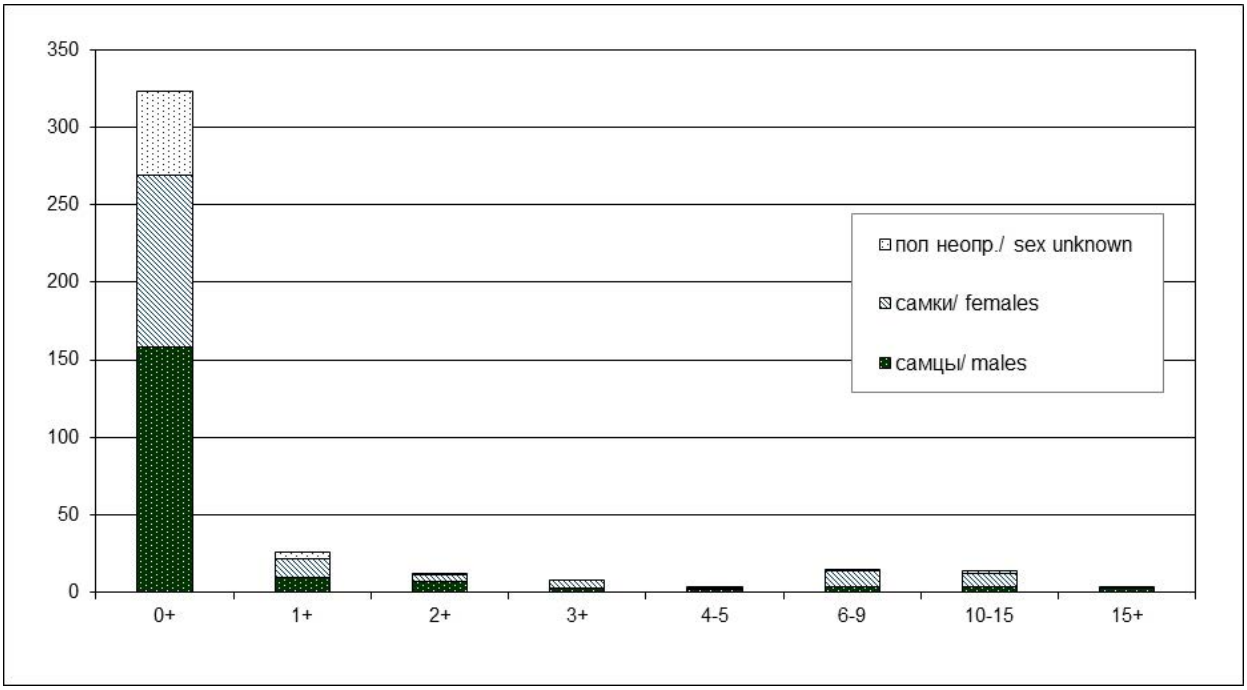


Рисунок. 2. Уровень и состав береговой смертности моржей на лежбище м. Ванкарем осенью 2017 г. (N = 406)
Fig. 2. The level and structure of coastal mortality of walruses on the Cape Vankarem haulout in the fall 2017 (N = 406).

этот период не превышала 1,6% общей численности. В разгар массовой миграции и пика численности возрастной и половой состав залежки кардинально изменился: с 15 по 25 сентября за 4 дня, когда проводили оценку возрастного и полового состава лежбища, сеголетки (0+) составляли в среднем 11,2% от общей численности, годовики – 7,7%, двухлетки – 5,3%, трех- и 4-5- летки – 5,6 и 6,3%; самцы и самки 6-9 лет – 12,5 и 3,3 %; самцы и самки 10-15 лет – 8,3 и 13,3%; самцы и самки старше 15 лет – 2,9 и 23,5%. Подобная картина сохранялась в той или иной мере и в период снижения численности на лежбище. В целом можно сказать, что на м. Ванкарем, так же как и на других подобных смешанных лежбищах, на начальном этапе формирования лежбище начинают занимать взрослые самцы, однако в ходе развития миграционной активности подходят самки с молодым пополнением.

В 2017 г. на лежбище м. Ванкарем и в его окрестностях (в радиусе 3 км от лежбища) было зафиксировано 406 погибших моржей, основную массу которых составили моржата первого года жизни (79,5%). Доля взрослых зверей (старше 6 лет) составила 8,1%, из которых самок было 4,4%, самцов 2,7%, у 0,9% взрослых зверей пол определить не удалось (из-за состояния трупа или его недоступности для наблюдателя, в прибойной полосе среди камней). Доля детенышей от 1 до 3 лет и молодых

males older than 6 years dominated the haulout (56.1%); adult females accounted for 25.3%; the proportion of calves in this period was less than 1.6% of the total number. At the peak of the migration process and maximum abundance, the age and sex composition of the haulout changed dramatically: from September 15 to 25, within the 4 days when the age and sex structure of the haulout was assessed, calves (0+) averaged at 11.2% of the total number; yearlings, 7.7%; two-yr-olds, 5.3%; three- and 4–5-yr-olds, 5.6 and 6.3%, respectively; males and females of age 6–9 years, 12.5 and 3.3%, respectively; males and females of age 10–15 yr, 8.3 and 13.3%, respectively; males and females older than 15 yr, 2.9 and 23.5%, respectively. This pattern persisted to some extent while the number of animals on the haulout was declining. In general, it can be mentioned that on Cape Vankarem (as on other similar mixed haulouts) adult males begin to occupy the haulout at the initial stage of formation; and females with young offspring come as the migration continues.

In 2017, a total of 406 dead walruses were recorded from the Cape Vankarem haulout and in its vicinities (within a radius of 3 km off), most of which were calves of the first year of life (79.5%). The proportion of adult animals (older than 6 years) was 8.1%, of which females accounted for 4.4% and males for 2.7%; sex

зверей 4-5 лет составила 11,2 и 0,9 %, соответственно (Рис.2). Помимо этого, было отмечено 12 выкидышей в районе лежбища на песчаном берегу около села, и эти встречи были спустя достаточно продолжительное время после паники (иногда через неделю). Каких-либо достоверных статистических различий в показателях смертности самцов и самок разного возраста также обнаружено не было (t= 0,192; p≥ 0,05; df = 14), т.е. можно сказать, что сегрегации по полу в уровне смертности нет (скорее всего по причине того, что данное лежбище – смешанное, с примерно одинаковым соотношением самцов и самок, в том числе и в уровне рождаемости, хотя понятно, что максимальная смертность приходится как раз на сеголеток).

Береговая смертность животных вне лежбища (за пределами дистанции 3 км) составила 17 животных, но здесь преобладают уже достаточно взрослые животные (в основном самки и самцы старше 6 лет - 48,0% и 11,6% соответственно). Смертность сеголеток вне лежбища была минимальная (1 шт., или 5,9%).

В целом за период, прошедший после последних исследований местной группировки моржей в 2010-2011 гг., можно сказать, что продолжительность функционирования лежбища в 2017 г. несколько больше, чем в предыдущие годы (81 день) за счет более раннего выхода животных на берег; сроки максимальной численности животных на лежбище также сместились на более ранние (на 2-3 недели), однако возрастной и половой состав животных на лежбище в период массового выхода зверей на берег примерно такой же, каким его отмечал предыдущий исследователь, за исключением категории самок возраста 15+ – у нас их в выборке гораздо больше.

Несмотря на большое значение данного лежбища как места отдыха и кормежки мигрирующих животных и особый статус его охраны, отмечается сильная уязвимость местной группировки моржей от антропогенного беспокойства (собаки местных жителей, рейсовые вертолеты, морской транспорт на рейде у села). Необходимо разработать меры для предотвращения таких случаев.

determination for 0.9% of dead adults was impossible (due to the condition of the corpse, its inaccessibility to the observer: in the surf zone among rocks). The proportions of juveniles from 1 to 3 yr and young animals of age 4–5 yr were 11.2 and 0.9%, respectively (Fig. 2). In addition, 12 aborted fetuses were counted on the sandy beach within the haulout near the village. Some of these cases occurred after quite a long time after the panic events (sometimes after a week). No statistically significant differences in mortality rates were found between males and females of different ages ($t = 0.192$; $p \geq 0.05$; df = 14), i.e. it can be concluded that the mortality rate does not depend on sex. This is most likely explained by the fact that this haulout is mixed one and characterized by an approximately equal males-to-females ratio, including that ratio at birth, although it is clear that calves show the highest mortality).

The coastal mortality of animals outside the haulout (beyond the distance of 3 km) consisted of 17 animals, but this value was dominated by mostly adult animals (mainly females and males older than 6 yr, 48.0% and 11.6%, respectively). Mortality of calves outside the haulout was the lowest (1 individual, or 5.9%).

In general, it could be concluded that for the period since the last studies of the local walrus group (in 2010–2011) the duration of the haulout occupancy became slightly longer than in previous years (81 days) due to the earlier arrival of walruses. The timing of the maximum number of animals on shore also shifted to earlier dates (2–3 weeks). The age and sex structure of animals during their peak haulout ashore remained almost the same as it had been recorded before, except for the category of females of age 15+, the number of which in our sample was much higher.

In spite the great importance of this haulout as a ground for resting and feeding of migrating animals and its special conservation status, the local group of walruses is highly vulnerable to disturbance from human activities (local dogs, helicopters, and vessel traffic operating near the village). Measures should be taken to prevent such disturbance.

Список использованных источников / References

Арсеньев В.К. 1927. Тихоокеанский морж. Хабаровск-Владивосток: Книжное дело, 35 с. [Arsen'ev V.K. 1927. Pacific walrus. Khabarovsk-Vladivostok: Knizhnoe delo, 35 pp. INRUSSIAN]

Гольцев В.Н. 1968. Динамика береговых лежбищ моржа в связи с его распределением и численностью. Тр. ВНИРО, 68: 205–214. [Goltsev V.N. 1968. Dynamics of walrus coastal haulouts due to its distribution and abundance. Trudy VNIRO, 68: 205-214.INRUSSIAN]

Загребельный С.В., Кочнев А.А. 2017. Влияние изменений климата на летне-осеннее распределение тихоокеанского моржа в западной части Берингова моря: анализ причин и следствий. Известия ТИНРО, Т.190: 62-71. [Zagrebelnyy S.V., Kochnev A.A. 2017. The effect of climate change on the summer-fall distribution of the Pacific walrus in the western Bering Sea: an analysis of causes and effects. Izvestija TINRO, V.68: 62-71. IN RUSSIAN].

Кавры В.И., Кочнев А.А., Никифоров В.В., Болтунов А.Н. 2006. Мыс Ванкарем - природно-этнический комплекс на арктическом побережье Чукотки. В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр.по материалам IV междунар. конф. (Санкт-Петербург, Россия). М.: СММ: 227-230. [Kavry V.I., Kochnev A.A., Nikiforov V.V., Boltunov A.N. 2006. Cape Vankarem - a nature-ethnic complex at the Arctic coast of Chukotka (northeastern Russia). In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of 4th Inter. conf.(St. Peterburg, Russia). M.: MMC: 227-230].

Кавры В.И., Болтунов А.Н., Никифоров В.В. 2008. Новые береговые лежбища моржей (*Odobenus rosmarus*) – ответ на изменение климата. В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр.по материалам V междунар. конф. (Одесса, Украина).М.: СММ: 248–251. [Kavry V.I., Boltunov A.N., Nikiforov V.V. 2008. New coastal haulouts of walruses (*Odobenus rosmarus*) - response to the climate changes. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of scientific papers after the 5th Inter.conf. (Odessa, Ukraine). M.: MMC: 248-251].

Крюкова Н.В. 2012. Использование тихоокеанскими моржами (*Odobenus rosmarus divergens*) акватории вблизи береговых лежбищ Чукотки. В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр.по материалам VII междунар. конф. (Суздаль, Россия).Т.1. М.: СММ: 332-337. [Kryukova N.V. 2012. Use of waters near coastal haulouts by pacific walruses (*Odobenus rosmarus divergens*) in Chukotka. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of scientific papers after the 7 th Inter. conf. (Suzdal, Russia).Vol.1. M.: MMC: 338-343].

Крюкова Н.В., Кочнев А.А. 2012. Лежбище моржей (*Odobenus rosmarus divergens*) на мысе Ванкарем в 2011 г. В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр.по материалам VII междунар. конф. (Суздаль, Россия).Т.1. М.: СММ: 338-343. [Kryukova N.V., Kochnev A.A. 2012. The Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens*) terrestrial haulout on the Cape Vankarem in 2011. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of scientific papers after the7th Inter.conf. (Suzdal, Russia).Vol.1. M.: MMC: 344-349].

Крюкова Н.В. 2015. Современное состояние группировок тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus divergens*) на береговых лежбищах Чукотского полуострова. Диссертация на соискание уч.степени канд.биол.наук. М: ВНИРО. 150 с. [Kryukova N.V. 2015. The current status of Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens*) on coastal haulouts of the Chukchi Peninsula. PhD thesis. M.: VNIRO. 150 pp. IN RUSSIAN].

Никулин П.Г. 1941. Чукотский морж. Изв. ТИНРО, Т.20: 21-59. [Nikulin P.G. 1941. Walrus of Chukotka. Izvestija TINRO, V.20: 20-59. INRUSSIAN].

Fay F.H. 1982. Ecology and biology of the Pacific walrus, *Odobenus rosmarus divergens* Illiger. North American Fauna, 74: 285 pp.

Fay F.H. 1984. Modern population, migrations, demography, trophics, and historical status of the Pacific walrus. In: Fay F.H., Kelly B.P., Genrich P.H., Sease J.L., Hoover A.A. NOAA/OCSEAP Environmental Assessment Alaskan Continental Shelf. Final Report: 142 pp.

Коржев В.А., Забавников В.Б., Шафиков И.Н.

Анализ оценки численности гренландского тюленя беломорской популяции (*Pagophilus groenlandicus*) когортными моделями на современном этапе при отсутствии промысла

Полярный филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБУ ВНИРО), («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), Мурманск, Россия

Korzhev V.A., Zabavnikov V.B., Shafikov I.N.

Analysis of estimation of the current White Sea harp seal (*Pagophilus groenlandicus*) population abundance in the absence of hunting pressure, using cohort models

Polar branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), (“PINRO” named after N.M.Knipovich), Murmansk, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-128-136

Гренландский тюлень беломорской популяции (ГТБП) (*Pagophilus groenlandicus*) – это важная компонента экосистемы Баренцева и Белого морей. В течение длительного времени он был основным объектом промысла млекопитающих Норвегией и Россией. Одновременно ГТБП является хищником высшего трофического уровня, способным оказывать влияние на промысловые запасы рыб, и является главным конкурентом трески в потреблении мойвы. В настоящей работе рассмотрены возможность и особенности применения математических моделей для оценки численности ГТБП в условиях отсутствия промысла и недостатка собираемых биологических данных о состоянии тюленей.

Популяционная модель, используемая для оценки численности ГТБП, разработана в начале 2000-х годов и представляет собой когортную модель динамики с детерминированной возрастной структурой. С учетом отдельных внесенных модификаций эта модель до настоящего времени используется как основная при оценке численности тюленей совместной рабочей группой ИКЕС/НАФО по гренландскому тюленю и хохлачу (WGHARP). Подробная модель описана в ряде документов (ICES 2008, Коржев 2014). Она имеет 3 неизвестных параметра (смертность щенков, смертность тюленей в возрасте 1 год и старше, первоначальная или стартовая численность).

В модели используются два вида входных данных о репродуктивности популяции: доля половозрелых самок по возрастам и годам (т.е. огива созревания) и доля беременных самок в каждом году (т.е. коэффициент рож-

The harp seal of the White Sea population (*Pagophilus groenlandicus*) is an important component in the ecosystem of the Barents and White Seas. For a long time, it was the main mammal species subject to commercial hunting in Norway and Russia. At the same time, harp seal is a predator of the highest trophic level capable of influencing commercial fish stocks and the main food competitor of cod for capelin. In this paper, we discuss the possibilities and specifics of mathematical models use for estimating the size of the White Sea harp seal population in the absence of harvesting pressure and with insufficient biological data on the condition of seals.

The population model to estimate the harp seal population was developed in the early 2000s. It is a cohort dynamics model with a deterministic age structure. Taking into account some modifications made, it is still used as the main model in estimating the abundance of seals by the joint ICES/NAFO Working Group on the Harp and Hooded Seals (WGHARP). The model is described in detail in a number of documents (ICES 2008; Korzhev 2014). It has three unknown parameters (pup mortality, mortality at age 1 year and older, and initial or starting abundance).

The model uses two types of input data of population reproduction: the portion of mature females of different ages and in different year (i.e. maturation ogive) and the portion of pregnant females in each year (i.e. the birth rate). The age at 50% maturity (and the shape of maturation curves) varied significantly from 4.5 to

даемости). Возраст 50%-ого созревания животных (и вид кривых созревания) в течение времени значительно изменялся – от 4.5 до 8,1 лет (A. K. Frie at. al, 2003; Коржев, 2014; Коржев, Забавников, 2017). Для оценки огивы созревания в годы, когда данные по созреванию животных отсутствуют, выполняется линейная интерполяция между известными данными двух соседних периодов. Необходимо отметить, что за последние 11 лет (2007-2017 гг.) наблюдаемых данных о созревании тюленей нет. Это вносит большую неопределенность в оценки текущей численности популяции.

Коэффициенты рождаемости (F) тюленей для БПГТ доступны только за три периода: 1990-1993, 2006 и 2011 гг. В 1990-1993 гг. значение коэффициента F оценивалось как 0,84, в 2006 г. – 0,68 и в 2011 г. – 0.84. При расчетах по модели предполагается линейное изменение коэффициента F между известными значениями (ICES, 2014). С 1946 до 1990 г. принимается постоянное значение коэффициента беременности, равное 0,84.

Массивы вылова тюленей по годам сформированы по результатам отчетов о коммерческой охоте за 1946-2017 гг. В промысловых отчетах выловы разделены на две группы – вылов щенков и вылов «взрослых» животных (возраст 1+) – по годам промысла, но не содержат никакой дополнительной информации о возрастном составе уловов. Поэтому для получения вылова по возрастам и годам предполагается, что распределение улова по возрастам пропорционально оценкам численности возрастной структуры популяции в данном году. Период моделирования принято начинать с 1946 г., поскольку данные об уловах до этого года считаются ненадежными. Данных для оценки естественной смертности щенков и животных возраста 1+ по возрастам нет, поэтому предполагается, что для всех возрастов в рамках группы 1+ смертность постоянна.

Настройка параметров модели проводится минимизацией суммы квадратов отклонений между оценками численности щенков по модели и фактической численностью щенков (SSQ). Фактические оценки численности щенков взяты из материалов авиасъемок, проводимых ПИНРО в 1998-2013 гг. (ICES 2014).

Аэросъемки щенных залежек ГТБП, на которых подсчитывалось количество самок, стали проводить с 1968 г. В 1998 г. изменилась методика проведения авиасъемок щенных залежек. Стала оцениваться численность не самок, а щенков по новой методике и с применением новой техники. В первые годы таких съемок (1998-2003 гг.) численность щенков оценивалась в 286-330 тыс. голов, что превышало количество самок в предыдущих съемках в 2.5-3 раза. Начиная с 2004 г. численность

8.1 years over time (Frie et al. 2003; Korzhev 2014; Korzhev, Zabavnikov 2017). To estimate the maturation ogives of females in the years when no maturation data are available, a linear interpolation between known data from the two adjacent periods is used. It should be noted that over the past 11 years (2007–2017) there have been no recorded data on maturation of seals. This causes a major uncertainty in estimation of the current population size.

The birth rate (F) values for harp seals of the White Sea population that are available estimated for the three periods: 1990-1993 at 0.84; in 2006, at 0.68; and in 2011, at 0.84. In the model-based calculations, a linear variation in the F-rate between known values is assumed (ICES 2014). For 1946–1990, pregnancy rate was assumed to be constant, 0.84.

The data sets of seal catches by years had being created using the reports on commercial harvests for the years 1946–2017. In the harvest reports, the catches are divided into two groups: catches of pups and adult animals (age 1+) in different years. However, the reports provide no additional information on the age structure of catches. Therefore, to obtain a value of catch size by age and year, it is assumed that the distribution of catch by age is proportional to the estimated abundance of the age structure of the population in a given year. It is generally accepted to begin the simulation period from 1946, since the data on catches prior to this year are considered unreliable. There are no data to estimate natural mortality of pups and age-1+ animals by age, and, therefore, the mortality within the age-1+ group is assumed to be constant.

Tuning of the model parameters is carried out by minimizing the sum of squared deviations between the model-based pup abundance estimates and the actual abundance of pups (SSQ). The actual counts of pup abundance were inferred from materials of aerial surveys conducted by PINRO in 1998–2013 (ICES 2014).

The aerial surveys of whelping patches in the White Sea, where the number of females was counted, were carried out since 1968. In 1998, the method of aerial surveys of whelping patches changed, and since then the number of pups, not females, has been estimated using the new techniques. In the first years of such surveys (1998–2003), the abundance of pups was estimated at 286,000–330,000, which exceeded 2.5–3 times the number of females in previous surveys. Since 2004, the number of pups in the whelping patches began to decrease sharply, first to 234,000 animals in

щенков на залежках стала резко уменьшаться: сначала до 234 тыс. голов в 2004 г., затем до 122-123 тыс. в 2005 и 2008 годы. Последующие две съемки 2009 и 2010 гг. показали небольшое увеличение численности щенков до 157-163 тыс., однако последняя съемка, проведенная в 2013 г., снова показала уменьшение численности щенков до 129 тысяч.

К сожалению, имеется очень немного информации о динамике численности этой популяции. В 1951-1953 гг. численность БПГТ оценивалась в 1.3–1.5 млн животных. Из-за интенсивного промысла тюленей численность популяции к середине 1960-х годов резко снизилась. По данным Яковенко (Яковенко, 1967) численность самок на щенных залежках в 1967 г. не превышала 80 тыс., а общая численность животных оценивалась в 400-500 тыс. голов. Промысел был резко сокращен, и численность БПГТ к середине 1990-х годов постепенно увеличивалась и оценивалась на уровне 800 тыс. животных.

Учитывая очень скудную информацию о динамике параметров репродуктивности, резкое снижение численности щенков по данным авиасъемок с 2003 г., априорные величины коэффициентов естественной смертности, надежно оценить численность БПГТ по аналитической модели на современном этапе достаточно сложно. Поэтому решалась задача оценить неопределенности в оценке численности популяции, связанные с неопределенностями в оценке биологических параметров. Были рассмотрены несколько вариантов расчетов численности БПГТ: с постоянными параметрами репродуктивности для всего рассматриваемого периода и с параметрами репродуктивности, рассчитанными по подходам, описанным выше.

Оценка с постоянными значениями параметров репродуктивности.

Мы предположили, что коэффициент рождаемости (F) – случайная величина, имеющая нормальное распределение со средним 0,84 и стандартным отклонением 0,168. Для оценки стандартного отклонения принято, что коэффициент вариации составляет 20%. В соответствии с таблицей огива созревания тюленей по возрастам принята постоянной для всего периода (ИКЕС, 2008)

Описать фактическую динамику численности щенков по модели с постоянными параметрами невозможно (Рис. 1). В этом варианте расчетов начальная численность животных 1+ в стартовый год оценивается на уровне 3 млн голов, а численность популяции в 2018 г. оценивается на уровне 1,02 (ДИ 0,91-1,2) млн животных.

2004, then to 122,000–123,000 seals in 2005 and 2008. The following two surveys of 2009 and 2010 showed a slight increase in the number of pups to 157,000–163,000, but the last survey, conducted in 2013, again showed a decrease in the number of pups to 129,000 animals.

Unfortunately, there is very little data on the abundance dynamics of this population. In 1951–1953, the abundance of the White Sea harp seal population was estimated at 1.3–1.5 million animals. Due to the intensive hunting of seals, the population size dropped sharply by the mid-1960s. According to Yakovenko (1967), the number of females at whelping patches in 1967 did not exceed 80,000, and the total number of animals was estimated at 400,000–500,000. Following that the hunting pressure was sharply reduced, and the abundance of harp seals gradually increased by the mid-1990s, when their number was estimated at the level of 800,000.

Taking into account the very scarce information on the dynamics of reproduction parameters, the sharp decline in the number of pups as inferred from aerial surveys since 2003, and the a priori values of natural mortality rates, it is rather difficult to reliably estimate the abundance of the White Sea seal population by the analytical model at the present stage. Therefore, the problem was to estimate the uncertainties in population size calculations, associated with the uncertainties in estimation of biological parameters. We considered several options for calculating the size of the White Sea population: with constant parameters of reproduction for the entire period under study, and with parameters of reproduction calculated using the approaches described above.

Estimation with constant values of reproduction parameters.

It was assumed that birth rate (F) is a random variable having a normal distribution with an average of 0.84 and a standard deviation of 0.168. To estimate the standard deviation, the coefficient of variation was assumed to be 20%. In accordance with the table, the ogive of seals' maturation by age was assumed to be constant throughout the period (ICES 2008).

It is impossible to describe the actual dynamics of pup abundance using a model with constant parameters (Fig. 1). In this variant of calculations, the initial abundance of age-1+ animals in the starting year is estimated at 3 million animals, and the population abundance in 2018 is estimated at 1.02 (CI 0.91–1.2) million animals.

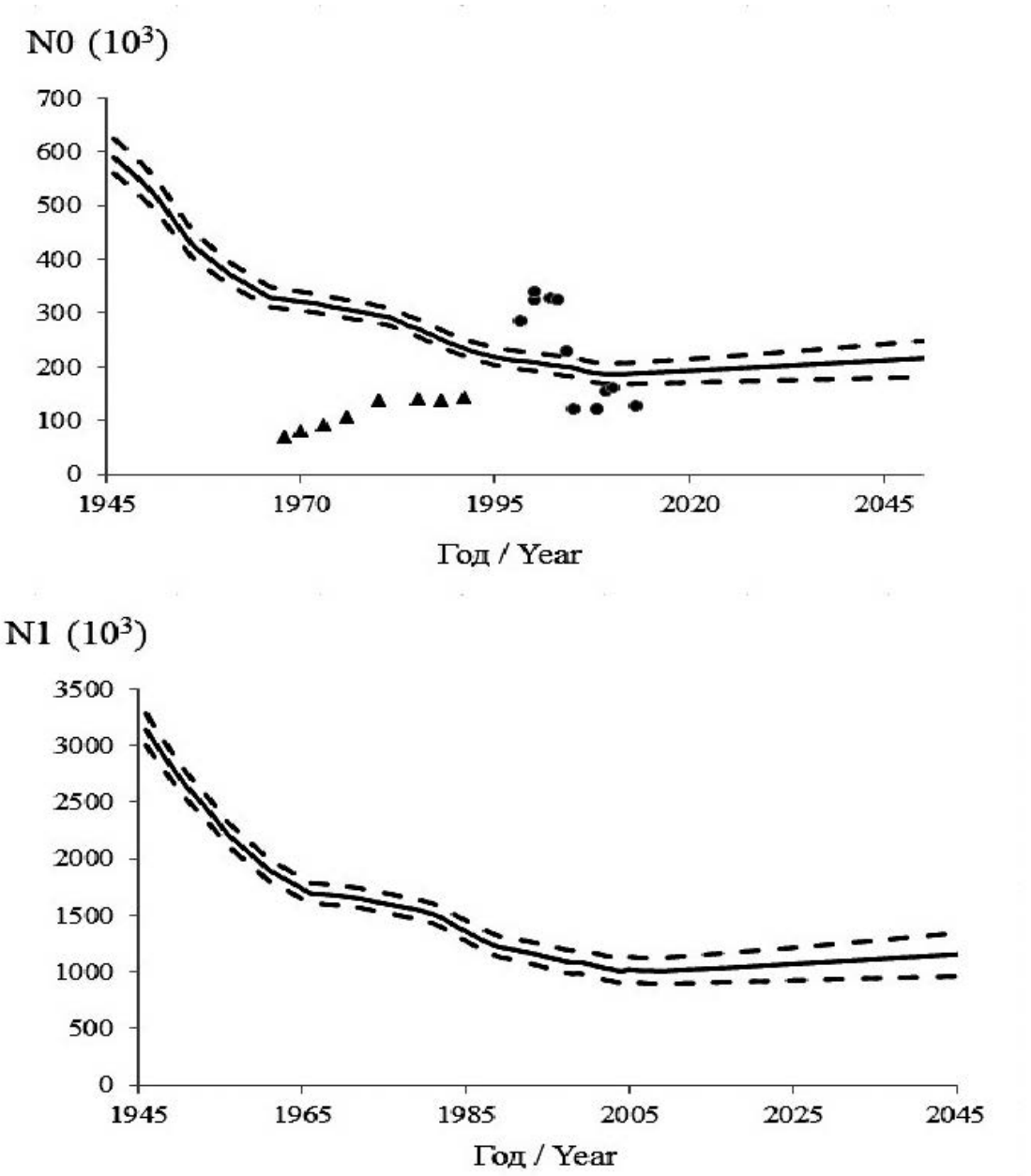


Рис. 1. Динамика численности гренландского тюленя беломорской популяции по когортной модели с постоянными значениями параметров репродуктивности. N0 – численность щенков (тыс.), N1 – численность животных 1+ (тыс.) ▲– по съемкам 1968-1991 гг., ● – по съемкам 1998-2013 гг.

Fig. 1. The abundance dynamics of the White Sea harp seal population obtained using a cohort model with constant values of reproduction parameters. N0 – abundance of pups (thousands), N1 – abundance of animals 1+ (thousands), ▲– surveys in 1968-1991, ● – surveys in 1998-2013.

Оценки по модели с постоянными параметрами репродуктивности не показывают резкого снижения численности БПГТ в 60-ые годы прошлого столетия, а оценки щенков в 4-5 раз превышают наблюдаемые по съемкам в эти годы. Следовательно, модель неадекватно опи-

The estimates based on the model with constant reproduction parameters do not show the sharp decline in the size of the White Sea population of the harp seal in the 1960s, and the pup estimates are 4–5 times higher than those observed during the surveys in those years.

Таблица. Доля половозрелых самок по возрастам для гренландского тюленя беломорской популяции
Table. Portions of mature females in the different age groups in the White Sea harp seal population

Возраст Age	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+
Доля половозрелых самок Portion of mature females	0	0	0	0	0.1	0.18	0.35	0.6	0.7	0.94	1

сывает предполагаемую фактическую динамику БПГТ (рис. 1).

Используя различные значения начальной численности, коэффициентов естественной смертности и коэффициента рождаемости, можно получить множество различных кривых динамики численности, которые имеют примерно одинаковые значения критерия настройки SSQ. Чтобы уменьшить неопределенность в выборе значений параметров популяции, мы предполагаем, что за период 2008-2020 гг. (в годы отсутствия промысла) общая численность популяции не должна резко возрастать. Это предположение мы объясняем тем, что последние съемки детенышей (2008-2013 гг.) в условиях отсутствия промысла имеют незначительные колебания в оценках детенышей, не имеют четко выраженной тенденции и могут свидетельствовать о некоторой стабилизации численности БПГТ.

Уменьшая начальную численность до 1,7, 1,5 и 1.2 млн голов, получаем различные траектории кривых численности с близкими значениями SSQ. Однако все они показывают, что в отсутствие промысла численность популяции неизменно возрастает. Причем, чем меньше начальная численность, тем выше скорость ее роста. Моделирование резкого роста численности в отсутствие промысла начиная с 2018 г. вызывает большое недоверие к оценкам. Поэтому модель с постоянными параметрами репродуктивности не может адекватно описать отмечаемую исследователями динамику БПГТ и использование модели не целесообразно.

<u>Оценка с переменными значениями параметров репродуктивности.</u>

Рассматривались два варианта.

1) Моделирование с переменными значениями параметров полового созревания по возрастам и годам ($p_{i,j}$) и с коэффициентом рождаемости (F), меняющимися по правилам, описанным выше, а именно: в годы, когда данные известны, – берутся их значения, для лет, в которые данные отсутствуют, – используется линейная интерполяция между годами с известными данными.

Consequently, the model does not adequately describe the presumable actual population dynamics (Fig. 1).

Using different values of the initial population, natural mortality rates, and birth rate, we can obtain a variety of population dynamics curves that have approximately the same values of the SSQ tuning criteria. In order to reduce uncertainty in the selection of values of population parameters, we assume that in the period 2008–2020 (in the absence of hunting pressure) the total population size should not increase sharply. We explain this assumption by the fact that the recent surveys of pups (2008–2013), when there was no hunting, show insignificant fluctuations in estimates, do not have a clearly defined tendency, and may indicate some stabilization of the abundance of the White Sea harp seal population.

By reducing the initial abundance to 1.7, 1.5, and 1.2 million animals, we obtain different trajectories of the abundance curves with the similar values of SSQ. However, they all show that, in the absence of harvesting pressure, the population size steadily increases. Moreover, the smaller the initial abundance, the higher the growth rate of the abundance. The simulated sharp increase in abundance with no harvest starting from 2018 causes a great distrust of the estimates. Therefore, a model with constant parameters of reproduction cannot adequately describe the dynamics of the White Sea population noted by researchers, and the use of the model is not advisable.

<u>Estimation with variable values of reproductive parameters.</u>

Two options were considered.

(1) Modeling with variable values of maturation parameters between ages and years ($p_{i,j}$) and with the birth rate (F) varying according to the rules described above: in the years when data are available, actual values are used; for years in which data are not available, linear interpolation between the years with known data is used.

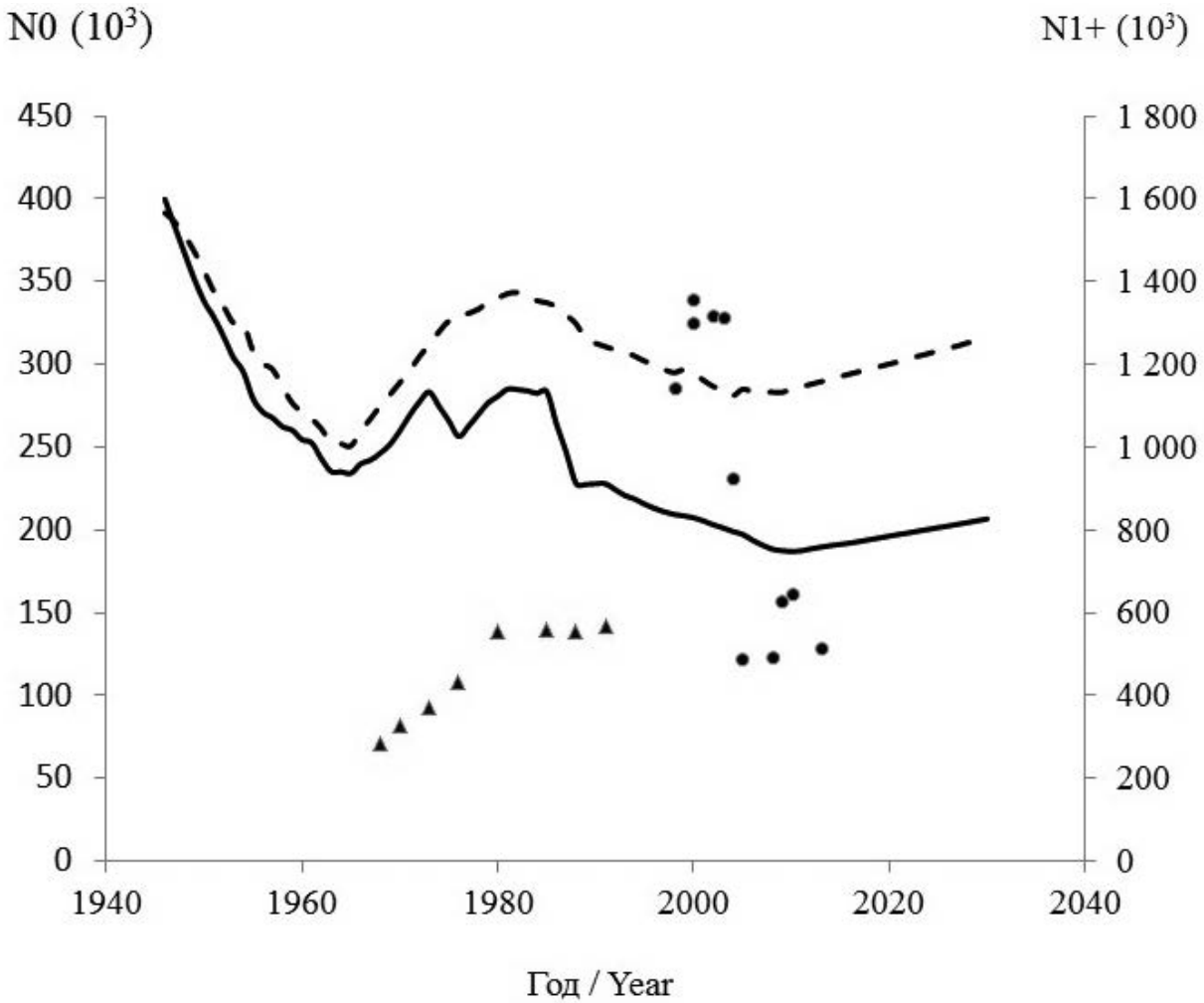


Рис. 2. Моделирование динамики численности щенков и животных 1+ гренландского тюленя беломорской популяции. ▬ N0 – численность щенков (тыс.), – – N1 – численность животных 1+ (тыс.) ▲– по съемкам 1968-1991 гг., ● – по съемкам 1998-2013 гг.

Fig. 2. A model of abundance dynamics for pups and animals aged 1+ of the White Sea harp seal population. ▬ N0 – abundance of pups (thousands), – – N1 – abundance of animals 1+ (thousands), ▲– surveys in 1968-1991, ● – surveys in 1998-2013.

2) Коэффициент рождаемости F принят постоянным и равным 0,84 с 1960 по 2003 гг., а для последующих лет (2004-2013 гг.) подбирался таким, чтобы моделируемая численность щенков хорошо описывала фактическую численность щенков по съемкам 1998-2013 гг.

По первому варианту расчетов модель также не может адекватно описать изменения в численности пополнения в 1998-2013 гг. Но в этом случае в динамике кривых численности можно отметить проявление тенденций, отмечаемых ранее исследователями, а именно: снижение численности с 1946 г., достижение минимума в

(2) The birth rate F for the period from 1960 to 2003 is assumed to be constant, 0.84; for the subsequent years (2004–2013), it varies and selected in such a way that the simulated abundance of pups matched well the actual abundance of pups inferred from the surveys in 1998–2013.

According to the first version of the calculations, the model also cannot adequately describe the changes in the abundance of recruitment in 1998–2013. But, in this case, manifestations of some tendencies (noted earlier by the researchers) can be seen in the dynamics of the abundance curves: the decline in the population since

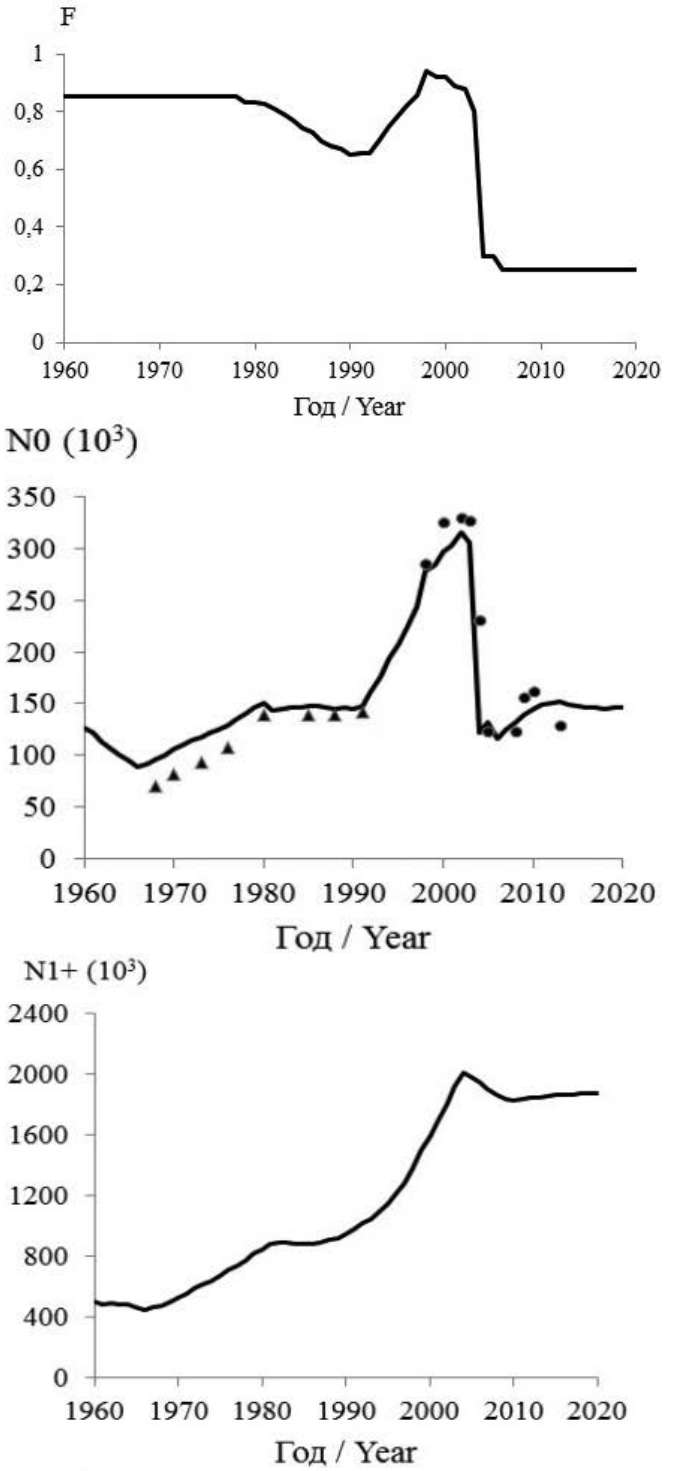


Рис. 3. Предполагаемая динамика коэффициента рождаемости (F) и моделируемые значения численности щенков (N0) и взрослых животных (N1+) гренландского тюленя беломорской популяции. ▲– по съемкам 1968-1991 гг., ● – по съемкам 1998-2013 гг.

Fig. 3. The estimated dynamics of birth rate (F) and the modeled abundance values for pups (N0) and adult animals (N1+) of the White Sea harp seal population. ▲– surveys in 1968-1991, ● – surveys in 1998-2013.

середине 1960-х годов, затем изменения численности, связанные с динамикой вылова (Рис. 2).

И в этом варианте численность щенков по модели значительно превышает численность рожавших самок по съемкам в 1968-1991 гг. Текущее состояние популяции оценивается на уровне около 1.2 млн животных возраста 1+ и около 200 тыс. щенков. Численность щенков по оценке модели превышает численность щенков в последних съемках 2008-2013 гг. (см. Рис. 2).

Математическое моделирование позволяет исследовать, как должен был изменяться коэффициент рождаемости, чтобы описать изменения в численности щенков, наблюдаемые по результатам авиасъемок за 1998-2013 гг. Для этого был выполнен вариант расчета, в котором за стартовый принят 1960 год. За период с 1946 по 1960 гг. о численности щенков или самок на щенных залежках ничего не известно, поэтому этот промежуток в 15 лет мы в расчетах и настройке не использовали.

Результаты моделирования показали следующее. Чтобы оценки численности щенков по модели соответствовали оценкам щенков по съемкам, коэффициент рождаемости F_t должен был меняться следующим образом: быть постоянным и равным 0,85 с 1960 по 1978 гг., затем линейно снижаться до 0,65 к 1991 году. После 1991 г. коэффициент рождаемости должен был увеличиваться до 0,89 в 2001г., а затем резко снизиться до 0,25 в 2005 г. и сохраняться на этом уровне до 2013 г. В дальнейших расчетах на 2014-2030 гг. предполагалось, что оценка F сохранится на том же уровне (рис. 3).

Эти оценки F представляются очень низкими. Однако, учитывая «неблагоприятные» ледовые условия щенки самок БПГТ в последний период, которые вызвали увеличение естественной смертности щенков, увеличение выкидышей у самок, а также предполагая тенденцию изменения коэффициента F_t для БПГТ такую же, какая отмечается с 1960 по 2004 гг. у самок гренландского тюленя ньюфаундленской популяции (в 2004 г. F у них снизился до 0,44), и учитывая предварительные оценки снижения его до 0,3 в 2010-2011 гг. (Sjare B., Stenson G.B. 2010), можно предположить, что наши оценки численности и коэффициента F_t для БПГТ могут быть вполне реальны. При этом численность животных возраста 1+ БПГТ на 2018 г. оценивается на уровне 2,0 млн, а численность щенков – 156 тыс. голов (см. рис. 3).

Исследования показали, что описать динамику численности щенков по съемкам можно, только предполагая большие изменения во времени коэффициента

1946, the minimum reached in the mid-1960s, and then the variations in the abundance associated with the harvesting dynamics (Fig. 2).

In this version, the model-based abundance of pups also significantly exceeds the abundance of pupped females inferred from the surveys in 1968–1991. The current population is estimated at about 1.2 million animals aged 1+ years and approximately 200,000 pups. According to the model, the abundance of pups exceeds the numbers recorded during the last surveys of 2008–2013 (Fig. 2).

A mathematical model allows us to investigate how the birth rate should have changed to describe the variations in the pup abundance observed during the aerial surveys in 1998–2013. For this, we performed a variant of calculation in which the year 1960 was considered as a start. For the period from 1946 to 1960, nothing is known about the abundance of pups or females at whelping patches, and, therefore, we did not use this 15-year period in the calculations and tuning.

The model showed following results. To achieve agreement of the model-based estimates of pup abundance with the survey-based ones, the birth rate F_t should be constant and equal to 0.85 from 1960 to 1978 and then decrease linearly to 0.65 by 1991. After 1991, the birth rate should increase to 0.89 in 2001, then sharply decrease to 0.25 in 2005, and remain at this level until 2013. In further calculations for 2014–2030, it was assumed that the F estimate would remain at the same level (Fig. 3).

These F-estimates seem to be very low. However, taking into account the “unfavorable” ice conditions for whelping of harp seal females during the last period, which caused an increase in natural pup mortality, the increased rate of miscarriages in females, the assumed tendency of variation in the F_t rate for the White Sea population similar to that was observed from 1960 to 2004 in female harp seals of the Newfoundland population (in 2004, their F fell to 0.44), as well as based on the preliminary estimates of its decline to 0.3 in 2010–2011 (Sjare, Stenson 2010), we can suggest that our estimates of abundance and F_t for the White Sea population may be quite plausible. At the same time, the abundance of age-1+ animals in the White Sea harp seal population for 2018 is estimated at 2.0 million; the number of pups, at 156,000 (Fig. 3).

The studies have shown that describing the dynamics of pup abundance based on surveys is possible only if we assume large variations in the birth rate over

рождаемости. В связи с этим на данном этапе можно предположить две гипотезы: 1) численность популяции 1+ достаточно высокая (до 2 млн экз.), но коэффициент рождаемости очень низкий; 2) коэффициент рождаемости близок к его среднему значению, и тогда численность популяции животных 1+ находится на уровне около 1 млн голов. В первом случае вылов тюленей может осуществляться при предположении о повышении коэффициента рождаемости. Во втором случае популяция находится на уровне ее относительной стабилизации (как в 1980-1990-ые годы), и тогда вылов возможен на уровне 20-30 тыс. животных (как это было ранее, и который не приводил к истощению популяции).

Использование когортной модели для оценки численности и прогноза вылова в настоящее время не рекомендуется. Необходимо организовать по возможности систематический сбор биологической информации о состоянии тюленей. При отсутствии биологических данных для оценки численности морских млекопитающих более предпочтительно, на наш взгляд, использование продукционных моделей, которое объясняется их относительной простотой и минимальными требованиями к входным данным. Для их реализации достаточно иметь данные вылова и одну или несколько оценок численности (например, по авиасъемкам).

time. In this regard, two hypotheses could be made: (1) the population abundance of age-1+ animals is quite high (up to 2 million animals), but the birth rate is very low; (2) the birth rate is close to its average value, and, therefore, the number of age-1+ animals is approximately 1 million animals. In the former case, harvesting of seals can be carried out with an assumption that the birth rate increases. In the latter case, the population is at the level of its relative stabilization (as in the 1980s–1990s), and, therefore, harvesting is allowed at the level of 20,000–30,000 animals (as it was previously, when it did not cause depletion of the population).

The use of a cohort model for estimating abundance and catch forecasts is currently not recommended. It is necessary to organize, where possible, systematic collection of biological data on the condition of seals. With the lack of biological data for estimating the abundance of marine mammals, in our opinion, use of production models is more preferable due to their relative simplicity and minimal requirements for input data. To implement them, it is enough to have data on catch and one or more estimates of abundance (for example, inferred from aerial surveys).

Список использованных источников / References

Коржев В.А. 2014. Оценка численности и управление промыслом гренландского тюленя *Pagophilus groenlandicus* (*Phoca groenlandica* Erxleben, 1777). Труды ВНИРО, 151: 87-94 [Korzhev V.A. 2014. The estimation of the abundance and management of the harp seal hunt *Pagophilus groenlandicus* of the White Sea Population. Trudy VNIRO, 151: 87–94].

Коржев В. А., Забавников В. Б. 2017. Оценка численности гренландского тюленя беломорской популяции в условиях недостатка биологической информации. Труды ВНИРО, 168: 105-115 [Korzhev, V. A., Zabavnikov. V. B. 2014. Estimation of the White Sea Harp Seal Population Abundance with the incomplete biological data. Trudy VNIRO. 168: 195-115].

Яковенко М.Я. 1967. Беломорская популяция гренландского тюленя и перспективы ее эксплуатации. Мурманск, Труды ПИНРО, XXI: 6-18. [Yakovenko M.Y. 1967. The White Sea population of harp seals and the prospects of its exploitation. Murmansk, Trudy PINRO, XXI: 6–18].

ICES. 2008. Report of the Joint ICES/NAFO Working Group on Harp and Hooded Seals, 27–30 August 2008, Tromsø, Norway. ICES CM 2009/ACOM, 17, 59 p.

ICES. 2014. Report of the Working Group on Harp and Hooded Seals 17-21 November 2014. Quebec City, Canada. ICES CM 2014/ACOM, 20, 50 p.

Sjare B., Stenson G.B. 2010. Changes in the reproductive parameters of female harp seals (*Pagophilus groenlandicus*) in the Northwest Atlantic. ICES J. Mar. Sci., 67: 304–315.

Frie A.K., Potelov V.A., Kingsley M.C.S., Haug T. 2003. Trends in age-atmaturity and growth parameters of female Northeast Atlantic harp seals, *Pagophilus groenlandicus* (Erxleben, 1777). ICES Journal of Marine Science, 60: 1018–1032.

Корнев С.И., Никулин В.С., Белонович О.А.

Численность северного морского котика (*Callorhinus ursinus*) на репродуктивных лежбищах о. Беринга в 2013-2017 гг.

Камчатский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБУ ВНИРО), («КамчатНИРО»), Петропавловск-Камчатский, Россия

Kornev S.I., Nikulin V.S., Belonovich O.A.

Number of northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) at the rookeries of Bering Island in 2013–2017

Kamchatka branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-137-145

На Командорских островах мониторинг северного морского котика лаборатория морских млекопитающих выполняет непрерывно с 1958 г. В данной статье анализируются сведения по результатам работ, выполненных в период с 2013 по 2017 гг. на репродуктивных лежбищах о. Беринга (Северном и Северо-Западном).

В 2013-2017 гг. на лежбищах о. Беринга выполняли подсчет секачей и холостяков с интервалом в 5 дней в соответствии с существующими рекомендациями (Арсеньев 1968).

Для оценки численности приплода северных морских котиков на Командорских островах в эти годы использовали как прямой подсчет методом прогона, так и расчетный метод, основанный на среднем соотношении максимальной численности самок на берегу и щенков (Корнев и др. 2013). За последние 5 лет оценку численности приплода на Северном лежбище выполняли расчетным методом по количеству самок на берегу. В 2016 г. на основных участках лежбища с высокой численностью удалось провести подсчет методом прогона, который, несомненно, более точен. Поэтому скорее в 2016 г. получены более достоверные результаты по оценке численности щенков на этом лежбище.

Для обновления расчетных коэффициентов по данной методике требуется раз в 2-3 года проводить подсчет щенков методом прогона. В 2016 г. проводился последний учёт, выполненный таким методом.

Смертность щенков на Северо-Западном лежбище определяли прямым подсчетом, после сгона взрослых животных с лежбища в конце гаремного периода.

The northern fur seal population at the Commander Islands rookeries has been monitored by the Marine Mammal Laboratory continuously since 1958. This article summarizes the results of the work conducted from 2013 to 2017 at the northern fur seal breeding rookeries of Bering Island (Severnoe and Severo-Zapadnoe).

During this period, northern fur seal bulls and bachelors were counted at 5-day intervals in accordance with accepted recommendations (Arseniev 1968).

To estimate the number of northern fur seal pups at the Commander Islands rookeries, both direct counts and the calculation method were used. The calculation method is based on the average ratio of the maximum numbers of females and pups on shore (Kornev et al. 2013). Over the past 5 years, the number of pups at the Severnoe (Northern) rookery was estimated by calculations, using the number of females on shore. In 2016, pups on the main reproductive parts of the rookery were counted directly after adults were driven away; this approach is undoubtedly more accurate. Therefore, the 2016 counts provided more reliable data on the number of pups at the rookery.

To update the calculation coefficients, for this method, it is required to carry out direct pup counts once every 2–3 years. The last direct count was conducted in 2016.

Pups' mortality rate at the Severo-Zapadnoe (North-Western) rookery was also determined by direct counting, after the adult animals were driven away from the rookery at the end of the harem period.

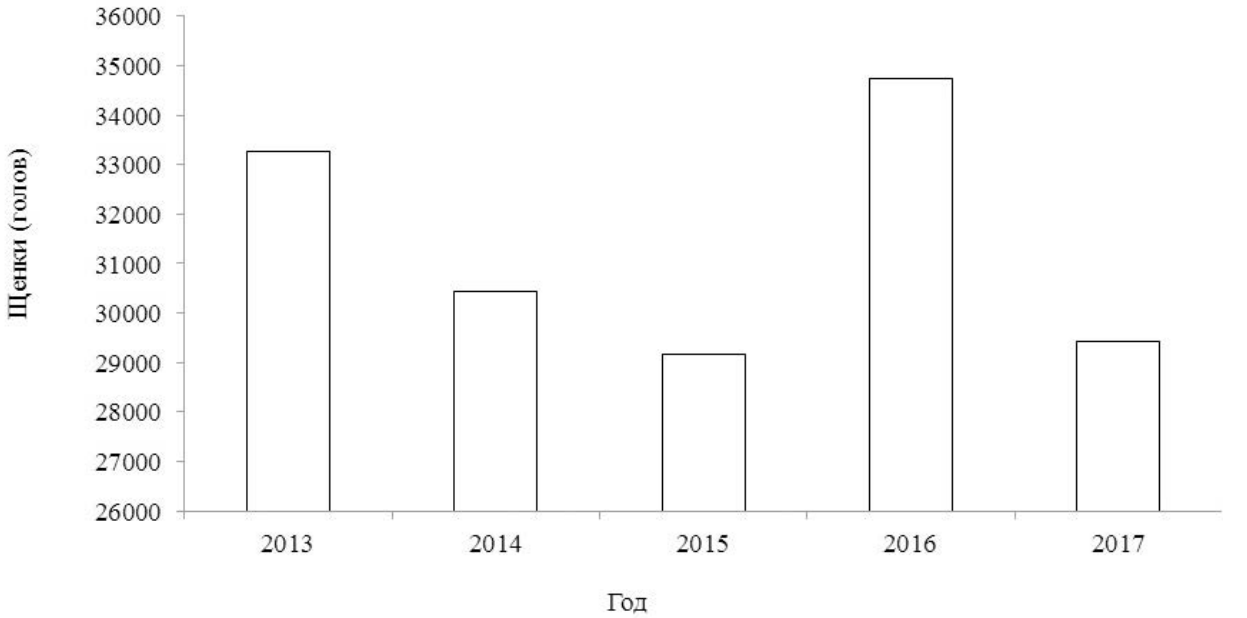


Рис. 1. Межгодовая динамика численности приплода морского котика на лежбищах о. Беринга в 2013-2017 гг.
Fig. 1. Year-to-year dynamics of the number of northern fur seal pups at the rookeries of Bering Island in 2013-2017.
Щенки (голов) – Number of pups; Год – Year

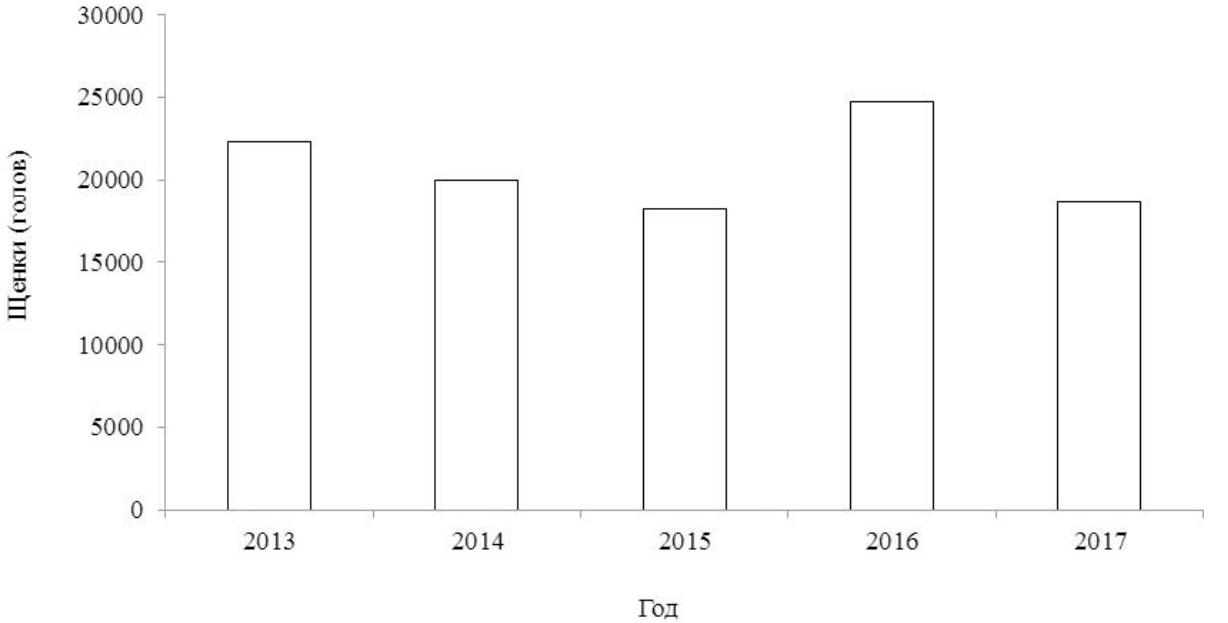


Рис. 2. Численность щенков на Северном лежбище в 2013-2017 гг.
Fig. 2. Number of northern fur seal pups at the Severnoe rookery in 2013–2017.
Щенки (голов) – Number of pups; Год – Year

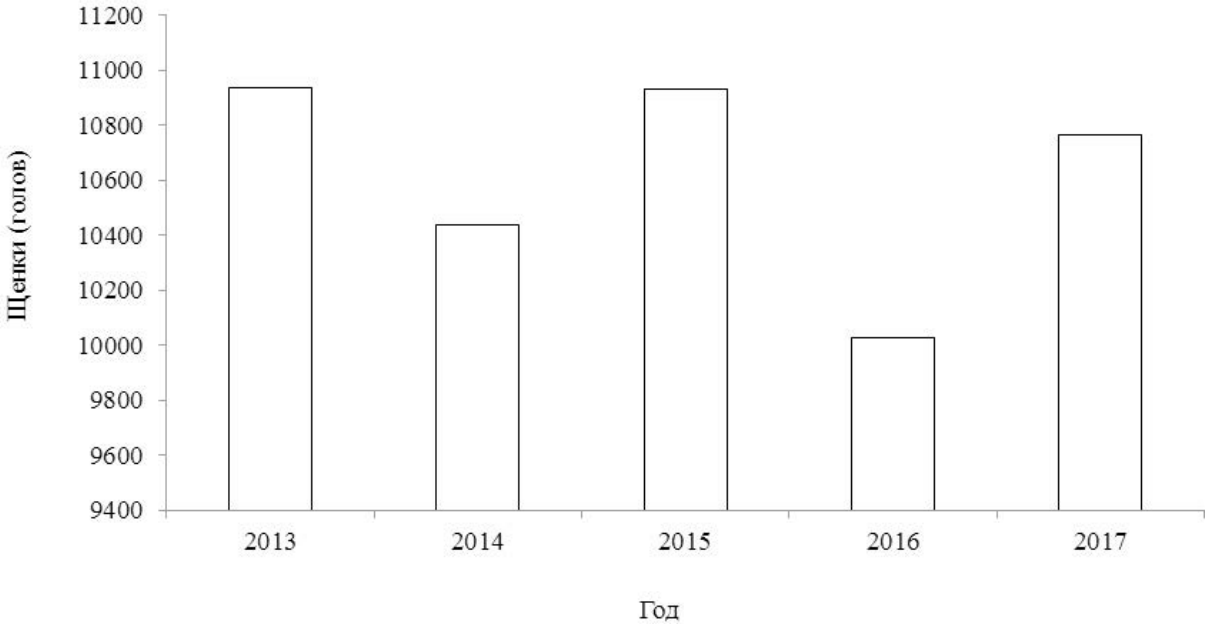


Рис. 3. Численность щенков на Северо-Западном лежбище в 2013-2017 гг.
Fig. 3. Number of northern fur seal pups at the Severo-Zapadnoe rookery in 2013-2017.
Щенки (голов) – Number of pups; Год – Year

Для определения максимальной численности самок на берегу традиционно выполняется их подсчет примерно с 11 по 20 июля ежедневно на каждом лежбище. После выявления пика численности (снижение численности на следующий день) учеты прекращали и брали для расчетов максимальное число самок, учтённое в предыдущий день. В 2017 г. В.С. Никулиным было выполнено 18 учетов самок на Северо-Западном лежбище (17.06-15.07.2017) и на Северном лежбище Д.Н. Захаровой был выполнен один учет самок — 17.07.2017.

Для оценки промыслового запаса холостяков (самцов 3–5-летнего возраста) использовали данные прямого подсчета этой категории котиков по максимальной их численности на каждом промысловом лежбище. В 2017 г. было выполнено 11 учетов холостяков на лежбищах о. Беринга. Кроме того, для определения промыслового запаса данной категории морских котиков используют расчет по коэффициентам выживаемости поколений.

Оценку промыслового запаса самцов серых котиков (щенков-самцов 3–4-мес. возраста) рассчитывают из величины приплода (по состоянию на 2 года до начала промысла) с поправкой на естественную смертность (1–3%). Оценку выполняют за 3–4 месяца до начала промысла в ноябре.

Traditionally, to determine the maximum number of females on shore, they are counted approximately from July 11 to 20 every day at each rookery. After recording the peak of number (with a decrease in number on the following day), the counts are stopped, and the maximum number of females counted on the previous day is used for calculations. In 2017, V.S. Nikulin carried out 18 female counts at the Severo-Zapadnoe rookery (June 17–July 15, 2017); at the Severnoe rookery, D.N. Zakharova conducted one count of females on July 17, 2017.

To estimate the commercial stock of bachelors (males at 3–5 years of age), we used maximum values of direct counts of this age group at each of the rookeries, which are subject to commercial harvesting. In 2017, 11 bachelor counts were conducted at the rookeries of Bering Island. In addition, to determine the commercial stock of this age group, we calculated the survival rates by generations.

We estimated the commercial stock of male “gray” fur seals (male pups at 3–4 months of age) based on the number of pups (as of 2 years before the start of the harvest) and adjusted for the natural mortality rate (1–3%). The assessment is performed 3–4 months before the harvest starts in November.

Щенки. Суммарно на двух промысловых лежбищах (Северное, Северо-Западное) на о. Беринга численность щенков в 2017 г. была близка к стабильной в пределах доверительного интервала (от 29234 до 33571) и составила 29415 особей (рис. 1). Для Северного лежбища в 2017 г. было учтено 18648 щенков, для Северо-Западного — 10767 щенков (рис 2, 3). Таким образом, в 2017 г. на Северном лежбище численность приплода была в пределах доверительного интервала (от 18402 до 23163). Однако возможен недоучет численности приплода в связи с разовым выполнением подсчета щенков в 2017 г.

На Северо-Западном лежбище численность живых щенков в 2017 г. составила 9157 особей, павших – 1610 особей, общая численность приплода была стабильна за 5 лет и равна 10767 голов, что вписывается в границы доверительного интервала для этого лежбища (от 10280 до 10960). Смертность щенков составила 15% от общей численности, что также не отличается от среднего за 2013–2017 гг. значения.

Таким образом, численность приплода на Северо-Западном лежбище в последние 5 лет остается примерно на одном среднем уровне.

Секачи. В 2017 г. максимальная общая численность секачей на двух лежбищах о. Беринга составила 3282 голов, что находится на границе доверительного интервала (3281–3731) (рис. 4) и несколько ниже, чем в 2015–2016 гг.

В 2017 г. на Северном лежбище максимальное количество секачей было отмечено 15 июля, их численность составила 1903 особи (доверительный интервал от 1866 до 2265) (рис. 5). Это ниже, чем в 2015–2016 гг. на 15% и 6% соответственно.

На Северо-Западном лежбище максимальная общая численность секачей во время учета, выполненного 15 июля 2017 г., составила 1379 особей (рис. 6), в т.ч. гаремных секачей – 545 особей, безгаремных – 834 особи. Полученные значения близки к среднемноголетним данным.

В 2017 г. на одного секача на Северном и Северо-Западном лежбищах приходилось 10 и 8 рожавших самок соответственно. Оптимальное социоэкономическое соотношение между секачами и половозрелыми самками на эксплуатируемых коммерческим промыслом лежбищах может составлять 1:20 (Владимиров 1998). Низкое отношение числа самцов к самкам на о. Беринга в 2017 г. указывает на несущественное влияние на них промысла.

Pups. At the two commercial rookeries (Severnoe and Severo-Zapadnoe) of the Bering Island, the total number of pups in 2017 was estimated at 29415 (within the confidence interval (CI) 29234–33571), which was similar to the values of the previous years (Fig. 1). In 2017, a total of 18648 pups were counted at the Severnoe rookery and 10767 at the Severo-Zapadnoe rookery (Figs. 2, 3). Overall, in 2017, the number of pups at the Severnoe rookery was similar to those in the previous years (within CI 18402–23163). However, an undercount bias is possible because only one count of pups was conducted in 2017.

At the Severo-Zapadnoe rookery, the number of live pups in 2017 was 9157, and the count of dead pups was 1620. The total number, 10767 (which fits into the CI limits for this rookery 10280–10960), was similar to the 5-year average value. The mortality rate of pups was 15%, which also does not differ from the average value for 2013–2017.

Thus, the level of recruitment at the Severo-Zapadnoe rookery in the recent 5 years has remained at almost the same average level.

Bulls. In 2017, the maximum total number of bulls at the two rookeries of Bering Island was 3282, which is close to the lower limits of CI (3281–3731) (Fig. 4) and is somewhat lower than in 2015–2016.

The maximum number of bulls at the Severnoe rookery during 2017 season was observed on July 15: 1903 individuals (CI 1866–2265) (Fig. 5). This count is lower than in 2015 and 2016 by 15% and 6%, respectively.

At the Severo-Zapadnoe rookery, the maximum total number of bulls during the survey, performed on July 15, 2017, was 1379 individuals (Fig. 6), including 545 harem and 834 non-harem bulls. The values obtained are close to the average long-term data.

In 2017, there were 10 and 8 mature females per one bull at the Severnoe and Severo-Zapadnoe rookeries, respectively. The optimum ratio between bulls and mature females at the commercial rookeries could be up to 1 : 20 (Vladimirov 1998). The low males-to-females ratio on Bering Island in 2017 indicates a low impact of harvest on males.

Bachelors. The total number of bachelors on Bering Islands in 2017 was estimated at 5787 individuals, which fits inside the CI limits (4717–5868) (Fig. 7).

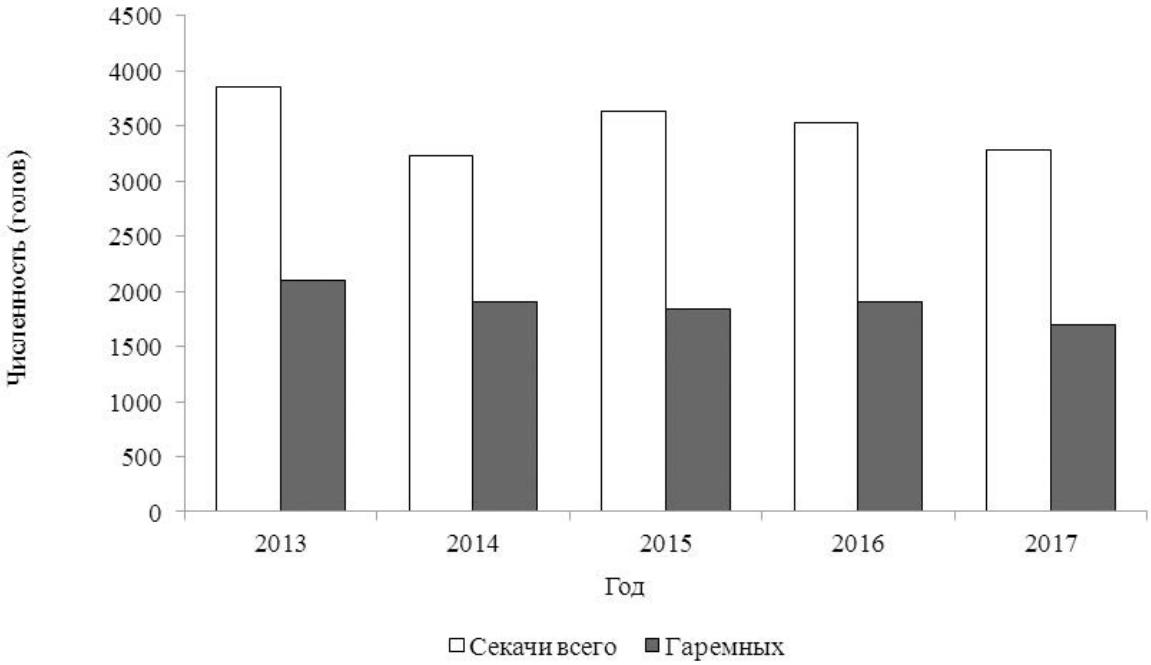


Рис. 4. Численность секачей на лежбищах о.Беринга в 2013–2017 гг.
Fig. 4. Number of northern fur seal bulls at the rookeries of Bering Island in 2013–2017.
Численность (голов) – Number; Год – Year; Секачи всего – Total of bulls; Гаремных – Harem bulls

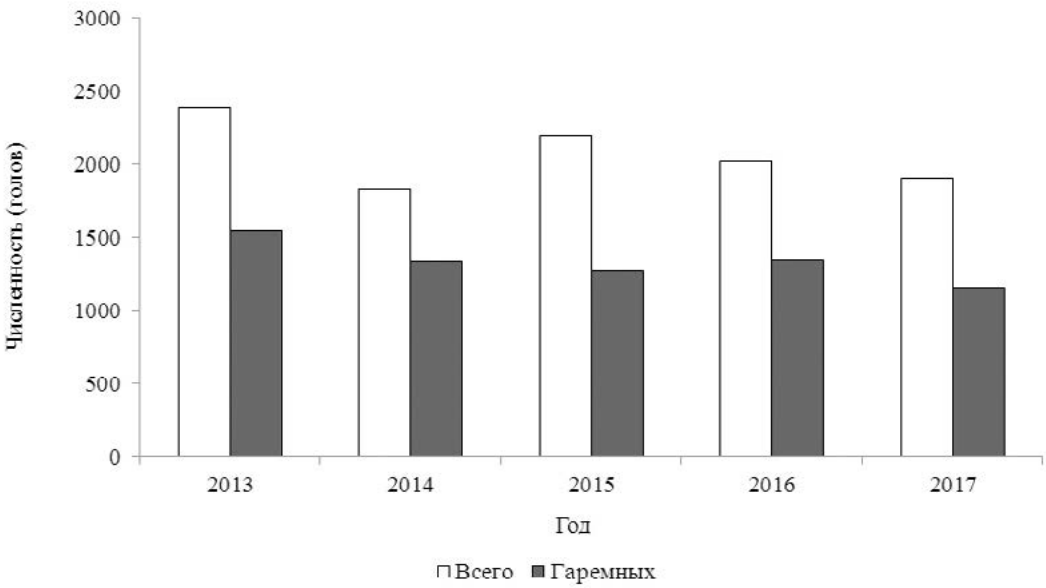


Рис. 5. Численность секачей на Северном лежбище в 2013–2017 гг.
Fig. 5. Number of northern fur seal bulls at the Severnoe rookery in 2013–2017.
Численность (голов) – Number; Год – Year; Всего – Total; Гаремных – Harem bulls

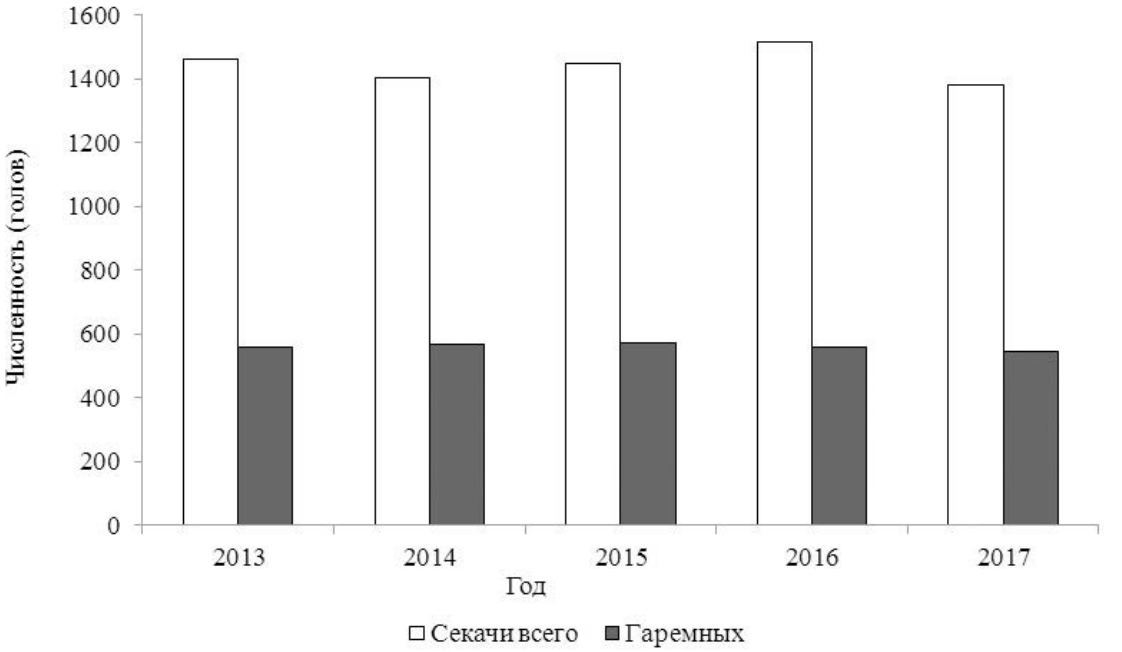


Рис. 6. Численность секачей на Северо-Западном лежбище в 2013–2017 гг.
Fig. 6. Number of northern fur seal bulls at the Severo-Zapadnoe rookery in 2013–2017.
Численность (голов) – Number; Год – Year; Секачи всего – Total of bulls; Гаремных – Harem bulls

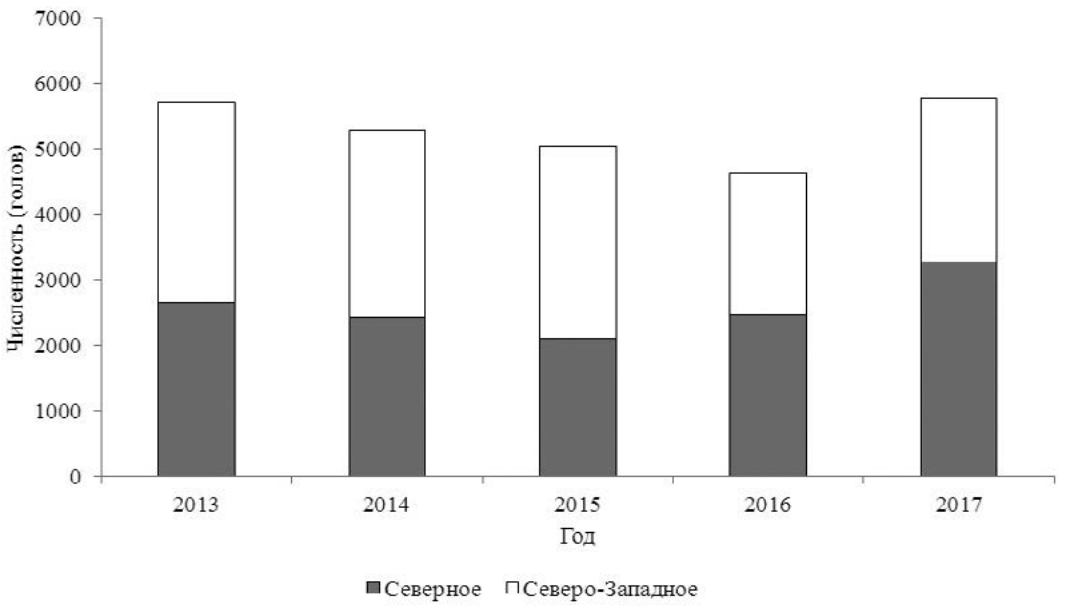


Рис. 7. Численность холостяков на лежбищах о.Беринга в 2013–2017 гг.
Fig. 7. Number of northern fur seal bachelors at the rookeries of Bering Island in 2013–2017.
Численность (голов) – Number; Северное – Severnoe rookery; Северо-Западное – Severo-Zapadnoe rookery

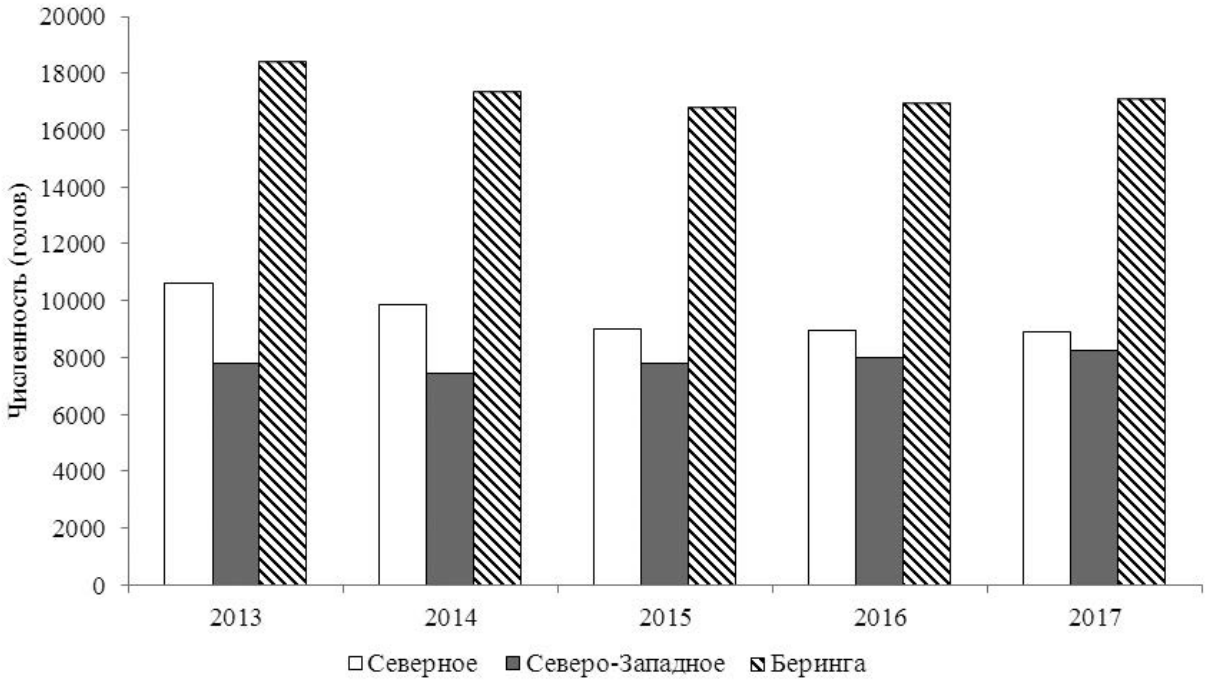


Рис. 8. Численность самок на лежбищах о.Беринга в 2013–2017 гг.
Fig. 8. Number of female northern fur seals at the rookeries of Bering Island in 2013–2017.
Численность (голов) – Number; Северное – Severnoe rookery; Северо-Западное – Severo-Zapadnoe rookery; Беринга – Bering Is.

Самцы-холостяки. Общая численность холостяков на о. Беринга в 2017 г. составила 5787 особей, что не выходит из границ доверительного интервала (4717–5868) (рис.7).

Промысловый запас (холостяки), по данным прямых учетов в 2017 г., составлял на Северо-Западном лежбище 2500 голов, на Северном – 3287 особей. Из-за ежегодного недоиспользования очевидно, что их запасы в последние годы изменяются незначительно и находятся на уровне, близком к среднемноголетнему.

Самки. Береговая численность самок на лежбищах о. Беринга в течение 2013-2017 гг. была примерно на одном уровне (17336 ± 288 особей, рис. 8). По сведениям В.С. Никулина, 15 июля 2017 г. молодые самки (в возрасте до 6 лет) на Северо-Западном лежбище составляли около 20% (1629 особей) от всей численности учтенных самок. С 2012 г. по 2017 г. на этом лежбище доля молодых самок возросла на 30%, что может указывать на вероятный рост численности приплода в ближайшие годы на Северо-Западном лежбище.

According to the direct counts in 2017, the number of bachelors available for harvest at the Severo-Zapadnoe rookery was estimated at approximately 2500; and at the Severnoe rookery - 3287. Due to the annual under-harvesting, it is obvious that their stocks have changed only slightly in recent years and are close to the average long-term level.

Females. The number of females on the rookeries of Bering Island in 2013–2017 was approximately at the same level (17336 ± 288 individuals, Fig. 8). According to V.S. Nikulin, on July 15, 2017, young females (under 6 years of age) at the Severo-Zapadnoe rookery made about 20% (1629 individuals) of the total number of recorded females. From 2012 to 2017, the proportion of young females at this rookery increased by 30%, which may indicate a probable increase in the number of pups at the Severo-Zapadnoe rookery in the coming years.

According to our estimates, in 2017, the total number of fur seals (of all the age categories, including females) at the two rookeries of Bering Island was approximately 100 000 individuals (based on the assumption that the

Таблица 1. Межгодовая динамика ОДУ(общего допустимого улова), добычи (голов) и освоения ОДУ (%) морского котика в 2013–2017 гг.
Table 1. Year-to-year dynamics of the TAC (total allowable catch), the catch (animals) and the TAC actual catch (%) of northern fur seal in 2013–2017

Годы Years	Котики-холостяки Bachelors			Серые котики Grey pups			Суммарно Total		
	ОДУ TAC	Вылов Catch	Освоение Actual catch	ОДУ TAC	Вылов Catch	Освоение Actual catch	ОДУ TAC	Вылов Catch	Освоение Actual catch
2013	1872	46	2.5	2988	25	0.8	4860	71	1.5
2014	2411	25	1	2875	334	11.6	5286	359	6.8
2015	2392	25	1.1	2550	233	9.1	4942	258	5.2
2016	1194	0	0	1425	971	68.1	2619	971	37
2017	393	110	28	1588	1150	72	1981	1260	63.6

По нашим оценкам, в 2017 г. общая численность морского котика (всех возрастных категорий, в т.ч. самок) на двух лежбищах о. Беринга составила около 100 тыс. особей (исходя из концепции, что численность приплода составляет не менее 30% от общей численности) (Кузин 1999).

Запасы морских котиков на о. Беринга в настоящее время находятся на среднем уровне, позволяющем вести его научно обоснованную добычу.

Состояние промысла. Регулируемый и научно обоснованный промысел морских котиков на Командорских островах ведётся с 1958 г. в соответствии с Временной Конвенцией о сохранении морских котиков, заключённой между СССР, США, Канадой и Японией в 1957 г.

В последние 5 лет промысел котиков характеризуется неравномерным уровнем ежегодной добычи. В 2013–2017 гг. котиков добывали для нужд алеутских общин и в коммерческих целях. Кроме того, проводился живоотлов для дельфинариев в культурно-просветительских целях.

В 2017 г., после 5-ти летнего перерыва, возобновилась добыча морских котиков в промышленных объемах (табл. 1). В 2017 г. добыча морского котика производил ООО «Алеутский рыбокомбинат». Всего в 2017 г. было добыто 1260 морских котиков, в том числе по промышленной квоте добыли 1025 серых котиков (табл. 1).

Мясо морских котиков использовалось для питания местному населению о. Беринга, испытывающему ре-

number of pups is at least 30% of the total number) (Kuzin 1999).

The current fur seal stock on Bering Island is at an average level, and sustain scientifically-calculated harvest.

Northern fur seal harvest. The controlled and scientifically-based harvest of northern fur seals on the Commander Islands has been carried out since 1958, after signing the Interim Convention on Conservation of North Pacific Fur Seals by the governments of the USSR, USA, Canada, and Japan in 1957.

In the last 5 years, fur seal harvests have been characterized by an uneven level of annual catches. In 2013–2017, northern fur seals were hunted for the needs of indigenous Aleutian communities and for commercial purposes. In addition, fur seals were live-caught for the cultural and educational purposes to be kept in aquariums.

In 2017, after a 5-year pause, harvest of fur seals resumed at a commercial scale (Table 1). Fur seals were caught by OOO “Aleutskii rybokombinat” (Aleutian Fish Factory). In that year, the total catch was 1260 individuals, including 1025 “gray” seals (Table 1), according to the commercial quota.

Fur seal meat is used by the residents of Bering Island as a traditional food. Skins are sold through the trading network. However, so far the profitability of this trade remains very low, despite the great potential of using raw materials from fur seals, both in the food and medical industries.

гулярную потребность в традиционном виде пищи. Шкуры были реализованы через торговую сеть. Однако до сих пор рентабельность такого промысла очень низка, несмотря на большие потенциальные возможности использования сырья из морского котика как в пищевой, так и в медицинской промышленности.

Авторы выражают благодарность А.А. Генералову, Д.Н Захаровой, С.В. Фомину, В.В. Новикову, А.П. Семеринову, М.Г. Шитовой, Д.В. Шитову за помощь в сборе и обработке данных.

Authors are very grateful to A.A. Generalov, D.N. Zakharova, S.V. Fomin, V.V. Novikov, A.P. Semerinov, M.G. Shitova, and D.V. Shitov for the their help in conducting the works at the rookeries.

Список использованных источников / References

Арсеньев В.А. 1968. Программа и методика исследований по морским котикам. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). Т. 68. Известия Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО). Т. 62. С. 7–31 [Arseniev V.A. 1968. Program and methods of research on fur seals. Proceedings of the All-Union Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (VNIRO). 68. Izvestiya Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO). T. 62. P. 7-31].

Владимиров В.А. 1998. Современное состояние популяций морских котиков в России и основные принципы промыслового использования их ресурсов. Северный морской котик. М: РАН. С. 406-449 [Vladimirov V.A. 1998. Current status of fur seal populations in Russia and the main principles of commercial use of their resources. Northern fur seal. M: RAS. Pp. 406-449].

Корнев С.И., Никулин В.С., Белонович О.А., Никулин С.В., Генералов А.А. 2013. Результаты исследований, проведенных лабораторией морских млекопитающих. Материалы отчетной сессии ФГУП «КамчатНИРО» по итогам научно-исследовательских работ в 2012 г. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 55–68 [Kornev S.I., Nikulin V.S., Belonovich O.A., Nikulin S.V., Generalov A.A. 2013. Results of studies conducted by the laboratory of marine mammals. Materials of the reporting session of FSUE “KamchatNIRO” on the results of scientific research in 2012 - Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO. Pp. 55-68].

Кузин А.Е. 1999. Северный морской котик. М.: Совет по мор. млекопит., Тихоокеан. НИ рыбохоз. центр. 395 с. [Kuzin A.E. 1999. Northern fur seal. M .: Council on the sea. mammal, Pacific. NO fish farm. Centre. 395 p.].

Крюкова Н.В. [1,2], Козлов М.С. [2], Скоробогатов Д.О. [2,3], Переверзев А.А. [2], Крупин И.Л. [2], Шевелёв А.И. [2], Бурканов В. Н. [2,4]

Смертность моржей (*Odobenus rosmarus*) в районе лежбищ северного побережья Чукотки в 2017 г.

1. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ ВНИРО), Москва, Россия
2. Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Петропавловск-Камчатский, Россия
3. Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Саратов, Россия
4. Лаборатория морских млекопитающих, Аляскинский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, НОАА, Сиэтл, США

Kryukova N.V. [1,2], Kozlov M.S. [2], Skorobogatov D.O. [2,3], Pereverzev A.A. [2], Krupin I.L. [2], Shevelev A.I. [2], Burkanov V.N. [2,4]

Pacific walrus (*Odobenus rosmarus*) mortality in northern Chukotka haulouts, 2017

1. Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
2. Kamchatka branch of the Pacific Geographical Institute, Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia
3. Saratov State Technical University named after Y.A. Gagarin, Saratov, Russia
4. Marine Mammal Laboratory, Alaska Fisheries Science Center, NOAA, Seattle, USA

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-146-154

Происходящее в последние годы значительное сокращение площади льда в Арктике и увеличение продолжительности безледного периода в летне-осенний сезон оказывают существенное влияние на жизнь тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus divergens*) (Jay et al. 2012). Отсутствие льда в Чукотском море вынуждает животных совершать продолжительные миграции между местами нагула в море и отдыха на берегу и может оказывать негативное влияние на их выживаемость. Кроме этого, большие скопления моржей на лежбищах в годы с низкой ледовитостью Чукотского моря резко увеличивают вероятность массовой гибели животных в случае их беспокойства, что ведет к увеличению общей смертности этого подвида. Целью нашего исследования в летне-осенний сезон 2017 г. явился мониторинг смертности моржа на лежбищах северного побережья Чукотского полуострова, описание причин беспокойства и оценка их влияния на смертность моржа.

Наблюдения проводили в районе мыса Шмидта (с 7 августа по 7 октября, 62 дня), мыса Ванкарем (с 28 августа по 25 октября, 59 дней), на острове Колючин (с 25 августа по 9 октября, 46 дней), мысе Инчоун (с 30 августа по 24 октября, 56 дней), села Лорино (с 26 августа по 20 ноября, 87 дней). Таким образом, наблюдениями было охвачено четыре из пяти функ-

The significant reduction in the sea ice area, observed in recent years, and the longer ice-free period during summer and autumn in the Arctic have had a substantial impact on life of the Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens*) (Jay et al. 2012). The lack of ice in the Chukchi Sea forces animals to make long migrations between feeding grounds at sea and haulouts onshore and can negatively affect their survival. In addition, large aggregations of walruses on haulouts in the years with low sea-ice cover in Chukchi Sea sharply increase the probability of mass mortality of animals in case of stampede, which results in a higher overall mortality rate of this subspecies. The goal of our study in the summer–autumn season of 2017 was to monitor the mortality of walruses on their haulouts on the northern Chukchi Peninsula coast, describe the causes of disturbance, and assess their effect on walrus mortality.

Observations were conducted near the Cape Shmidta (from August 7 to October 7, 62 days), Cape Vankarem (August 28 to October 25, 59 days), at Kolyuchin Island (from August 25 to October 9, 46 days), at Cape Inchoun (from August 30 to October 24, 56 days), and in the vicinity of Lorino Village (from August 26 to November 20, 87 days). Thus, the observations covered four out of the five walrus haulout sites occupied by

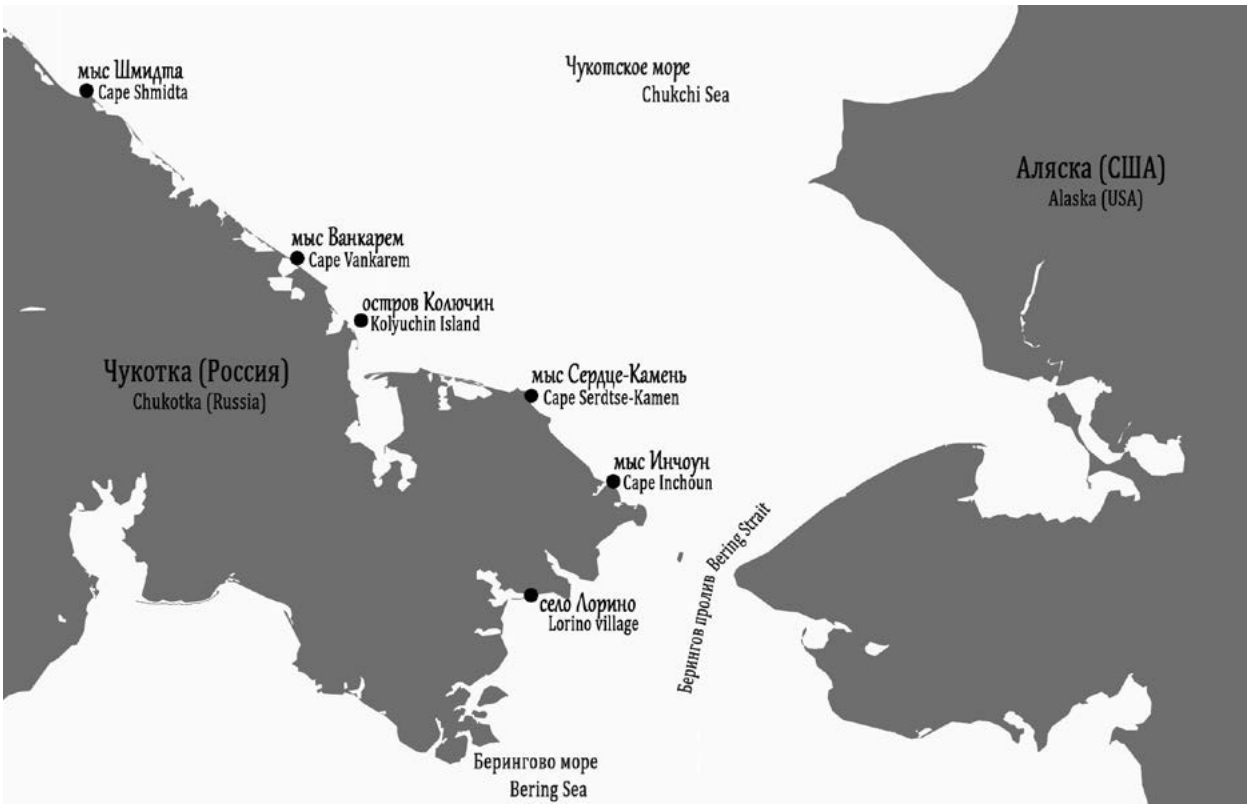


Рис. 1. Район исследования
Fig. 1. Study region

ционировавших в 2017 г. лежбищ моржа у северного побережья Чукотского полуострова (Рис.1).

Наблюдения на всех лежбищах и примыкающего к ним побережья проводили ежедневно. Нередко присутствие белых медведей на лежбище или рядом с ним не позволяло подходить к трупам даже тогда, когда моржей не было на берегу, в этом случае регистрация погибшего животного проводилась, когда оно становилось доступно для осмотра. Во избежание двойного подсчета все трупы при первом осмотре маркировались – делались характерные надрезы ножом (например, на переднем и/или заднем ласте), каждый раз в одном и том же месте. При осмотре павших зверей этот маркер проверялся, при его наличии животное не включалось в подсчет. Во время детального осмотра каждого трупа проводилось описание его состояния (пол, возраст, свежесть, упитанность, наличие внешних повреждений и др.), оценивалась причина гибели.

Возраст и пол моржей определяли по методике, основанной на использовании полового диморфизма

animals in 2017 along the northern Chukchi Peninsula coast (Fig.1).

Observations on all the haulouts and the adjacent parts of coastline were carried out daily. The presence of polar bears on or near the haulout often prevented us from approaching the carcasses even when there were no walruses on shore; in this case, the dead animals were registered when they became accessible for examination. In order to avoid re-counting, all the registered carcasses were marked at the first examination: distinguishable incisions were made with a knife in the same place (for example, on the fore and/or hind flipper) in all the animals. This marker was checked in examination of each dead walrus; if it was present, the animal was not taken into account. During detailed examination of each carcass, its state was described (gender, age, freshness, body condition, external injuries, etc.), and a suggestion was made on the cause of death.

Age and sex of walruses were determined by a method based on the sexual dimorphism and exterior characteristics typical of the respective age group (Fay,

и особенностей экстерьера разных возрастных групп (Fay, Kelly 1989). Упитанность свежепогибших моржей оценивали по внешним признакам. Худые животные имели остро выступающие лопатки, большие складки кожи, просматривался шейный перехват, очертания ребер. Нормально упитанные звери не имели вышеперечисленных признаков, но кожа в районе живота провисала. Хорошо упитанные звери имели округлые очертания, кожа не провисала. В течение всего сезона следили за появлением и продолжительностью нахождения в районе лежбищ естественного хищника моржа – белого медведя.

Помимо наблюдений на лежбище для поиска трупов осматривали и побережье. Так в окрестностях мыса Ванкарем проведено 7 выездов (3, 11, 27 сентября, 2, 7, 14 и 17 октября) к устью лагуны Ванкарем (3.5 км), одна поездка (06.09) на лодке вдоль побережья до мыса Онман (33 км) и 3 выезда (10, 21 и 27 сентября) по побережью на запад (15 км). В районе села Инчоун обследовали косу, отделяющую лагуну Инчоун от Чукотского моря, протяженностью 11 км к западу от села. Был проведен один выезд на квадроцикле (03.09), один выезд на лодке вдоль берега (28.09) и один пеший маршрут (20.09) протяженностью 5 км от окраины села. Из села Лорино было проведено 9 выездов (26 августа, 4, 15, 20, 22 октября, 8, 10,13 и 20 ноября) на квадроцикле до мыса Хальвэткын для обследования Мечигменской косы и проведено несколько пеших маршрутов от устья реки Акканивеем на восток до мыса Кригугон, где был осмотрен участок протяженностью около 4 км (29 августа, с 14 по 18 ноября). На острове Колючин ежедневно осматривался южный участок острова (0.8 км) и лежбище с квадрокоптера.

На протяжении всего сезона во время нахождения на лежбище наблюдатели записывали все случаи беспокойства моржей, обращая внимание на причину, вызвавшую беспокойство, и количество сошедших в воду моржей.

Мыс Шмидта. На протяжении сезона на лежбище, на побережье вокруг утеса Кожевникова и на косе, соединяющей утес с основным берегом, а также на побережье к западу и востоку от утеса было обнаружено 575 погибших моржей. Возраст определен у 359 особей. Среди них большинство были неполовозрелые особи (0-5 лет) – 83%, из них сеголетки составили 44%. Упитанность удалось определить у 362 особей (63% от всех трупов). Подавляющее большинство (89%) имели нормальную и хорошую кондицию.

Основная смертность моржей в районе мыса Шмидта связана с высокой активностью белого медведя. Этот

Kelly 1989). Body condition of recently died walruses was assessed by their external traits. Lean animals had evidently protruding shoulder blades, large folds of skin, visible neck constriction, ribs. Normally fed animals did not have the above signs, but the skin in the belly area sagged down. Well-fed animals had rounded outlines, the skin did not sag. Throughout the season, we recorded arrivals of polar bears, the natural predators of walruses, and duration of their stay in the area of haulouts.

In addition to observations at the haulout, we inspected the coast in search of carcasses. Thus, in the area of Cape Vankarem we made 7 trips (on September 3, 11, 27 and October 2, 7, 14, 17) to the mouth of the Vankarem Lagoon (3.5 km), one trip (on September 6) on a small boat along the coast to Cape Onman (33 km), and 3 trips (on September 10, 21, and 27) along the coast to the west (15 km). In the vicinity of the village of Inchoun, we inspected the spit separating the Inchoun Lagoon from the Chukchi Sea, extending to 11 km west of the village. Also, we made one trip on an all-terrain vehicle (ATV trip) (on September 3), one boat trip along the coast (on September 28), and one 5-km walking route (on September 20) from the outskirts of the village. From Lorino Village, we made 9 ATV trips (on August 26, on October 4, 15, 20, 22, and on November 8, 10, 13, 20) to Cape Khalvetkyn to inspect the Mechigmen Spit and several walking routes from the Akkaniveem River mouth eastward to Cape Krigugon to inspect an area extending for approximately 4 km (on August 29, from November 14 to 18). On Kolyuchin Island, we daily inspected the southern part of the island (0.8 km) and the haulout using a quadcopter.

Throughout the season, during the stay at the haulout, observers recorded all cases of walrus stampede, paying special attention to the cause of this behavior and the number of walruses that left the haulout.

Cape Shmidta. During the season, a total of 575 dead walruses were found on the haulout, on the shore around the Kozhevnikov cliff and on the spit connecting the cliff with the main coast, as well as on the coast west and east of the cliff. Age was determined for 359 individuals. Most of them, 83%, were immature individuals (aged 0–5 yr), of which 0-yr-old calves accounted for 44%. Body condition was determined for 362 individuals (63% of all carcasses). The vast majority (89%) had normal and good conditions.

The mortality of walruses in the Cape Shmidta area is associated mainly with the high activity of polar bears. These predators were daily present on the

Рис. 2. Аэрофотоснимок изолированной залежки на восточной стороне утеса Кожевникова мыса Шмидта (автор М. Козлов)

Fig. 2. Aerial photograph of the isolated haulout on the northern side of the Kozhevnikov cliff, Cape Shmidta (by M. Kozlov)

хищник ежедневно присутствовал на утесе Кожевникова в районе лежбища. В период с 7 сентября по 7 октября в районе лежбища ежедневно находилось не менее 10 особей, в отдельные дни их численность достигала 20 особей при единовременном осмотре. Большую роль в смертности моржа в районе этого лежбища играл рельеф берега. По нашим наблюдениям, часть моржей поднималась на вершину утеса на восточной его стороне, образуя там изолированную группировку (Рис. 2). По каким-то причинам, возможно из-за активности белых медведей, моржи не могли спуститься вниз тем же путем. Они пытались найти спуск в месте своей залежки и срывались вниз, падая на животных, расположившихся на валунах внизу. Падения таких массивных зверей с высоты около 60 м приводило к их травмированию и гибели. Скатывания моржей с обрыва вызывали также камнепады. Большие камни падали со склона на моржей внизу и смертельно их калечили. Мы наблюдали такую трагедию 28 сентября около полудня, когда на вершине утеса среди моржей произошла паника, причиной которой стали собаки, преследовавшие белых медведей. В результате этой паники в море сошло около 2500 моржей. Вероятно, похожая ситуация

Kozhevnikov cliff near the haulout. In the period from September 7 to October 7, at least 10 individuals stayed in the vicinity of the haulout each day, with their number reaching 20 animals in a single observation on some days. The topography of the shore also played an important role in the walrus mortality at this haulout. According to our observations, a part of walruses climbed up to the top of the cliff on its eastern side, forming an isolated group there (Fig. 2). For some reasons, perhaps due to polar bears, walruses could not go back down the same path. They tried to find a way from their place and fell down on the animals resting on boulders below. The fall of such massive animals from a height of nearly 60 m led to their injury and death. The walruses rolling down the cliff also caused rockfalls. Large rocks fell from the slope on the walruses on shore and caused deadly injuries. We watched this tragedy on September 28, at noon, when a panic occurred among walruses on the cliff top, caused by dogs that were chasing polar bears. As a result of that panic, up to 2,500 walruses stampeded to the sea. Probably, a similar situation occurred on September 14, when most of the walruses on the haulout rushed to the water after being startled

произошла и 14 сентября, когда сошла большая часть залежки моржей в связи с беспокойством их белыми медведями. Несколькими днями позже был осмотрен берег в районе этой залежки и обнаружено 68 погибших моржей под камнями и в куче друг на друге, а также с явными признаками травм. Предположительно еще около 50 погибших моржей стали причиной такой ситуации. Таким образом число погибших животных за время существования этой залежки на вершине утеса составило, вероятно, более 100 особей.

Мыс Ванкарем. На лежбище и в его окрестностях было учтено 409 погибших моржей. Возраст удалось определить у 397 особей. Как и на мысе Шмидта, подавляющее большинство среди них составили неполовозрелые особи в возрасте 0-5 лет (89%), в том числе 76% были сеголетки. На лежбище было обнаружено 13 выкидышей (3% от общего числа трупов). Упитанность была определена у 239 особей (58%), подавляющее большинство среди них (72%) имели нормальную и хорошую упитанность. Всего зарегистрировано 64 трупа (из 409) с явными признаками травм.

Зарегистрировано 9 случаев беспокойства моржей, при которых животные сходили в воду. Дважды (31.08 и 29.09) причиной беспокойства для моржей стали непривязанные собаки, которые прибежали на лежбище из села, при этом сошло в воду около 10300 и 2800 моржей соответственно. В первом случае собаки были отстреляны инспектором. Свежие следы собак на лежбище периодически встречались и в другие дни, но наблюдатели находились на лежбище не постоянно и поэтому могли не видеть беспокойства моржей. Дважды (17.09 и 22.09) причиной беспокойства стали неосторожные действия наблюдателей, при этом в воду сошло 400 и 60 моржей соответственно. Дважды (03.10 и 04.10) причиной схода были чайки, которые сидели на окраине лежбища и резко поднялись в воздух вблизи залежки и тем самым побеспокоили зверей, – сошло 300 и 600 моржей соответственно. Около 1000 моржей сошли в воду при приближении к мысу морского судна (04.09) и 800 моржей – во время посадки рейсового вертолета (04.10) на окраине села. Однажды причиной паники стало падение одиночного моржа с крутого берега вниз, на лежбище, при этом в воду сошло 300 моржей. Во время сезона наблюдатели не видели прихода на лежбище белых медведей, хотя местные жители сообщили об одной встрече молодой особи белого медведя в районе лежбища 4 сентября.

Остров Колючин. За период наблюдений на острове было обнаружено 12 погибших моржей. Большинство (9 особей) из них были замечены на лежбище при его

by polar bears. A few days later, we inspected the shore in the area of this haulout and found 68 dead walruses under stones, in a pile on top of each other, and also with evident signs of injuries. Another 50 dead walruses were supposedly the cause of such situation. Thus, the total number of dead animals during the existence of this haulout on top of the cliff was probably more than 100 individuals.

Cape Vankarem. A total of 409 dead walruses were counted on the haulout and in its vicinities. Age of 397 individuals was detected. As in the case of observations at Cape Schmidt, most of them were immature individuals aged 0–5 yr (89%), of which 76% were 0-yr-old calves. Also, 13 aborted fetuses were found on the haulout (3% of the total number of carcasses). Body condition was determined for 239 individuals (58%); most of them (72%) had normal and good body conditions. Only 64 of the carcasses (of the 409) had evident signs of injuries.

We recorded nine cases of panic behavior among walruses in which the animals rushed to the water. Two times (on August 31 and September 29) the walruses were startled by unleashed dogs that ran to the haulout from the village; then as many as 10,300 and 2,800 walruses left the houlout, respectively. In the first case, the dogs were shot by the inspector. Fresh tracks of dogs on the haulout were periodically found on other days, but observers were not constantly there, and, therefore, might overlook the panics of walruses. Two times (on September 17 and 22), the cause of stampede was the careless actions of observers, with 400 and 60 walruses leaving the haulout, respectively. Two times (on October 3 and 4), the cause of stampede was seagulls that were initially sitting at the edge of the haulout, then abruptly rose into the air and, thus, frightened the animals, of which 300 and 600, respectively, rushed to the water. Approximately 1,000 walruses were startled by a marine vessel approaching the cape (September 4), and 800 walruses by a helicopter (October 4) landing near the village. Once the cause of panic was the fall of a single walrus from the steep shore down on the animals below, after which 300 walruses rushed into the water. During the season, observers did not see polar bears coming to the haulout, although local residents reported one encounter with a young polar bear in the area of the haulout on September 4.

Kolyuchin Island. During the observation period, 12 dead walruses were found on the island. Most of them (9 individuals) were seen on the haulout during its

осмотре со скал сверху. Из-за высокой крутизны склона доступ к погибшим моржам был невозможен. Поэтому пол и возраст был определён только у двух животных, которые были обнаружены в прибое с южной стороны острова. Один из них был самец в возрасте 3 года, а второй – 2-летняя самка. Еще одна особь обнаружена в северо-западной части острова, в прибое под скалами. У 7 особей, обнаруженных на лежбище, удалось определить только возраст – трое из них были сеголетками, трое – в возрасте 2-3 года и один в возрасте 4-5 лет. Причины гибели не были установлены, вероятно, детеныши были подавлены взрослыми зверями. Упитанность удалось определить у 5 особей (42% от всех трупов), из них 80% имели нормальную и хорошую кондицию.

За весь период наблюдений на острове было отмечено 3 случая беспокойства моржей: дважды (03.09 и 04.09) их причиной был белый медведь, который близко приближался к краю залежки моржей, при этом в море сошло 200 и 92 побеспокоенных моржей соответственно. Один раз (25.08) причиной беспокойства моржей были охотники, которые стреляли моржей в воде недалеко от лежбища, и, услышав звуки выстрелов, вся залежка моржей из 300 особей сошла в воду.

Следует отметить, что минимум один белый медведя регулярно встречался у лежбища. Он обычно кормился на трупе моржа на окраине лежбища, не беспокоя зверей, лежащих на берегу.

Мыс Инчоун. Лежбище моржа расположено в 7.5 км от села через перевал, посещалось 31 раз. За сезон в этом районе было обнаружено 16 погибших моржей, из которых 3 моржа (неизвестного пола и возраста) были на лежбище, остальные – на косе, отделяющей лагуну Инчоун от моря. Пол и возраст установлены только у 6 особей, среди них 5 самцов в возрасте 6-9 лет (две особи), 10-15 лет (одна особь) и старше 15 лет (одна особь) и одна самка (сеголеток). Упитанность была определена у 6 погибших особей (38%), все звери имели нормальную и хорошую кондицию.

Из 31 случая посещения лежбища наблюдателями был отмечен один случай беспокойства зверей, вызванный проплывавшими на лодке охотниками. Моржи отреагировали на шум мотора, но в воду не сошли, после ухода лодки побеспокоенные моржи снова улеглись.

Село Лорино. Во время полевого сезона на участке побережья Мечигменской косы было обнаружено выброшенными на берег 2 погибших моржа и один морж в районе мыса Кригугон. Все они оказались самцами, 2 особи в возрасте старше 15 лет и один – 10-15 лет. Все

examination from the rocks above. Due to the steepness of the slope, the dead walruses were inaccessible. Therefore, sex and age were only determined in two animals that were found in the surf zone on the southern side of the island. One of them was a male of age 3 yr, and the other was a 2-yr-old female. Another individual was found in the northwestern part of the island, in the surf zone under rocks. For the seven individuals found on the haulout, we could determine only age: three of them were 0-yr-old calves, three were aged 2–3 yr, and one was aged 4–5 yr. The causes of their death were not established; the calves had supposedly been crushed by adults. Body condition was determined for 5 individuals (42% of all carcasses); 80% of them had normal and good condition.

During the observation period on the island we recorded three cases of walrus stampede: twice (on September 3 and 4) they were caused by a polar bear roaming close to the edge of the haulout, when 200 and 92 frightened walruses, respectively, rushed to the water. Once (August 25) the walruses were startled by hunters who shot the walruses in the water nearby, and, after hearing the sounds of shots, all the walruses (300 individuals) left the haulout.

It should be noted that at least one polar bear was regularly observed in the area. It usually scavenged on the carcass of a walrus at the edge of the haulout, without disturbing the animals lying on the shore.

Cape Inchoun. The walrus haulout here is located 7.5 km off the village and can be reached through a pass; it was inspected 31 times. During the season, 16 dead walruses were found in the area, of which 3 (of unknown sex and age) were on the haulout, and the rest were lying on the spit separating the Inchoun Lagoon from the sea. Sex and age were determined only for 6 individuals, of which 5 males were aged 6–9 yr (two individuals), 10–15 yr (one individual), and older than 15 yr (one individual) and one female (calf). Body condition was determined for 6 dead individuals (38%); all animals had normal and good conditions.

During the 31 trips to the haulout, observers noted only one case of animals' panic caused by a motor boat of hunters going by. Walruses reacted to the noise of the engine but did not stampede to the water. After the boat left, the walruses calmed down.

Lorino Vollage. During the field season, we found 2 stranded dead walruses on a segment of the Mechigmen Spit coast and one walrus near Cape Krigugon. All of them were males, 2 individuals were older than 15 yr

трупы были без каких-либо травм и видимых причин гибели, все нормальной упитанности.

Таким образом, на четырех участках северного и одного участка восточного побережья Чукотского полуострова 2017 г. было обнаружено 1015 трупов погибших в этом сезоне моржей. Пол был определен у 734 особей (72%) и соотношение полов среди них оказалось равным 1:1. Однако при более детальном сравнении в разных возрастных группах имелся перевес в ту или иную сторону. Так у детенышей молочного возраста (0-2 года) и у сеголетков соотношение между самцами и самками было 1.3:1. У молодых особей (3-5 лет) – 1:1.1 соответственно, а у взрослых животных (6 лет и старше) соотношение 1:1.7, соответственно. У 654 особей (64%) был определен пол и возраст. В этой группе 465 особей (71%) были детенышами молочного возраста (0-2 года), из которых 389 (84%) были сеголетками. Количество молодых (3-5 лет) и взрослых зверей (6 лет и старше) было примерно равным, 95 (15%) и 94 (14%) особей соответственно. Среди общего количества павших моржей 13 (1%) были выкидыши с неустановленным полом.

Подавляющее большинство погибших животных были обнаружены на двух лежбищах, расположенных у мысов Шмидта и Ванкарем (97% от всей выборки). Среди моржей нормальной и хорошей упитанности признаки кожных поражений разной этиологии и разной плотности расположения на поверхности тела имели 14% (из 601 особи), и не имевшие внешне заметных травм. Аналогичные поражения мы видели и у живых моржей (Крюкова, 2015а). В настоящее время отсутствует информация о видах заболеваний моржей, которые вызывают такие кожные поражения. Поэтому мы не можем утверждать, что эти животные погибли конкретно от этих заболеваний, тем более что на некоторых животных видны следы зарубцевания кожных поражений. Учитывая высокий уровень беспокойства и высокую долю детенышей в составе береговых залежек, мы предполагаем, что гибель большинства из них связана со скрытыми травмами.

Из 15 случаев беспокойства, зарегистрированных в 2017 г., наиболее частые причины беспокойства были: 4 случая (27%) связанны с активностью белых медведей, 2 случая (13%) – с появлением на лежбище непривязанных собак из ближайшего села, 2 случая (13%) – с активностью охотников в районе лежбища (отстрел моржей и проезд рядом на лодке), 2 случая (13%) – со взлетом чаек рядом с залежкой моржей, 2 случая (13%) – с неосторожными действиями наблюдателей. Наиболее значительные беспокойства моржей в анализи-

and one was aged 10–15 yr. All of the carcasses were without any injuries and apparent causes of death; all had normal body conditions.

In total, in four segments of the northern and one segment of the eastern coast of the Chukotka Peninsula in 2017, we found a total of 1,015 carcasses of walruses that died during the season. Sex was determined for 734 individuals (72%), and their sex ratio proved to be 1:1. However, a more detailed comparison in different age groups showed a shift in one or another direction. Thus, the males-to-females ratio was 1.3:1 in milk-fed calves (0–2 yr) and 0-yr-old calves. In juveniles (3–5 yr) the ratio was 1:1.1; in adult animals (aged 6 yr and older), 1:1.7. Sex and age were determined for 654 individuals (64%). In this group, 465 individuals (71%) were milk-fed calves (0–2 yr), of which 389 (84%) were 0-yr-old calves. The numbers of juvenile (3–5 yr) and adult animals (6 yr and older) were approximately equal, 95 (15%) and 94 (14%) individuals, respectively. Of the total number of dead walruses, 13 (1%) were aborted fetuses of undetermined sex.

The vast majority of the dead animals were found on two haulouts located near the capes Shmidta and Vankarem (97% of the total sample). Among the walruses with normal and good body conditions, 14% (out of 601 individuals) had skin lesions of different etiologies and different densities of distribution on the body surface, but did not have externally noticeable injuries. We noted similar signs on live walruses also (Kryukova, 2015a). Currently, there is no information on diseases of walruses that could cause such skin lesions. Therefore, we cannot state for sure that the animals died from these diseases; furthermore, in some of the animals we observed signs of healing of skin lesions. Taking into account the high level of disturbance and the high proportion of young on the coastal haulout, we assume that the death of most of them could be associated with hidden injuries.

Of the 15 cases of panic behavior recorded in 2017, the most frequent causes were as follows: in 4 cases (27%), polar bears activity; in 2 cases (13%), arrival of unleashed dogs from the nearest village on the haulout; in 2 cases (13%), activity of hunters in the area of the haulout (shooting walruses and sailing on boat nearby); in 2 cases (13%), seagulls flushed up near the walrus haulout; and in 2 cases (13%), careless actions of the observers. The most significant walrus stampede cases during the season were the panic rush into the water at Cape Shmidta (2,500 animals) startled by polar bears

руемом сезоне были: панический сход моржей в воду на мысе Шмидта (2500 зверей) из-за беспокойства от белых медведей и собак и на мысе Ванкарем (около 10300 и 2800 зверей) из-за беспокойства от собак.

Осенью 2017 г. также функционировало крупное лежбище моржа на северном побережье Чукотского полуострова у мыса Сердце-Камень и в бухте Кэнискин. В районе этого лежбища было обнаружено еще 363 погибших в этом сезоне моржей (Чакилев, Кочнев 2018). С учетом этих данных общий уровень учтенной смертности моржа на лежбищах северного и на 20-ти километровом участке восточного побережья Чукотки составил 1378 особей. Данный уровень смертности сопоставим с объемом современного промыслового изъятия моржа на Чукотке (Чакилев 2016). При этом, как и ранее среди погибших животных, преобладали неполовозрелые особи, а среди них – сеголетки (Переверзев, Кочнев 2012; Крюкова 2015б).

Таким образом, на лежбищах Чукотки продолжает отмечаться высокая смертность тихоокеанского моржа, особенно среди сеголетков. Для ее снижения необходимо усиление охраны лежбищ в период их использования моржами.

Благодарности. Авторы крайне признательны руководителям туристических компаний «Херитадж Экспедишин» – Родни Расс и «Трэвэл Пасифик» – Юлии Мишиной за доставку научной группы и снаряжения в труднодоступные районы исследования, а также местным гидам за помощь в проведении работ. Мы также очень благодарны руководителю Национального парка «Берингия» Владимиру Бычкову и сотрудникам этого парка за помощь в работе в селах Лорино и Инчоун и возможность проведения наблюдений на острове Колючин. Большую помощь в проведении наблюдений и осмотре павших моржей на мысе Шмидта оказали Татьяна Миненко («Медвежий патруль») и Анатолий Кочнев (ИБПС ДВО РАН). Полевые исследования были поддержаны Аляскинским научным центром Геологической службы США и Службой управления ресурсами рыб и диких животных США.

and dogs and the one at Cape Vankarem (ca. 10,300 and 2,800 animals) caused by dogs.

In the autumn of 2017, there was also a large walrus haulout on the northern coast of the Chukotka Peninsula near Cape Serdtse-Kamen and in Keniskin Bay. In the area of this haulout, 363 more walruses were found dead in this season (Chakilev, Kochnev 2018). Taking into account this value, the total recorded mortality rate of walruses on the haulouts of the northern and within the 20-km segment of the eastern coast of Chukotka amounted to 1,378 individuals. This mortality rate is comparable with the size of the current commercial walrus harvest in Chukotka (Chakilev 2016). In this case, as shown before, immature individuals, including 0-yr-old calves, dominated among dead animals (Pereverzev, Kochnev 2012; Kryukova 2015b).

Thus, the high mortality rate of Pacific walrus, especially calves, is still observed on the haulouts of Chukotka. To reduce it, the protection of the haulouts should be strengthened during the period of their use by walruses.

Acknowledgments. The authors are very grateful to the heads of the tourist companies Heritage Expedition (Rodney Russ) and Travel Pacific (Yulia Mishina) for transporting the research team and equipment to remote areas of the study, as well as to the local guides for their assistance in the work. We also cordially thank Vladimir Bychkov, who is the head of the “Beringia” National Park, and the staff of the Park for their help in our work in the villages of Lorino and Inchoun and for the opportunity to conduct observations at Kolyuchin Island. A great assistance in observations and in examination of dead walruses at Cape Shmidta was rendered by Tatyana Minenko (“Bear Patrol”) and Anatoly Kochnev (Institute of Biological Problems of the North, FEB RAS). The field studies were supported by the Alaska Science Center, US Geological Survey, and by the US Fish and Wildlife Service.

Список использованных источников / References

Крюкова Н.В. 2015а. Травмы и заболевания, встреченные у тихоокеанских моржей (*Odobenus rosmarus divergens*) на мысе Ванкарем в 2010 г. В: Морские млекопитающие Голарктики. Морские млекопитающие Голарктики. Сб. науч. материалов 8-ой междунар. конф. М.: СММ. 1: 246-248. [Kryukova N.V. 2015a. Injuries and diseases found in Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens*) at Cape Vankarem in 2010. Marine mammals of the Holarctic. Collection of scientific papers after the 8th Intl. conf. M.: MMC. 1: 246-248.]

Крюкова Н.В. 2015б. Современное состояние группировок тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus divergens*) на береговых лежбищах Чукотского полуострова. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. М.:

ВНИРО. 150 с. [Kryukova N.V. 2015b. The current status of Pacific walrus groupings (*Odobenus rosmarus divergens*) on the coastal haulouts of the Chukchi Peninsula. Cand. Sci. (Biol.) Dissertation. Moscow: VNIRO. 150 pp.]

Переверзев А.А., Кочнев А.А. 2012. Морские млекопитающие в районе мыса Шмидта (Чукотка) в сентябре-октябре 2011 г. В: Морские млекопитающие Голарктики. Морские млекопитающие Голарктики. Сб. науч. материалов 7-ой междунар. конф. М.: СММ. 2: 176-181. [Pereverzev A.A., Kochnev A.A. 2012. Marine mammals in the Cape Schmidt vicinity (Chukotka) in September-October 2011. Marine mammals of the Holarctic. Collection of scientific papers after the 7th Intl. conf. M.: MMC. 2: 176-181.]

Чакилев М.В. 2016. Проблемы и перспективы рационального использования тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus divergens*) на Чукотке. Вестник СВФУ. 2(52): 33-40. [Chakilev M.V. 2016. Problems and perspectives of rational use of Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens*) in Chukotka. Vestnik SVFU. 2(52): 33-40.]

Чакилев М.В., Кочнев А.А. 2018. Береговое лежбище моржей (*Odobenus rosmarus divergen*s) на мысе Сердце-Камень (Чукотское море) в 2017 г. Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тезисов 10-ой междунар. конф. М.: СММ С. 116. [Chakilev M.V., Kochnev A.A. 2018. The Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens*) land haulout on the Cape Serdtse-Kamen (Chukchi Sea), 2017. Marine mammals of the Holarctic. Abstracts of the X Intl. conf. M: MMC. P. 142-143.]

Fay F.H., Kelly B.P. 1989. Development of a method for monitoring the productivity, survivorship, and recruitment of the Pacific walrus population // Final Report, OCSEAP Study MMS 89-0012. Minerals Management Service. Anchorage, AK. P. 51.

Jay C.V., Fischbach A.S., Kochnev A.A. 2012. Walrus areas of use in the Chukchi Sea during sparse sea ice cover. Marine Ecology Progress Series. Vol. 468. P. 1-13.

Крюкова Н.В. [1,2], Крупин И.Л. [2], Бурканов В. Н. [2,3]

Результаты наблюдений за моржом (*Odobenus rosmarus*) на лежбище в районе мыса Инчоун (Чукотское море) в 2017 г.

1. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ ВНИРО), Москва, Россия
2. Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Петропавловск-Камчатский, Россия
3. Лаборатория морских млекопитающих, Аляскинский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, НОАА, Сиэтл, США

Kryukova N.V. [1,2], Krupin I.L. [2], Burkanov V.N. [2,3]

Pacific walrus (*Odobenus rosmarus*) survey results near Cape Inchoun (Chukchi Sea) haulout, 2017

1. Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
2. Kamchatka branch of the Pacific Geographical Institute, Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia
3. Marine Mammal Laboratory, Alaska Fisheries Science Center, NOAA, Seattle, USA

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-154-162

Инчоунское лежбище расположено на пути осенней миграции моржей из Чукотского в Берингово море и служит для них местом временного отдыха. Это лежбище известно давно, так В.К. Арсеньев (1927) счи-

The Inchoun haulout is located on the route of walruses' fall migration from the Chukchi to the Bering seas and serves them as a stopover for rest. This haulout has been known for a long time. Thus, V.K. Arsenyev

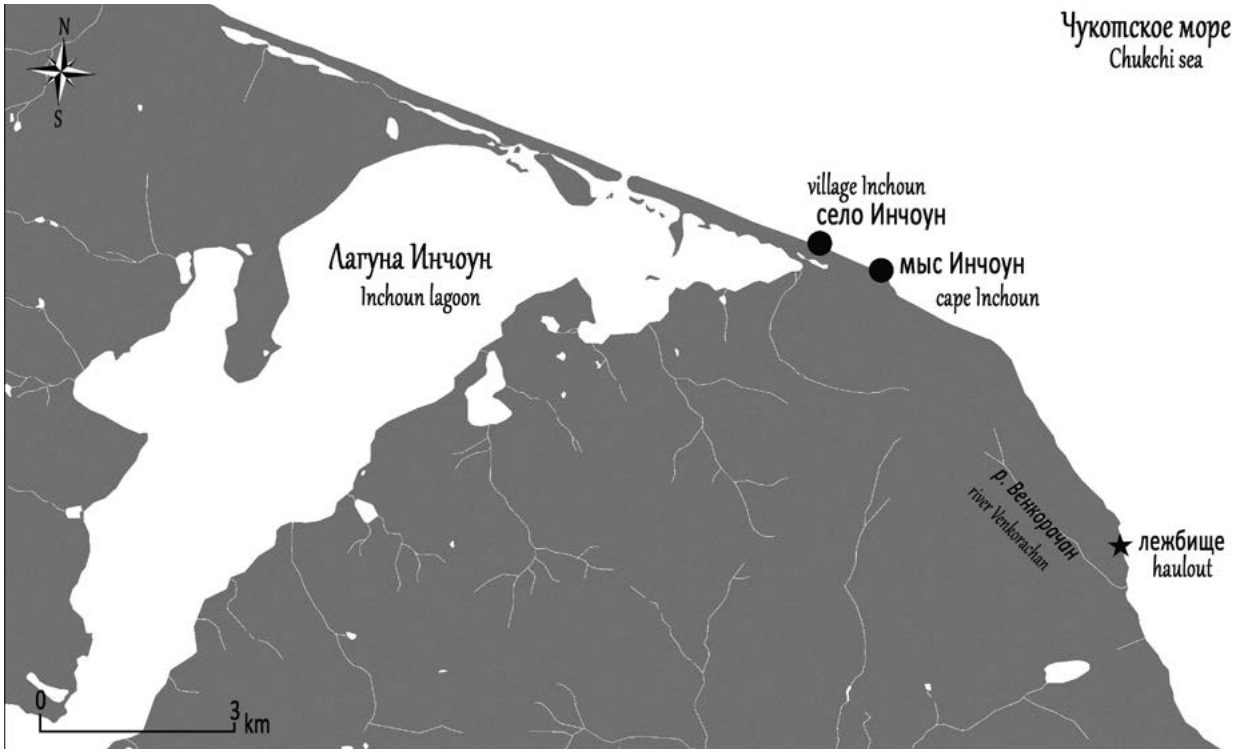


Рис. 1. Карта-схема района наблюдений.
Fig. 1. Map of the study region.

тает его временным, Б.А. Зенкович (1938) говорит о существовании его в 1930-х гг. и относит к постоянным, Л.О. Белопольский (1939) относит его к непостоянным, П.Г. Никулин (1941) и Н.В. Гольцев (1968) считают это лежбище постоянным, т.е. оно ежегодно служит местом постоянного обитания определенной группы моржей в летне-осенний период.

За период ранних исследований: 1934, 1937, 1939, 1941 гг. (Никулин 1947), 1962, 1968 гг. (Гольцев 1968) – численность моржей на этом лежбище не превышала 10 тыс. особей. Однако наблюдения здесь проводились довольно редко, вероятно, в связи с его труднодоступностью и невысокой численностью животных на нем по сравнению с другими лежбищами. Последние регулярные наблюдения, проводимые в районе мыса Инчоун, были как минимум 10-15 лет назад.

В 2017 г. мы обновили данные о сроках существования этого лежбища, численности моржей на нем и их половозрастном составе. Основной целью нашей работы было провести наблюдения за динамикой численности моржей, половозрастным составом и оценить возможность использования беспилотного летательного аппарата для определения этих параметров на Инчоунском лежбище.

(1927) considered it temporary; B.A. Zenkovich (1938) reported its existence in the 1930s and believed it to be permanent; and L.O. Belopol'sky (1939) also considered it temporary. P.G. Nikulin (1941) and N.V. Goltsev (1968) also believed that the haulout is permanent, i.e., annually used by a certain group of walruses as a site of permanent stay in the summer-fall period.

During the period of early studies – 1934, 1937, 1939, 1941 (Nikulin 1947), 1962, and 1968 (Goltsev 1968) – the number of walruses on this haulout was up to 10,000. However, observations here were quite rare, probably, due to its inaccessibility and low number of animals on it, compared to other haulout sites. The last regular observations in the area of Cape Inchoun were carried out 10–15 years ago.

In 2017, we updated the data on the time of activity of this haulout, the number of walruses on it, and their age and sex structure. The main goal of our work was to carry out observations on the dynamics of walruses' numbers, age and sex composition, and to assess the feasibility of using an unmanned aerial vehicle (UAV) to determine these parameters at the Inchoun haulout.

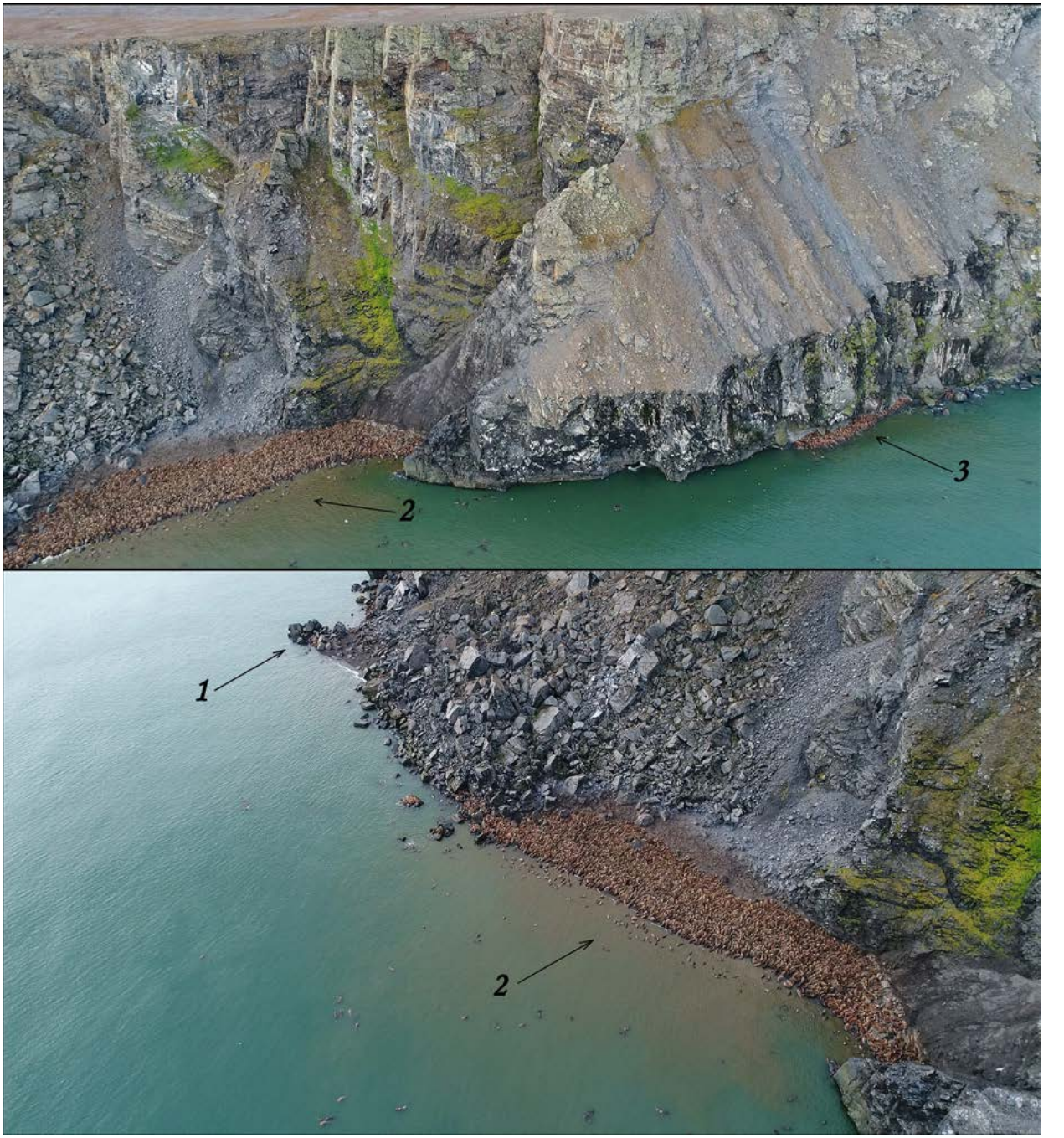


Рис. 2. Аэрофотоснимок участков (1, 2, 3) Инчоунского лежбища (автор И. Крупин).
Fig. 2. Aerial photograph of the sites (1, 2, 3) of the Inchoun haulout (by I. Krupin).

Наблюдения вели с 31 августа по 23 октября 2017 г. (54 дня) в районе лежбища моржей (Рис.1). Учет численности моржей проводили визуально, а также по фотоснимкам, сделанным с берега с помощью фотоаппарата Canon 70 D с объективом Canon EF 70–200 mm

Observations were conducted from August 31 to October 23, 2017 (54 days) in the area of the walrus haulout (Fig. 1). The number of walruses was estimated visually, as well as counted in photographs taken from the shore with a Canon 70 D camera equipped with a

f/2.8L IS II USM и телеконвертером Canon Extender EF 1.4x II. В 2017 г. была опробована дистанционная инструментальная методика учета моржей, при которой зверей считали поголовно по аэрофотоснимкам, сделанным с квадрокоптера DJI Phantom 4 Pro (далее КК) (Бурканов и др. 2016).

Первые визуальные учеты моржей показали, что с берегового обрыва просматриваются не все участки лежбища моржей, поэтому основным методом был выбран учет по аэрофотоснимкам. Половой и возрастной состав животных в залежках определяли на аэрофотоснимках и видеозаписи по морфометрическим признакам экстерьера моржей (Fay, Kelly 1989). Для определения пола и возраста брали случайную выборку животных с разных участков лежбища. Поскольку при вертикальной съемке не у всех животных видны клыки (как основной показатель возраста), мы учитывали только хорошо узнаваемые группы – взрослые самцы и детеныши молочного возраста (с самкой). Также во время наблюдений и аэросъемок регистрировали волнение моря, силу и направление ветра. Дополнительно проводили опрос местных жителей и анализировали архивные видеоматериалы (автор неизвестен) для последующего анализа, с целью сбора более полной информации о функционировании этого лежбища в последние годы.

Лежбище моржей расположено в 6 км к востоку от мыса Инчоун и примерно в 1 км к западу от устья реки Венкорачан (Рис. 1), под высокими скалами. Попасть на него можно только со стороны моря.

Лежбище состоит из нескольких участков: небольшой мыс (участок 1), который наиболее часто использовался моржами, галечный пляж шириной 60 м и длиной примерно 120 м (участок 2), узкий пляж под нависающими скалами, шириной 7 м и длиной около 20 м (участок 3), а также выступающие из-под воды камни и небольшой галечный пляж под скалами, которые моржи использовали один раз, в день высокой численности (Рис. 2).

С берега хорошо просматривался только участок 1, численность моржей на нем составляла около 6% от общей численности залегающих особей. Небольшую часть основного лежбища (участок 2) можно было увидеть только с самого края скалы. Остальные части лежбища (участок 2 и 3) можно было просматривать только со стороны моря.

Благоприятная погода для полетов квадрокоптера (КК), когда сила ветра с порывами не превышала 7 м/с, была 36% от периода наблюдений. Проведено 37 полетов КК в течение 20 дней. Запуск КК происходил с берегового

Canon EF 70–200 mm f/2.8L IS II USM lens and a Canon Extender EF 1.4 × II teleconverter. In 2017, an instrumental method of remote survey of walruses was tested: animals were counted in aerial photographs taken from a DJI Phantom 4 Pro quadcopter (hereinafter UAV) (Burkanov et al. 2016).

The first visual observations of walruses showed that not all parts of the walrus haulout can be seen from the coastal cliff, and, therefore, counting animals in UAV-based photographs was selected as the main method. The sex and age composition of animals on the haulout were identified by their external morphometric characteristics in UAV-based photographs and video footage (Fay, Kelly 1989). To determine sex and age, a random sample of animals from different parts of the haulout was taken. Since tusks (the main indicator of age) can be seen not in all animals when photographed vertically from above, we took into account only well-recognizable groups: adult males and suckling calves (with females). Also, during the observations and aerial photography we recorded the sea state and the force and direction of wind. In addition, we conducted interviews with local residents and analyzed archival video records (made by an unknown author) for further analysis in order to collect more details on the use of this haulout in recent years.

The walrus haulout is located 6 km east of Cape Inchoun and approximately 1 km west of the mouth of Venkorachan River (Fig. 1), under high cliffs. This site is accessible only from the sea.

The haulout consists of several sites: (site 1) is a small cape, which was the most frequently used by walruses; (site 2) is a pebbly beach 60 m wide and almost 120 m long; (site 3) is a narrow beach under an overhanging cliff 7 m wide and almost 20 m long; as well as rocks rising above the water, and a small pebbly beach under the cliff that the walruses used only once, on a day of their high number (Fig. 2).

Only site 1 was completely visible from the shore; the number of walruses on it made up to 6% of the total number of resting individuals. A small part of the main haulout (site 2) could only be seen from the edge of the cliff. The rest of the haulout (sites 2 and 3) was observed completely only from the sea.

Favorable weather for operation of the quadrocopter (UAV), when the wind force with gusts did not exceed 7 m/s, counting for 36% of the observation period. We performed 37 UAV flights during 20 days. The UAV was launched from the coastal cliff located at site 2,

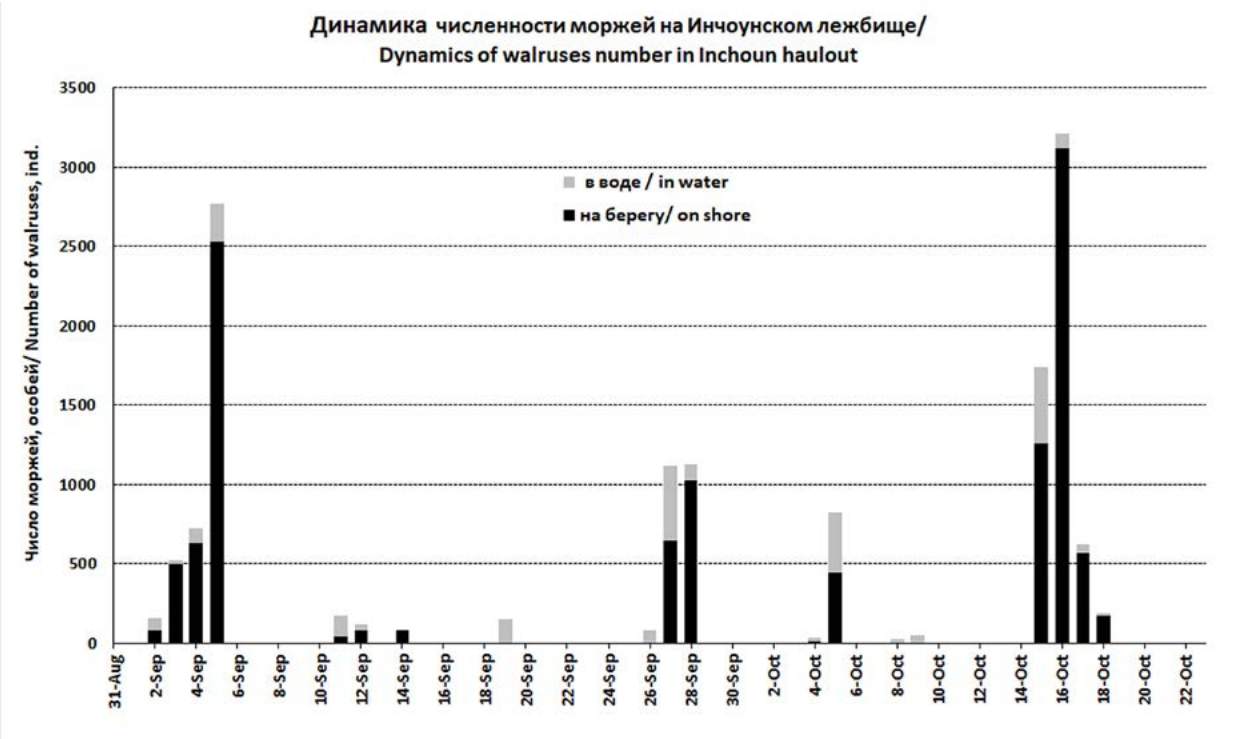


Рис. 3. Динамика численности моржей на Инчоунском лежбище.
Fig. 3. Dynamics of the walrus number on the Inchoun haulout.
Даты: Aug – август, Sep – сентябрь, Oct – октябрь

обрыва, расположенного над участком 2, его высота – 165 м над уровнем моря (66.26165° N, 170.17665° W). КК поднимали на высоту 20 м, затем в стороне от лежбища (200-300 м восточнее) спускали на высоту 50 м над морем и заходили на полет над лежбищем. Оптимальная высота полета была 30-50 м. На этой высоте моржи хорошо индивидуально просматривались. Минимальная высота, при которой не отмечалось первых признаков беспокойства моржей (поднятие головы в поисках источника шума), была 22 м.

Со слов местных жителей, к началу наших наблюдений моржи уже использовали лежбище. Сначала мы видели моржей только в воде, а 2 сентября на участок 1 вышло 80 особей, при этом в воде было обнаружено еще 80 особей. Следующие 4 дня численность моржей в районе лежбища росла, достигнув 5 сентября численности 2767 особей. Затем моржи покинули лежбище и отсутствовали в течение 5 штормовых дней. Следующий подход моржей к лежбищу отмечался 11 сентября. Далее похожая динамика прослеживалась в течение всего периода наблюдений (Рис. 3).

Такая периодичность использования лежбища, вероятно, связана с направлением и силой ветра, а отсюда – волнением моря. Волнение 4 балла и более по шкале

with its height 165 m above sea level (66.26165° N, 170.17665° W). The UAV was initially raised to an altitude of 20 m from the cliff, then lowered to an altitude of 50 m above sea level off (200–300 m east of) the haulout, and then sent directly to the haulout. The optimum flight altitude was 30–50 m. At this altitude, each walrus was easily observed. The minimum altitude at which walruses did not show the first sign of anxiety (raising the head in search of the source of the noise) was 22 m.

According to local residents, before the start of our observations walruses had already being using the haulout. At first, we saw walruses only in the water, and on September 2 almost 80 individuals hauled out onto the site 1, while another 80 were counted in the water. During the following four days, the number of walruses on the haulout increased, reaching 2,767 individuals on September 5. The walruses left the site soon after and were off during the five days of storms. The next arrival of walruses on the haulout was recorded on September 11. Similar dynamics were observed throughout the study period (Fig. 3).

Such periodicity of the use of the haulout is, probably, explained by the direction and force of wind and,

Бофорта в период наблюдений преобладало (67%). На участках лежбища, не закрытых скалами, при северном и восточном ветрах (со стороны моря) поднималась высокая волна, при которой сильный накат омывал пляж до скал, и моржи сходили в воду. Северный ветер преобладал в 60% дней наблюдений, поэтому большую часть времени в районе лежбища были неблагоприятные для моржей условия. После того, как направление ветра менялось, через 1-2 дня звери появлялись у лежбища и выходили на берег. При южном ветре (со стороны берега), когда скалы закрывают лежбище, наката не было, поэтому моржи оставались на берегу. Уходы зверей с лежбища были связаны с направлением, силой ветра и волнением моря.

За все время наблюдения моржи были зарегистрированы в районе лежбища 19 раз, из них 15 раз – на берегу и в воде, в остальных случаях – только в воде. Максимальная численность – 3214 особей – была отмечена 16 октября (оценена по аэрофотоснимкам). Половой и возрастной состав залежек определяли 5 (n=364), 15 (n=1071) и 16 октября (n=297), всего учтено 1732 особей. Основу береговых залежек составили взрослые самцы (в возрасте 6 лет и старше) – не менее 61.4 %, среди них самцы-шишкари (в возрасте 10 лет и старше) – 51.6%. Также в составе всей береговой залежки 5 и 15 октября было отмечено 3 пары самок с детенышами молочного возраста, а 16 октября их число возросло (не менее 15 пар). При этом 5 и 15 октября качество фотосъемки было высоким, каждое животное индивидуально просматривалось на всех участках лежбища. А 16 октября качество съемки было чуть хуже, и на некоторых участках животные детально не просматривались.

В течение сезона трудно было оценить воздействие каких-либо факторов беспокойства на моржей ввиду ограниченности времени наблюдений в районе лежбища. Зверобойные бригады охотились на подходящих к лежбищу моржей непосредственно в его окрестностях. Мы только один раз были свидетелями беспокойства моржей на берегу, связанного с приближением лодки к лежбищу на расстояние около 500 м. Животные все поднялись, ориентируя головы в сторону шума мотора лодки, которая затем немного отошла, и звери постепенно улеглись обратно. Также отмечен выход на лежбище раненного охотниками моржа, за которым тянулся кровавый след в воде и на берегу.

По более ранним описаниям, Инчоунское лежбище было расположено непосредственно у мыса Инчоун (или другое название - мыс Инцова). Так Н.Г. Никулин (1947) упоминал о собаках, которые прибегали к лежбищу кормиться остатками добытых моржей и тем

hence, by wave height. The sea state of Beaufort 4 or more prevailed (67%) during the observation period. In the parts of the haulout not sheltered by the cliffs, high waves driven by northerly and easterly winds (from the sea) washed onto the beach all the way to the cliffs, and the walruses went into the water. The northerly wind prevailed on 60% of days of observations, and, thus, conditions for walruses in the area of the haulout were unfavorable most of the time. After the change in wind direction, the animals appeared at the site within 1–2 days and hauled out onto the beach. Under a southerly wind (from the shore), when the cliffs sheltered the haulout, there were no high waves, and, therefore, walruses stayed on shore. The events of animals' leaving the haulout were correlated with the direction and force of wind and sea waves.

During the observation period, walruses were found in the haulout area 19 times, of which 15 times they were on the shore and in the water, and in the other cases only in the water. The maximum number of 3,214 individuals was recorded on October 16 (estimated using UAV photographs). The sex and age composition on the haulout was determined on October 5 (n = 364), 15 (n = 1071), and 16 (n = 297), when we counted a total of 1,732 individuals. Adult males (aged 6 years or older) comprised the major part of the coastal haulout sites, at least 61.4%; among them, males with skin bosses (aged 10 years and older) accounted for 51.6%. Also, in the structure of entire coastal haulout three pairs of females with suckling calves were observed on October 5 and 15; on October 16, their number increased (to at least 15 pairs). On October 5 and 15, the quality of photography was high enough to view each animal on all parts of the haulout. On October 16, the image quality was slightly worse, and in some parts of the haulout the details were not clearly visible.

It was difficult to assess the impact of any disturbance factor on walruses during the season due to the limited time of observations in the haulout area. The brigades of hunters usually captured animals approaching the haulout in its immediate vicinities. We only once noted the anxiety of walruses on the shore caused by a boat moving toward the haulout at a distance about 500 m. All animals rose and turned their heads towards the source of the noise (the boat's engine). When the boat moved away, the animals gradually calmed down. Also we observed a walrus wounded by hunters that was hauling out onto the beach and left a trail of blood behind in the water and on the shore.

самым пугали моржей на лежбище. Местный житель Е.Б. Сив-Сив также сообщил, что в 1950-60-е гг. лежбище располагалось у мыса Инчоун, со стороны национального села.

По описанию Гольцева (1968), лежбище в 1962 и 1965 гг. располагалось на мысе Инцова в Чукотском море в 2-х км восточнее пос. Инчоун. Собственно лежбище представляло собой «галечниковую береговую полосу, омываемую морем с севера и ограниченную крутыми скалами с юга. С востока береговая полоса ограничена скалой, а на западе постепенно сужается, сходя на нет. Далее в море, в сторону поселка, уходят отвесные скалы. Длина лежбища 450-500 м, наибольшая ширина – 70 м» (Гольцев 1968). По описанию Лисицыной (1983) в августе 1980 г. «Инчоунское лежбище состояло из 5 разрозненных и непостоянных по обитаемости участков, расположенных вдоль скалистой береговой полосы, восточнее пос. Инчоун, на всех пригодных для лежки плоских участках побережья». Настоящее расположение участков лежбища очень похоже на описанные ранее Гольцевым (1968) и Лисицыной (1980), видимо, начиная с 1960-х гг. моржи стали залегали там. В 1990-2000-х гг. (со слов местных жителей) в районе лежбища произошел обвал и крупные камни засыпали широкую его часть между участками 1 и 2 (Рис. 2). В настоящее время лежбище находится на удалении – 6 км от мыса и одноименного села – и изолировано уходящими в море скалами. Попасть на него, кроме как с моря, невозможно.

Б.А. Зенкович (1938) указывал, что ежегодная численность моржей на Инчоунском лежбище в 30-е гг. была около 3-5 тыс. моржей, Л.О. Белопольский (1939) также отмечал, что в 1934 и 1935 гг. было 4-5 тыс. особей. П.Г. Никулин (1947) указывал, что 10 октября 1941 г. выходило 8 тыс. моржей. Н.В. Гольцев (1968) писал о том, что 5 октября 1962 г. было более 10 тыс. моржей, которые занимали не только лежбище, но и вылезали на камни и кекуры, плавали группами и спали в воде. В конце августа 1965 г. было учтено около 6-8 тыс. моржей. По результатам нашего анализа видеосъемки (автор неизвестен) 10.09.2016 г. численность моржей была не менее 1468 особей (543 на берегу и 925 в воде). Наши наблюдения также показали, что моржи регулярно использовали Инчоунское лежбище, с максимальным числом зверей в октябре.

Разные авторы указывали, что северные ветра и накат оказывают сильное влияние на периодичность использования Инчоунского лежбища (Никулин 1947; Гольцев 1968; Лисицына 1983). Аналогичную особенность

According to earlier descriptions, the Inchoun haulout was located immediately at Cape Inchoun (also named as Cape Intsov). N.G. Nikulin (1947) mentioned dogs that attended the haulout site to feed on remains of harvested walruses and, thus, frightened the walruses. Local resident E.B. Siv-Siv also reported that in the 1950s–1960s the haulout was located at Cape Inchoun, on the side of the native village.

According to Goltsev' description (1968), the haulout in 1962 and 1965 was located at Cape Intsov in the Chukchi Sea, 2 km east of the village of Inchoun. The haulout represented a "pebbly coastal strip, washed by the sea from the north and bounded by steep cliffs from the south. From the east, the coastline is framed by a cliff, and in the west it gradually narrows and ends. Further in the sea, steep rocks extend in the direction towards the village. The length of the haulout is 450–500 m; the maximum width, 70 m" (Goltsev 1968). According to the description of Lisitsyna (1983), in August 1980 "the Inchoun haulout consisted of five separate and inconsistent (in terms of attendance) sites located along the rocky shoreline, east of Inchoun Village, on all flat areas of the shore suitable for lying". The present arrangement of the haulout sites is very similar to that previously described by Galtsev (1968) and Lisitsyna (1980). Walruses began to use them apparently since the 1960s. In the 1990s–2000s (according to local residents), there was a rock fall in the area of the haulout, and large stones covered a wide part of it between sites 1 and 2 (Fig. 2). Currently, the haulout is located at a distance of 6 km from the Cape and the same-name village and is isolated by rocks extending to the sea. There is no other way to reach it except by sea.

B.A. Zenkovich (1938) pointed out that the annual number of walruses on the Inchoun haulout in the 1930s was approximately 3,000–5,000; L.O. Belopolsky (1939) also noted that in 1934 and 1935 there were 4,000–5,000 individuals. P.G. Nikulin (1947) pointed out that 8,000 walruses hauled out there on October 10, 1941. N.V. Goltsev (1968) wrote that on October 5, 1962 there were more than 10,000 walruses, which occupied not only the haulout, but also climbed up on rocks and sea stacks; some were swimming in groups and sleeping in the water. In late August 1965, approximately 6,000–8,000 walruses were recorded. According to the results of our analysis of a video record (made by unknown author) on September 10, 2016, the number of walruses was at least 1,468 individuals (543 on the shore and 925 in the water). Our observations also confirmed that walruses regularly used the Inchoun haulout, with the maximum number of animals in October.

мы отмечали и в 2017 г. – при сильных северных ветрах моржи уходили с лежбища.

В 1962 и 1965 гг. на Инчоунском лежбище залегали самцы, самки и молодые животных вместе, исключая самок с детенышами (Гольцев 1968). В августе 1980 г. – залегали самцы разного возраста, среди которых более половины были крупные зрелые животные (Лисицына 1983). По данным видеосъемки 10.09.2016 г., в залежках превалировали взрослые самцы в возрасте 6 лет и старше (выборка n=73). В 2017 г. мы также отмечали в сентябре и начале октября, что в составе залежки преобладают взрослые самцы, и только в середине октября стали появляться самки с детенышами молочного возраста, что, вероятно, связано с миграцией их с севера. Гольцев (1968) также отмечал появление самок с детенышами с октября.

Таким образом, Инчоунское лежбище функционировало, начиная с 1930-х гг. Сохранился период его использования с августа по октябрь при невысокой численности залежки, с преобладанием взрослых самцов. Аэрофотосъемка с КК позволила нам обследовать береговую линию и обнаружить все залежки моржей, которые с берега не просматривались, провести подсчет моржей и определить половой и возрастной состав залежек. Наши исследования показали достоинства использования КК при исследовании моржей на Инчоунском лежбище.

Работа проведена в рамках Программы КФ ТИГ ДВО РАН. Полевые исследования были поддержаны Геологической службой США и Службой управления ресурсами рыб и диких животных США. Авторы благодарят Е.Б. Сив-Сива за предоставленную информацию по лежбищу, В.И. Рультын (инспектор Национального парка Берингия) и местных жителей и охотников села Инчоун за всестороннюю помощь во время проведения исследований. Авторы признательны руководителям туристических компаний «Херитадж Экспедишин» – Родни Расс и «Трэвэл Пасифик» – Юлии Мишиной за доставку научной группы и снаряжения в труднодоступные районы исследования.

Different authors reported that northerly winds and surf exert a strong influence on the periodical use of the Inchoun haulout by animals (Nikulin 1947; Goltsev 1968; Lisitsyna 1983). We noted a similar relationship in 2017: with strong northerly winds, walruses left the haulout.

In 1962 and 1965, males, females, and young animals were present together on the Inchoun haulout, but no females with calves were recorded (Goltsev 1968). In August 1980, the site was occupied by males of different ages, with more than a half of them being large mature animals (Lisitsyna 1983). According to the data of the video record on September 10, 2016, the haulout was dominated by adult males aged 6 years and older (sample n = 73). In 2017, we also noted that adult males dominated the structure of the haulout in September and early October, and females with suckling calves began to appear only in mid-October, which is probably associated with their migration timing from the north. Goltsev (1968) also reported the arrival of females with calves starting in October.

In conclusion, the Inchoun haulout has been active since the 1930s. The period of its use from August through October remains unchanged, with a low number of animals on it, dominated by adult males. Aerial photography using a UAV allowed us to examine the coastline and find all the haulout sites of walruses not visible from the shore, as well as to count animals and determine the sex and age structure of their groups on the sites. Our studies have shown the advantages of using UAV in the study of walruses on the Inchoun haulout.

The work was conducted within the framework of the Program of the Kamchatka Branch, Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. The field studies were supported by the US Geological Survey and by the US Fish and Wildlife Service. The authors thank E.B. Siv-Siv for providing the information on the haulout, as well as V.I. Rulten (an inspector of the Beringia National Park) and local residents and hunters from the village of Inchoun for their extensite assistance in the study. The authors are very grateful to the heads of the tourist companies Heritage Expedition (Rodney Russ) and Travel Pacific (Yulia Mishina) for transporting the research team and equipment to the remote study areas.

Список использованных источников / References

Арсеньев В.К. 1927. Тихоокеанский морж. Хабаровск-Владивосток: Книжное дело. 40 с. [Arsenyev V.K. 1927. Pacific walrus. Khabarovsk, Vladivostok: Knizhnoye Delo, 40 p. IN RUSSIAN]

Белопольский Л.О. 1939. О миграциях и экологии размножения тихоокеанского моржа (*Odobaenus rosmarus divergens* Illiger). Зоологический журнал. 18 (5): 762–778. [Belopolsky L.O. 1939. On migrations and ecology of reproduction of the Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens* Illiger). Zoologichesky Zhurnal. 18 (5): 762–778.]

Бурканов В.Н., Курилов Н., Ускирев М.С., Артемьева С.М., Усатов И.А. 2016. Использование квадрокоптера Phantom 4 для подсчета сивучей (*Eumetopias jubatus*) и северного морского котика (*Callorhinus ursinus*) на острове Тюленей, Россия. В: Морские млекопитающие Голарктики. Тезисы 9-ой междунар. конф. М.:СММ. С. 24. [Burkanov V.N., Kurilov N.V., Uskirev M.S., Artemyeva S.M., Usatov I.A. 2016. Using quadrocopter Phantom 4 for counts of the Steller sea lion (*Eumetopias jubatus*) and the northern fur seal (*Callorhinus ursinus*) on Tuleny Island, Russia. In: Marine Mammals of the Holarctic. Abstracts after the 9th Intl. conf. M.: MMC: 24]

Гольцев В.Н. 1968. Динамика береговых лежбищ моржа в связи с его распределением и численностью. Известия ТИНРО - Труды ВНИРО. Т. 62–68: 205–215. [Goltsev V.N. 1968. Dynamics of coastal haulouts of walrus in connection with its distribution and abundance. Izvestiya TINRO, 62, Trudy VNIRO, 68: 205–215.]

Зенкович Б.А. 1938. Развитие промысла морских млекопитающих на Чукотке. Природа. 11–12: 59–63. [Zenkovich B.A. 1938. Development of marine mammals hunt in Chukotka. Priroda, 11–12: 59–63.]

Крюкова Н.В. 2015. Современное состояние группировок тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus divergens*) на береговых лежбищах Чукотского полуострова // Дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. М.: ВНИРО. 150 с. [Kryukova N.V. 2015. The current status of Pacific walrus groupings (*Odobenus rosmarus divergens*) on the coastal haulouts of the Chukchi Peninsula. Candidate of Sciences (Biology) Dissertation. Moscow: VNIRO, 150 p.]

Лисицына Т.Ю. 1983. Береговые лежбища тихоокеанских моржей. Биологические проблемы Севера. Тезисы 10-го Всесоюзного симпозиума. 2: 120–121. [Lisitsyna T.Yu. 1983. Coastal haulouts of Pacific walrus. In: Biological problems of the North. Proceedings of the 10th All-Union Symp., 2: 120–121].

Никулин П.Г. 1941. Чукотский морж. Дальневосточные морские млекопитающие. Известия ТИНРО. 20: 21–59. [Nikulin P.G. 1941. Chukchi walrus. Far Eastern marine mammals. Izvestia TINRO, 20: 21–59].

Никулин П.Г. 1947. Биологическая характеристика береговых лежбищ моржа на Чукотском полуострове. Известия ТИНРО. 25:225–228. [Nikulin P.G. 1947. Biological characteristics of coastal walrus haulouts on the Chukotka Peninsula. Izvestiya TINRO, 25: 225–228].

Fay F.H., Kelly B.P. 1989. Development of a method for monitoring the productivity, survivorship, and recruitment of the Pacific walrus population. Final Report, OCSEAP Study MMS 89-0012. Anchorage, AK: Minerals Management Service, 51 p.

Кузнецов В.В., Шипулин С.В.

Экологический мониторинг каспийского тюленя (*Phoca caspica*) в 2017–2018 гг.

Волжско-Каспийский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБУ ВНИРО), («КаспНИРХ»), Астрахань, Россия

Kuznetsov V.V., Shipulin S.V.

Ecological monitoring of the Caspian seal (*Phoca caspica*) in 2017–2018

Volga-Caspian branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), “CaspNIRKh”, Astrakhan, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-163-171

Каспийский тюлень *Phoca caspica* (Gmelin, 1788) – единственное морское млекопитающее, обитающее в Каспийском море, и поэтому играет уникальную роль в его экосистеме. Благодаря тому, что каспийский тюлень замыкает звено в трофической цепи всей экосистемы и обитает по всей акватории моря, он, как следствие, является главным видом-индикатором водной среды экосистемы Каспия. В Каспийском море, в отличие от других морских бассейнов РФ, субпопуляции у каспийского тюленя отсутствуют. Существует одна популяция, общая численность которой насчитывает более 260 тыс. экз. (Кузнецов и др., 2015). По многолетним данным КаспНИРХ, тюлени активно совершают сезонные миграции вдоль западного и восточного побережья с юга на север и обратно. Весной отдельные больные и ослабленные особи после зимовки остаются на нагул в Северном Каспии. После восстановления своих энергетических запасов эти тюлени продолжают мигрировать в южную часть моря. Распределение и численность больных и ослабленных тюленей зависит от концентраций пищевых организмов и наличия ледяного субстрата для размножения, линьки и отдыха.

Размножение и лактация каспийского тюленя на льдах Северного Каспия растянуты по времени: начинаются в конце января и продолжаются до середины февраля, пик массовой щенки приходится на I декаду февраля (Кузнецов и др., 2013). Как правило, к этому времени общая ледовитость, толщина льда, торосистость, высота и мощность торосов достигают своих максимальных значений. Во второй половине февраля на льду происходит линька бельков, в марте – линька и спаривание половозрелых особей. Щенные залежки вдоль ледовой кромки, где лед имеет толщину от 15 до 30 см, располагаются в том или ином районе Северного Каспия в зависимости от суровости зимы (Кузнецов, 2015). В теплые зимы размножение каспийского тюленя проис-

The Caspian seal *Phoca caspica* (Gmelin, 1788) is the only marine mammal inhabiting the Caspian Sea, and therefore plays a unique role in its ecosystem. Since the Caspian seal is the terminal link in the trophic chain and occurs throughout the sea, it is considered the main indicator species of the aquatic environment of the Caspian ecosystem. In the Caspian Sea, unlike other sea basins of the Russian Federation, this species does not form separate subpopulations. It has a single population, the total size of which is estimated at more than 260,000 individuals (Kuznetsov et al. 2015). According to the long-term data collected by the Caspian Fisheries Research Institute (CaspNIRKh), seals make active seasonal migrations along the western and eastern coasts from south to north and back. In spring, after overwintering, some sick and weakened individuals stay to feed in the northern Caspian. As soon as the animals recover energy reserves, they resume migration to the southern part of the sea. The distribution and abundance of sick and weakened seals depend on the concentrations of prey and on the availability of ice substrate for breeding, molting, and rest.

Breeding and lactation of the seals on ice in the northern Caspian are stretched in time, beginning in late January and lasting until mid-February the peak of pupping occurs during in first ten days of February (Kuznetsov et al. 2013). By this time, the total sea ice cover, thickness, ridging, as well as height and size of hummocks, usually reach their maximum values. Whitecoats molt on ice in the second half of February, while mature individuals molt and mate in March. Pupping haulout sites along the ice edge are located in different areas of the northern Caspian Sea depending on severity of the winter, where the ice has a thickness of 15 to 30 cm (Kuznetsov 2015). In warm winters, Caspian seals breed only in the Kazakhstan sector of the northern Caspian, since the ice

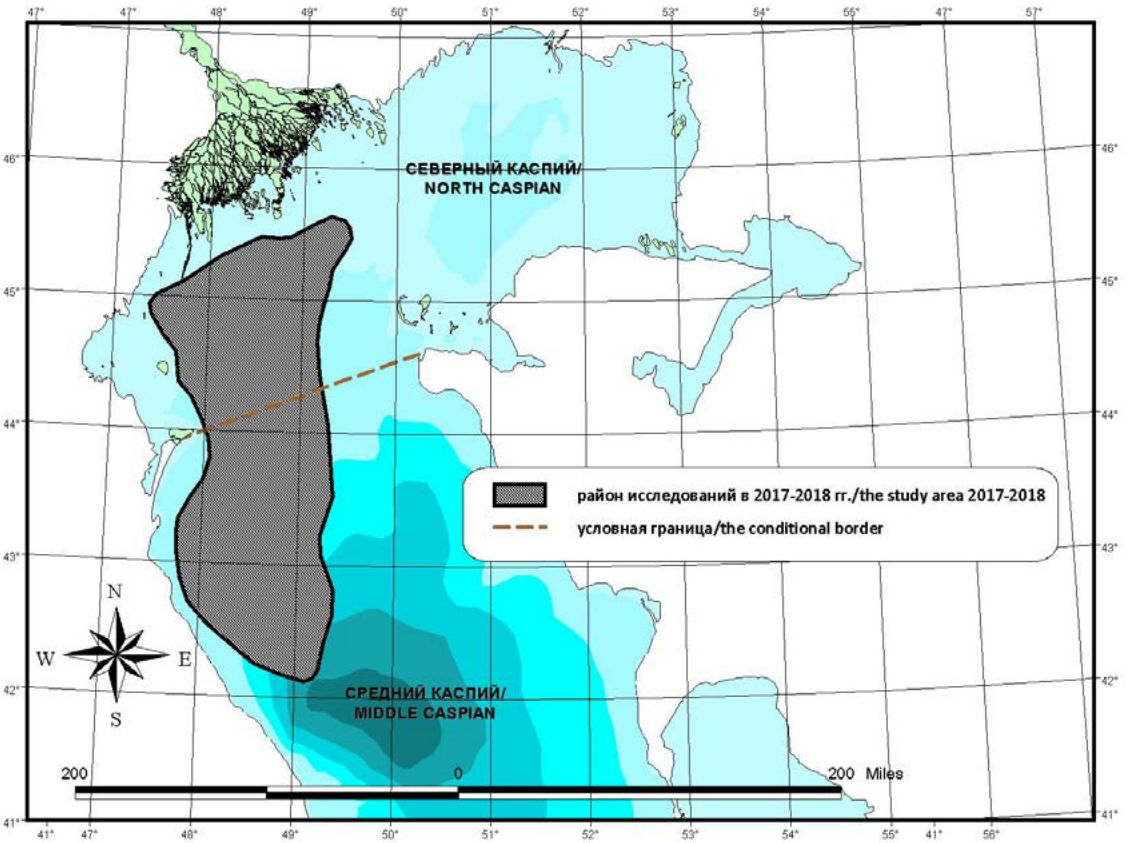


Рис. 1. Район исследований в 2017-2018 гг.
Fig. 1. The study area in 2017–2018.

ходит полностью в казахстанском секторе Северного Каспия, т.к. льдообразование начинается с востока на запад. В холодные зимы, когда ледовитость (% ледовой поверхности от общей площади Северного Каспия) составляет 90%, границы щенных залежек смещаются на запад – полностью в российскую часть.

Целью данной работы является оценка состояния популяции каспийского тюленя и разработка прогноза общего допустимого улова на 2020 г. В задачи исследований входило изучение распределения в акватории российского сектора Северного и Среднего Каспия каспийского тюленя и определение его средней плотности распределения.

В 2017-2018 гг. экологический мониторинг каспийского тюленя включал анализ ледовой обстановки в северной части моря по спутниковым данным Гидрометцентра России (Гидрометцентр, 2018.а). С апреля по ноябрь проводился судовой маршрутный учет тюленей в российском секторе Северного и Среднего Каспия (рис. 1).

formation proceeds from east to west. In cold winters, when the ice cover (% of the ice surface relative to the total northern Caspian area) reaches 90%, the boundaries of the range of the pupping haulouts shift westward entirely into the Russian part.

The goal of this work was to assess the status of the Caspian seal population and determine the total allowable catch (TAC) for 2020. The objectives were to study the distribution of Caspian seals in the Russian sector of the North and Middle Caspian and estimate the mean density of their distribution.

In 2017–2018, the ecological monitoring of the Caspian seal included an analysis of ice conditions in the northern part of the sea using satellite-derived data published by the Hydrometcenter of Russia (Hydrometcenter, 2018.a). A vessel-based transect survey of the Caspian seals was carried out in the Russian sector of the northern and middle Caspian from April to November (Fig. 1).

Таблица 1. Количество рейсов (общая протяженность маршрутов) в разные сезоны года и в разных частях Каспийского моря в 2017–2018 гг. (км)
Table 1. Number of cruises (total length of transects) in different seasons and in different parts of the Caspian Sea in 2017–2018 (km)

Годы/ Years	Северный Каспий / North Caspian			Средний Каспий / Middle Caspian		Итого/ Total
	Весна/ Spring	Лето/ Summer	Осень/ Autumn	Лето/ Summer	Осень/ Autumn	
2017	3(794)	5(2007)	4(1192)	1(1281)	2(1215)	15(6489)
2018	3(889)	6(1470)	5(1666)	2(1752)	2(1129)	18(6906)
Всего/ Total	6(1683)	11(3477)	9(2858)	3(3033)	4(2344)	33(13395)

Рейсы проходили в аналогичных районах и в разные сезоны года. Судовой маршрутный учет тюленей проводился на научно-исследовательских судах (НИС «Исследователь Каспия», НИС «Гидробиолог», НИС «Мидия», НИС «Медуза») во время комплексных тралово-гидроакустических и конусных съемок морских видов рыб методом визуальной регистрации живых и мертвых особей на поверхности моря. Учёт тюленей осуществлялся при движении судна штурманами из капитанской рубки. Эффективная ширина маршрутного учета рассчитывалась как средняя дальность обнаружения тюленей (Методики, 2011). Учеты тюленей проводились в дневное время суток. По результатам каждого научного рейса рассчитывалась средняя плотность (экз./км^2) распределения тюленей. Для каждого рейса определялись количество дневных учётов и общая протяженность маршрутов, рассчитывалась средняя эффективная ширина учетной полосы. Она рассчитывалась на основании полученных данных о регистрации живых тюленей. После этого находилась средняя плотность распределения тюленей за рейс, исходя из общей протяженности дневных маршрутов и средней эффективной ширины учетной полосы. Продолжительность рейсов в Северном Каспии, в зависимости от автономности судна, варьировала от 10 до 20 суток. В Среднем Каспии она составляла от 20 до 30 суток. За 2 года исследований было выполнено 33 рейса (табл. 1). Средняя плотность распределения тюленей за сезон определялась как среднее значение средних значений указанного показателя за все рейсы. Среднегодовая плотность распределения тюленей была равна среднему значению средних значений за сезон (весна, лето, осень). Средняя частота встречаемости тюленей на 100 км маршрутного пути рассчитывалась с учетом общей длины маршрутного учета за весь рейс.

The research cruises covered the same areas in different seasons of the year. The surveys were conducted aboard research vessels (R/V *Issledovatel' Kaspiya*, R/V *Gidrobiolog*, R/V *Midiya*, and R/V *Meduza*) during the complex trawl/echosounding and cone-net surveys of marine fish species. Live and dead seals on the surface were registered visually. Seals were recorded by the navigators on the bridge during travel. The effective strip width was determined as the mean distance of finding seals (Methods… 2011). The survey was conducted in daytime hours. The mean density of seals distribution (ind./km^2) was estimated based on the results of each research cruise. Also, the number of survey days, the total length of transects, and the mean effective strip width were determined for each cruise. The latter parameter was calculated using the data on live seal sightings. After that the mean density of seals distribution per cruise was estimated based on the total length of daily transects covered and the mean effective strip width. The duration of cruises in the northern Caspian (depending on the endurance of the vessel) varied from 10 to 20 days. In the middle Caspian, it was from 20 to 30 days. During the two years of surveys, a total of 33 cruises were conducted (Table 1). The mean distribution density per season was determined by summarizing all mean values of this parameter for each cruise. The mean annual distribution density was calculated by averaging the mean value for all seasons (spring, summer, and autumn). The mean frequency of occurrence of seals per 100 km of route was calculated based on the total length of surveyed transects throughout the cruise.

The sea ice condition in 2016/17–2017/18 during the breeding season of reproductive females was stable. The onset of ice formation in the winter of 2016/17

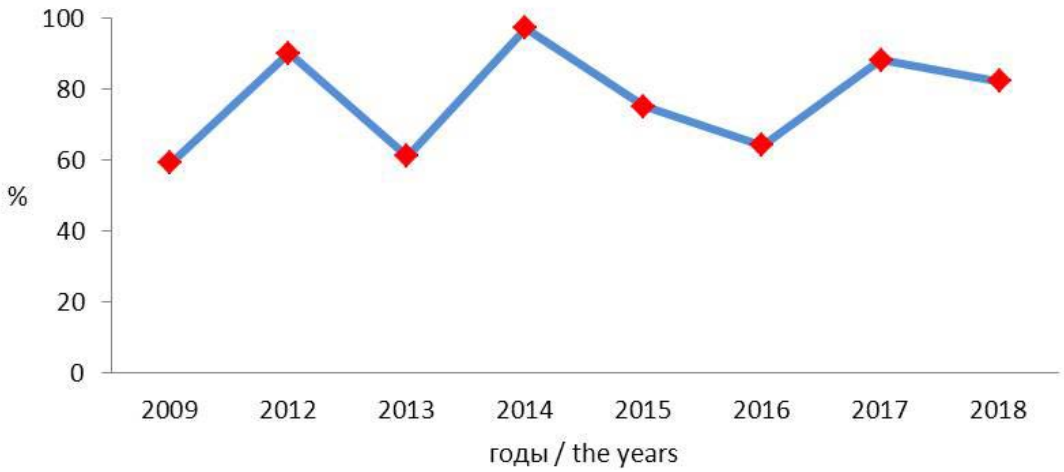


Рис. 2. Динамика ледовитости Северного Каспия, %.
Fig. 2. Dynamics of the ice cover in the northern Caspian Sea, %.

Ледовая обстановка в 2016/2017-2017/2018 гг. в период размножения продуцирующих самок была стабильной. Начало льдообразования в зиму 2016/2017 гг. пришлось на 21 ноября, окончание – на 27 марта. Продолжительность ледостава составила 127 суток, что было больше на 25% среднемноголетних показателей за период 2011/2012-2015/2016 гг. (Гидрометцентр 2018.a). В январе лед (припай) отмечался в восточной части Северного Каспия, его толщина составляла 27-32 см. За припаем преобладал серо-белый дрейфующий лед (Гидрометцентр 2018.a). В начале февраля общая площадь ледового покрова Северного Каспия увеличилась, в западной части преобладал лед с толщиной до 15 см, на востоке – от 15 до 30 см. В начале февраля лед отмечался на 88% площади Северного Каспия, что на 24% выше аналогичного показателя 2016 г. Преобладали юго-восточные ветра, скорость ветра в среднем не превышала 4 м/с. Средняя облачность в районах щенки составляла 4 бала по десятибальной шкале (сплошная облачность). Температура воздуха на высоте 2 м варьировала от –10 до 0 °С при среднем значении - 4°С (Гидрометцентр 2018.b).

Процессы первого льдообразования в восточной части Северного Каспия в зиму 2017/2018 гг. произошли 5 декабря, окончание ледостава – 2 апреля. Продолжительность ледостава составила 119 суток, что было больше на 18% среднемноголетних показателей за период 2012/2013-2016/2017 гг. В январе лед уже отмечался не только в восточной, но и в западной части Северного Каспия. На западе преобладал серый дрейфующий лед и светлый нилас. Вдоль восточного побережья сформировался припай толщиной 30 см. В конце января ледовитость Северного Каспия достигала 83%. Преобладали

occurred on November 21; the end, on March 27. The freeze-up season lasted 127 days, which was 25% longer than the mean annual values for the period 2011-2016 (Hydrometcenter 2018.a). In January, ice (fast ice) with a thickness of 27–32 cm was observed in the eastern part of the northern Caspian. Beyond the fast ice, gray-white drifting ice prevailed (Hydrometcenter 2018.a). In early February, the total area of ice cover in the northern Caspian increased; in the western part, ice with a thickness of up to 15 cm was common; in the east, ice was mostly from 15 to 30 cm in thickness. In early February, ice was covering 88% of the northern Caspian area, which was 24% greater than in 2016. Southeasterly winds were the most common; wind speed was on average up to 4 m/s. The mean cloud cover in the pupping areas was 4 points on a ten-point scale (overcast). The air temperature varied from –10 to 0°C with a mean value of –4°C (Hydrometcenter 2018.b).

The onset of ice formation in the eastern northern Caspian in the winter 2017/18 was recorded on December 5; the end of freeze-up, on April 2. The freeze-up season lasted 119 days, which was 18% longer than the mean annual values for 2012-2017. In January, the ice was already observed not only in the eastern, but also in the western part of the northern Caspian. In the west, gray drifting ice and light nilas prevailed. A 30-cm-thick fast ice formed along the eastern coast. In late January, the ice cover in the northern Caspian reached 83%. Easterly winds were common; the wind speed was on average up to 5 m/s. The mean cloud cover in the pupping areas

Таблица 2. Данные маршрутных учетов тюленей в западной части Северного и Среднего Каспия за весенне-осенний период 2017–2018 гг.

Table 2. Data of transect surveys of seals in the western part of the North and Middle Caspian for the spring–autumn period of 2017–2018

Годы / Years	Северный Каспий/ North Caspian			Средний Каспий/ Middle Caspian			Северный и Средний Каспий/ North and Middle Caspian		
	Площадь учёта, км²/ Area of observations, km²	Количество учтённых особей, экз./ Number of recorded individuals, ind.	Средняя плотность распределения, экз./км²/ Mean distribution density, ind./km²	Площадь учёта, км²/ Area of observations, km²	Количество учтённых особей, экз./ Number of recorded individuals, ind.	Средняя плотность распределения, экз./км²/ Mean distribution density, ind./km²	Площадь учёта, км²/ Area of observations, km²	Количество учтённых особей, экз./ Number of recorded individuals, ind.	Средняя плотность распределения, экз./км²/ Mean distribution density, ind./km²
Летний (июнь–август) /Summer (June–August)									
2017	196	31	0.16	100	9	0.09	296	40	0.13
2018	151	28	0.17	517	19	0.04	668	47	0.11
Весеннне-осенний (май–ноябрь) / Spring–autumn (May–November)									
2017	413	70	0.17	200	18	0.09	613	88	0.13
2018	394	114	0.29	612	31	0.05	1006	145	0.17

восточные ветра, скорость ветра в среднем не превышала 5 м/с. Средняя облачность в районах щенки составляла 2 бала по десятибалльной шкале (сплошная облачность). Температура воздуха на высоте 2 м варьировала от –8 до 0 °С при среднем значении -2,7°С.

Каспийский тюлень относится к пагофильным видам. Эффективность его размножения, выживаемость приплода и линька зависят от качества льда (торосистость) в местах размножения.

На протяжении последних 8 лет ледовитость Северного Каспия на момент массового размножения продуцирующих самок каспийского тюленя не опускалась ниже 61% (Гидрометцентр 2018.а). В 2017-2018 гг. в период размножения ледовитость Северного Каспия имела средние значения относительно зим других годов (рис. 2).

В период с мая по ноябрь 2017-2018 гг. на судах ФГБНУ «КаспНИРХ» в российском секторе Северного и Среднего Каспия проводился маршрутный учет тюленей. За весь период было обследовано 1619 км²

was 2 points on a ten-point scale (overcast). The air temperature varied from –8 to 0°C with a mean value of –2.7°C.

The Caspian seal is a pagophilic species. The success of its reproduction, survival rate of the offspring, and molt depend upon the quality of ice (ridging) at the breeding grounds.

Over the past eight years, the ice cover of the northern Caspian by the time of the breeding peak of the Caspian seals was at least 61% (Hydrometcenter 2018.a). In 2017–2018 the ice cover in the northern Caspian during the breeding season showed a mean value similar to other years (Fig. 2).

From May to November 2017–2018, a transect survey of seals was conducted aboard vessels of CaspNIRKh in the Russian sector of the northern and middle Caspian. During this period, 1,619 km² of the area was surveyed. A total of 234 Caspian seals were recorded (Table 2).

In the summer of 2017, 63 surveys were performed in the Russian sector of the northern and middle Caspian:

акватории моря. Учтено 234 экз. каспийского тюленя (табл. 2).

В летний период 2017 г. было проведено 63 учета в российском секторе Северного и Среднего Каспия – общая площадь визуального учета тюленей на обследованной акватории составляла 296 км^2, в том числе на Северный Каспий приходилось 196 км^2, на Средний Каспий – 100 км2. Было учтено 40±1,24 особей, из которых в северной части Каспийского моря зарегистрировано 31±1,39 экз. тюленей, что соответствовало 77% всего учтенного зверя за летний период наблюдений. Живые особи составляли 36±1,05 экз., мертвые – 4±0,75 экз. Длина дневных маршрутов варьировала от 0,38 до 227,39 км. Дневные плотности живых тюленей на учетной площади акватории Северного Каспия колебались от 0,21 до 57,47 экз./км^2, максимальная плотность отмечалась южнее банки Ракушечная. В Среднем Каспии их концентрации варьировали от 0,04 до 0,85 экз./км^2, наибольшая плотность (0,85 экз./км^2) регистрировалась в западной части Среднего Каспия, в районе глубин 60 м по северной широте напротив г. Махачкала.

Общая площадь визуального учета тюленей на обследованной акватории Северного и Среднего Каспия в летний период 2018 г. составляла 668 км^2. В Северном Каспии зарегистрировано 25±1,09 живых и 3±0 мертвых особей, в Среднем Каспии – 14±1,04 живых и 5±0,71 мертвых особей. Численность зарегистрированных живых особей (39±1,06 экз.) во время судового маршрутного учета, по сравнению с аналогичным периодом 2017 г. увеличилась на 8%. Относительная доля регистрации тюленей в дневных учетах, где отмечались тюлени, составляла 38%. Длина дневных маршрутов варьировала от 1,28 до 187,94 км при средней протяженности за один световой день в 43,54 км.

На каждые 100 км маршрутного пути общей обследованной акватории частота встречаемости живых особей за отдельный рейс составляла в среднем 1,28±1,34 экз., мертвых – 0,23±0,25 экз. Среди всех научно-исследовательских рейсов частота встречаемости живых особей варьировала от 0 до 3,95 экз. У мертвых тюленей этот показатель колебался от 0 до 0,74 экз.

Дневные концентрации живых особей на акватории Северного и Среднего Каспия варьировали за один день от 0,01 до 1,57 экз./км^2, при средней плотности в 0,49±0,51 экз./км^2. Максимальная концентрация живых тюленей отмечалась в Северном Каспии, южнее банки Ракушечная. В Среднем Каспии их концентрации варьировали от 0,01 до 0,34 экз./км^2, наибольшая плотность (0,34 экз./км^2) регистрировалась в восточной части Среднего Каспия.

the total surveyed area was 296 km^2, including 196 km^2 in the northern Caspian and 100 km^2 in the Middle Caspian. The average number of observed seals was 40±1.24, of which 31±1.39 individuals were recorded from the northern part of the sea; that accounted for 77% of the total number of observed animals during the summer period. Of the total number of seals found, 36±1.05 individuals were alive and 4±0.75 dead. The length of transects covered in a day ranged from 0.38 to 227.39 km. The daily density of live seals over the surveyed area of the northern Caspian ranged from 0.21 to 57.47 ind./km^2; the maximum density was recorded from waters south of the Rakushechnaya Shoal. In the Middle Caspian, seal concentrations varied from 0.04 to 0.85 ind./km^2; the highest density (0.85 ind./km^2) was recorded from the western Middle Caspian, in the area of 60-m depths by the northern latitude opposite the city of Makhachkala.

The total surveyed area in the waters of the North and Middle Caspian during the summer 2018 was 668 km^2. In the northern Caspian, 25±1.09 live and 3±0 dead individuals were recorded; in the Middle Caspian, 14±1.04 live and 5±0.71 dead individuals. The number of recorded live seals (39±1.06 ind.) during the vessel-based survey increased by 8% as compared to the same period of 2017. The relative proportion of recorded seals in the daily observations when seals were found was 38%. The length of transects surveys during a day varied from 1.28 to 187.94 km with a mean length of 43.54 km per day.

The frequency of occurrence of live seals per 100 km of route over the total surveyed area for each cruise averaged at 1.28±1.34 individuals; the frequency of occurrence of dead seals was 0.23±0.25. For all cruises, the frequency of occurrence of live seals varied from 0 to 3.95 individuals. This parameter for dead seals ranged from 0 to 0.74 individuals.

The daily concentration of live individuals in waters of the northern and middle Caspian varied from 0.01 to 1.57 ind./km^2, with a mean density of 0.49±0.51 ind./km2 per day. The maximum concentration of live seals was observed in the northern Caspian, south of the Rakushechnaya Shoal. In the middle Caspian, their concentration ranged from 0.01 to 0.34 ind./km^2; the highest density (0.34 ind./km^2) was recorded in the eastern part.

The recorded dead seals reached a concentration from 0.15 to 0.98 ind./km^2 and a mean density of 0.49±0.34 ind./km^2. The total number of dead animals during the period from April to November did not exceed

Мертвые тюлени отмечались в концентрациях от 0,15 до 0,98 экз./км^2 при средней плотности в 0,49±0,34 экз./км^2. Общее количество мертвого морского зверя в период с апреля по ноябрь не превысило 20±0,62 экз. В 2018 г. мертвые тюлени на акватории моря отмечались весной (10±0,46 экз.) и летом (8±0,89 экз.). Их численность за год, по сравнению с прошлым годом, уменьшилась на 10%.

В последние годы в современных экологических условиях состояние запасов основного кормового объекта (обыкновенная килька) для тюленя находится на стабильном уровне, что подтверждается высокой величиной ежегодного пополнения в популяции. По результатам собственных исследований КаспНИРХа во время килечных съемок, средний исследовательский улов на усилие в 2017 г. взрослых особей (3321 экз./час траления) обыкновенной кильки северо-каспийского стада превышал многолетний показатель на 20%, молоди (664 экз./час траления) – на 69%. В южно-каспийском стаде увеличение произошло у взрослых особей (1073 экз./лов) на 44%, молоди (415 экз./лов) – на 124%. Общая биомасса популяции обыкновенной кильки (765,3 тыс. т) в целом по морю увеличилась на 16%.

Таким образом, ледовые площади в зимний период 2017-2018 гг. на акватории Северного Каспия были достаточными для успешного размножения половозрелых самок каспийского тюленя. Несмотря на то, что многие международные и российские специалисты по изучению морских млекопитающих обеспокоены потеплением климата и ухудшением условий размножения ледовых форм тюленей, годовые изменения ледовитости Северного Каспия находятся в пределах значений допустимой нормы. Многолетняя динамика ледовой площади на момент массового размножения каспийского тюленя может свидетельствовать о благоприятных условиях для размножения. Верхний предел колебаний значений ледовитости в 2017 г. уменьшился на 6% по сравнению со средним значением аналогичного показателя в 2012 и 2014 гг. А сам период колебаний ледовитости Северного Каспия в последние годы увеличился в 2 раза с повторением через 2 года, что также благоприятно сказывается на воспроизводстве популяции.

Результаты исследований по изучению распределения тюленей в Каспийском море свидетельствуют о том, что в современный период российские территориальные воды в Северном и Среднем Каспии остаются районами нагула для каспийского тюленя. Об этом говорит динамика средней плотности тюленей в Северном Каспии. Весной и осенью в сезонном аспекте она

20±0.62. In 2018, dead seals were found in the spring (10±0.46 ind.) and summer (8±0.89 ind.). Their number for this year decreased by 10% compared to the last year.

In recent years, in the current environmental conditions, the status of stocks of the main prey of the seals (common Caspian kilka) has remained at a stable level, which is confirmed by the high value of annual recruitment to the population. According to the results of studies conducted by CaspNIRKh, the mean research catch per unit effort (CPUE) of adult common kilka of the northern Caspian stock during the kilka surveys in 2017 (3,321 fish per hour of trawling) exceeded the long-term value by 20%; CPUE for juveniles (664 fish/h), by 69%. In the southern Caspian stock, there was an increase in the catch of adults (1,073 fish/catch) by 44%; the catch of juveniles (415 fish/catch) increased by 124%. The total biomass of the common kilka population (765,300 tons) in the Caspian Sea increased by 16%.

To summarize, the ice cover in waters of the northern Caspian in the winter 2017–2018 was sufficient for successful breeding of the mature female Caspian seals. Although many international and Russian experts on marine mammals are concerned about climate warming and deterioration of breeding conditions for the ice-bound species of seals, the annual variations in the ice cover in the northern Caspian remain within normal limits. The long-term dynamics of sea ice at the time of the reproduction peak of Caspian seals may represent favorable breeding conditions. The upper limit of fluctuations in ice cover in 2017 decreased by 6% compared to the mean values of this parameter for 2012 and 2014. The period of fluctuations in ice cover in the northern Caspian for recent years showed a two-fold increase with a 2-year periodicity, which also has a positive effect on reproduction of the population.

The results of the studies on the distribution of seals in the Caspian Sea indicate that currently the Russian territorial waters in the northern and middle Caspian remain the feeding grounds for Caspian seals. This is supported by the dynamics of the mean density of seals in the northern Caspian. In spring and autumn, it reaches the maximum values. In summer, their density decreases as the major part of the population moves to more southerly areas throughout the Caspian Sea. The increase in the number of seals in the above-mentioned part of the sea is explained by the biological features of the ice-bound species of the family Phocidae, such as breeding on ice fields in the

составляет максимальные значения. В летний период их плотность снижается за счет распределения основной части популяции каспийского тюленя в более южные районы по всей акватории Каспийского моря. Увеличение численности тюленей в вышеназванной части моря объясняет биологические особенности ледовой формы семейства настоящих тюленей, а именно осуществление размножения на ледовых полях Северного Каспия. В Среднем Каспии причина низкой плотности распределения тюленей на исследуемом участке объясняется более значительной территориальностью исследуемых районов. Тюлени совершают нерегулярные перемещения из Среднего в Северный Каспий для поиска более высоких концентраций пищевых организмов и под влиянием факторов беспокойств со стороны судоходства. Средняя плотность распределения тюленей в западной части Северного и Среднего Каспия в 2018 г. в весенне-осенний период увеличилась на 31% по сравнению с аналогичным показателем 2017 г. Это произошло за счёт подхода тюленей из южных районов в Северный Каспий в осенний период. В северо-западной части Среднего Каспия в летний и весенне-осенний периоды плотность тюленей уменьшилась в среднем на 50%, что говорит об изменении районов нагула тюленей в Среднем Каспии. Судовой маршрутный учёт тюленей на акватории Каспийского моря, в котором задействованы 4 морских научных судна, является важной составляющей общей системы экологического мониторинга популяции каспийского тюленя. Результаты исследований по распределению тюленей объективно подтверждаются существованием стабильных и благоприятных условий обитания каспийского тюленя в современный период. Районы размножения в Северном Каспии и запасы основного кормового объекта (обыкновенная килька) в последующей перспективе имеют положительную тенденцию для увеличения общей численности всей популяции в целом.

northern Caspian. In the middle Caspian, the low density of seals in the surveyed waters is due to the greater territorial expanse of the study areas. Seals make irregular movements from the middle to the northern Caspian in search for higher concentrations of prey organisms; these movements may also be driven by disturbance, such as by intensive ship traffic. The mean distribution density in the western part of the northern and middle Caspian Sea increased by 31% in the spring–autumn period of 2018, as compared to the values in 2017. This is associated with the arrival of seals from the southern regions to the northern Caspian in the autumn. In the northwestern middle Caspian, the density of seals declined by an average of 50% in the summer and spring–autumn periods, indicating a change in seals' feeding grounds in the middle Caspian. The vessel-based survey of seals in the Caspian Sea, involving 4 marine research vessels, is an important component of the general system of Caspian seal population monitoring. The results of the studies on the distribution of seals are confirmed by the stable and favorable habitat conditions for Caspian seals existing in the current period. The breeding grounds in the northern Caspian and the stocks of the main prey species (common Caspian kilka) show positive trends that may provide a general increase in the total population size in the future.

Список используемых источников / References

Гидрометцентр России. 2018.а. Оперативный модуль ЕСИМО: Ледовые условия в Каспийском море. https://meteoinfo.ru/. Доступ выполнен в 2018 г. [Hydrometcenter of Russia. 2018.a. Unified Information System on the World Ocean: Sea ice conditions in the Caspian Sea. Accessed in 2018]. http://193.7.160.230/web/esimo/casp/ice/ice_casp.php

Гидрометцентр России. 2018.б. Оперативный модуль ЕСИМО: Прогноз приземной температуры воздуха на 60 час. http://hmc.meteorf.ru. Доступ выполнен в 2018 г. [Hydrometcenter of Russia. 2018.b. Unified Information System on the World Ocean: Prediction of near-surface air temperature for 60 h. Accessed in 2018]. http://hmc.meteorf.ru/sea/casp/gfs/map.php?i=2&j=6&t=60

Кузнецов В.В. 2015. Экологический мониторинг каспийского тюленя в ледовый период на акватории северной части каспийского моря // Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов. Т.1. Москва. С. 256–262. [Kuznetcov V.V. 2015. The Caspian seal environmental monitoring during ice period in the northern Caspian Sea. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the VIII Intl. conf., M.: MMC, 1: 256–262].

Кузнецов В.В., Черноок В.И., Шипулин С.В. 2013. Оценка численности популяции каспийского тюленя в современный период // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. № 5. – С. 86–91 [Kuznetsov V.V., Chernook V.I., Shipulin S.V. 2013. Estimation of the size of the Caspian seal population in the modern period. Zashchita Okruzhayushchei Sredy v Neftegazovom Komplekse, 5: 86–91].

Кузнецов В.В., Абдурахманов Г.М., Гаджиев А.А., Магомедова М.З. 2015. Экологический мониторинг популяции каспийского тюленя в современный период // Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России. Сборник материалов XVII Международной научной конф., Махачкала: Эко-пресс. С. 479–481 [Kuznetsov V.V., Abdurakhmanov G.M., Gadzhiev A.A., Magomedova M.Z. 2015. Ecological monitoring of the Caspian seal population in the modern period. In: Biological diversity of the Caucasus and the South of Russia. Collection of materials of the XVII Intl. sci. conf., Makhachkala: Eco-Press: 479–481].

Методика оценки запасов каспийского тюленя (*Phoca caspica* Gmelin, 1788) – Астрахань: КаспНИРХ, 2011. // Методики оценки запасов, определения ОДУ и возможного вылова водных биоресурсов каспийского бассейна с целью управления рыболовством (под ред. Судакова Г.А.) С. 88–98. [Methods of estimation of Caspian seal stocks (*Phoca caspica* Gmelin, 1788). 2011. In: Methods of estimation of populations, determination of TAC and possible catch of aquatic bioresources in the Caspian basin for the purpose of fisheries management (G.A. Sudakov, ed.), Astrakhan: CaspNIRKh, p. 88–98].

Кыдырманов А.И. [1], Карамендин К.О. [1], Касымбеков Е.Т. [1], Гудман С. [2]

Циркуляция тюленьего герпесвируса PhHV-1 в популяции каспийских тюленей (*Pusa caspica*)

1. Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии, Алматы, Казахстан
2. Институт общей и сравнительной биологии, Университет Лидса, Лидс, Великобритания

Kydyrmanov A.I. [1], Karamendin K.O. [1], Kassymbekov E.T. [1], Goodman S. [2]

Circulation of Phocine herpesvirus PhHV-1 in the population of Caspian seals (*Pusa caspica*)

1. Scientific and Production Center for Microbiology and Virology LLP, Almaty, Kazakhstan
2. Institute of Integrative and Comparative Biology, University of Leeds, Leeds, UK

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-171-174

В последние годы, благодаря широкомасштабным исследованиям с использованием более современных методов молекулярной диагностики, был идентифицирован ряд вирусов, инфицирующих морских млекопитающих.

В настоящее времени от тюленей были изолированы семь видов герпесвирусов (PhHV-1-PhHV-7), относящихся к родам альфа- и гамма-герпесвирусов (Osterhaus et al. 1985; Harder et al. 1996; Goldstein et al. 2006; Maness et al. 2011; Wright et al. 2015; Bodewes et al. 2015). В инфекционной патологии этих животных наиболее актуальным является герпесвирус тюленей 1 [Phocid Herpesvirus type 1] (PhHV-1) из рода α-герпесвирусов. Инфекция, вызванная этим вирусом

In recent years, thanks to large-scale studies using more advanced methods of molecular diagnostics, a number of viruses have been identified that infect marine mammals.

To date, seven species of herpesviruses (PhHV-1-PhHV-7), belonging to the genera of alpha- and gammaherpesviruses (Osterhaus et al. 1985; Harder et al. 1996; Goldstein et al. 2006; Maness et al. 2011; Wright et al. 2015; Bodewes et al. 2015), have been isolated from seals. In the infectious pathology of these animals, herpesvirus of seals 1 [Phocid Herpesvirus type 1] (PhHV-1) from the genus of alphaherpesviruses is the most significant pathogen. The infection caused by this virus in the common (*Phoca vitulina*) and

у обыкновенных (*Phoca vitulina*) и серых тюленей (*Halichoerus grypus*), характеризуется респираторными проявлениями с интерстициальной пневмонией и коагулятивным некрозом тканей надпочечников и печени (Osterhaus et al. 1985; Gulland et al. 1997). Остальные шесть герпесвирусов (PhHV-2-PhHV-7) относятся к роду γ- герпесвирусов, из них PhHV-4 и PhHV-7 имеют диагностическую значимость при воспалениях и язвенных поражениях мягких тканей ротовой полости тюленей. Герпесвирус PhHV-6 у тюленей ассоциирует с заболеванием глаз (Wright et al. 2015). Роль вирусов PhHV-2, PhHV-3 и PhHV-5 в инфекционной патологии тюленей остается неизвестной.

С целью установления круга вирусных патогенов, поражающих каспийских тюленей, нами проведен вирусологический скрининг биоматериалов на наличие герпесвирусов.

Исследование 188 образцов от 47 особей каспийских тюленей, собранных в казахстанской части моря в 2016-2017 гг., проводили с помощью обратной транскрипции – полимеразной цепной реакции (ОТ-ПЦР). Биологические образцы собраны весной и осенью на участках лежбищ в северо-восточной части моря от животных, отловленных для спутниковой телеметрии.

С праймерами к gD и UL52 генам проведен ПЦР скрининг материалов на присутствие ДНК α- и γ-герпесвирусов тюленей (PhHV-1 и PhHV-2 соответственно). В качестве положительного контроля использовали штамм PhHV-1, полученный из Европейского архива вирусных антигенов – EVAg. Ожидаемые продукты ПЦР к PhHV-1 в 290 пар оснований обнаружены в трех образцах, собранных в октябре 2016 г. Пробы, дополнительно исследованные в ОТ-ПЦР в реальном времени с праймерами к gB гену PhHV-1, также дали положительные результаты. BLAST анализ секвенированных нуклеотидных последовательностей фрагмента gD гена вируса PhHV-1 каспийских тюленей показал их схожесть с таковыми изолята PB84 от европейского обыкновенного тюленя (*Phoca vitulina*). Анализы на PhHV-2 оказались отрицательными.

Впервые герпесвирус PhHV-1 изолирован от новорожденных обыкновенных тюленей с клиническими признаками острой пневмонии и гепатита в центре реабилитации в Нидерландах в 1985 г. (Osterhaus et al. 1985). У тихоокеанского обыкновенного тюленя (*Phoca vitulina richardsii*) этот вирус ассоциируется с очаговым каогулятивным некрозом коры надпочечников и печени. В филогенетических исследованиях гена ДНК-полимеразы (gB) PhHV-1 установлено их родство с герпесвирусами собак и кошек.

gray seals (*Halichoerus grypus*) is characterized by respiratory manifestations with interstitial pneumonia and coagulative necrosis of the adrenal tissue and liver (Osterhaus et al. 1985; Gulland et al. 1997). The other six herpesviruses (PhHV-2-PhHV-7) are attributed to the genus of gammaherpesviruses. Of them, PhHV-4 and PhHV-7 have diagnostic significance in inflammation and ulcerative lesions of soft tissues in the oral cavity of seals. The herpesvirus PhHV-6 in seals is associated with an eye disease (Wright et al. 2015). The role of the PhHV-2, PhHV-3, PhHV-5 viruses in infectious pathologies in seals remains unknown.

In order to identify the range of viral pathogens affecting the Caspian seals, we carried out a virological screening of biomaterials for the presence of herpesviruses.

A study of 188 samples from 47 individuals of the Caspian seal obtained in the Kazakhstan part of the sea in 2016–2017 were performed by reverse transcription polymerase chain reaction (RT–PCR). Samples were collected in the spring and autumn at seal's haulout sites in the northeastern part of the sea from live animals caught for satellite telemetry.

The presence of DNA of phocine α- and γ-herpesviruses (PhHV-1 and PhHV-2) was determined using primers targeting their gD and UL52 genes, respectively. The strain PhHV-1, obtained from the European Virus Archive goes Global (EVAg), was used as a positive control. The expected 290-bp PCR products to PhHV-1 were detected in three samples collected in October 2016. The samples were additionally tested by real-time RT–PCR with primers to the gB gene of PhHV-1, which also gave positive results. A BLAST analysis of nucleotide sequences of the gD gene fragment of PhHV-1 virus from Caspian seals showed their resemblance to those of the European isolate PB84 from common seals *(Phoca vitulina*). The analyses for PhHV-2 were negative.

The herpesvirus PhHV-1 was first isolated from newborn common seals with clinical signs of acute pneumonia and hepatitis at a rehabilitation center in the Netherlands in 1985 (Osterhaus et al. 1985). In the Pacific common seal (*Phoca vitulina richardsii*), this virus is associated with focal coagulative necrosis of the adrenal cortex and liver. In phylogenetic studies of the DNA polymerase (gB) gene of PhHV-1, its relationship with canine and feline herpesviruses has been found.

Serological studies have shown the wide distribution of infections of PhHV-1 or other closely related α-herpes

Серологические исследования показали широкое распространение инфекции PhHV-1 или других близкородственных α-герпесвирусов в популяциях тюленей, обитающих в Северном море, а также в водах Антарктики и северной части Тихого океана (Have et al. 1991; Harder et al. 1991; Zarnke 1997).

С целью получения косвенных доказательств об устойчивой циркуляции PhHV-1 в популяции каспийских тюленей нами проведены серологические исследования для обнаружения антител к этому вирусу. Образцы сывороток, собранных с 2007 по 2017 гг., исследовали в ИФА с помощью набора CHV (Canine Herpes Virus) IgG Ab ELISA Cat.# DE2481, DEMEDITECH (Германия). В результате исследования, в сыворотках крови каспийских тюленей антитела к PhHV-1 обнаружены в 68 из 72 образцов (94,7%).

Таким образом, результаты вирусологического скрининга, молекулярно-генетических и серологических исследований свидетельствуют об устойчивой циркуляции возбудителя PhHV-1 среди каспийских тюленей и возможном его участии в инфекционной патологии и смертности этих животных.

viruses in the seal populations of the North Sea, as well as in Antarctic and North Pacific waters (Have et al. 1991; Harder et al. 1991; Zarnke 1997).

In order to obtain additional evidence on the persistent circulation of PhHV-1 in the population of Caspian seals, we carried out a serological screening to detect antibodies to this virus. For detection of antibodies to the PhHV-1 virus, the serum samples collected from 2007 to 2017 were tested by ELISA using the CHV kit (Canine Herpes Virus) IgG Ab ELISA Cat. #DE2481, DEMEDITECH (Germany). Specific antibodies to PhHV-1 were detected in 68 out of 72 serum samples (94.7%) of Caspian seals.

Thus, the results of the virological screening, as well as the molecular and serological analyses, indicate a continuous circulation of PhHV-1 among Caspian seals and its possible involvement in the infectious pathology and mortality of these animals.

Список использованных источников / References

Bodewes R., Contreras G.J., Garcia A.R., Hapsari R., van de Bildt M.W., Kuiken T., Osterhaus A.D. 2015. Identification of DNA sequences that imply a novel gammaherpesvirus in seals. Journal of General Virology, 96: 1109–1114.

Goldstein T., Gulland F.M.D., Braun R.C., Antonelis G.A., Kashinsky L., Rowles T.K., Mazet J.A.K., Dalton L.M., Aldridge B.M., and Stott J.L. 2006. Molecular identification of a novel gamma herpesvirus in the endangered Hawaiian monk seal (*Monachus schauinslandi*). Marine Mammal Science, 22(2): 465–471.

Gulland F.M.D., Lowenstine L.J., Lapointe J.M., Spraker T., King D.P. 1997. Herpesvirus infection in stranded Pacific harbor seals of coastal California. Journal of Wildlife Diseases, 33(3): 450–458.

Harder T.C., Harder M., Vos H.W., Kulonen, K., Kennedy-Stoskopf, S., Liess, B., Appel, M.J.G., Osterhaus, A.D.M.E. 1996. Characterization of phocid herpesvirus-1 and -2 as putative alpha- and gammaherpesviruses of North American and European pinnipeds. Journal of General Virology, 77: 27–35.

Harder T.C., Plötz P., Liess B. 1991. Detection of antibodies against European seal herpesviruses in sera of Antarctic seals. Polar Biology, 34: 43–47.

Have P., Nielsen J., Botner A. 1991. The seal death in Danish waters 1988. II. Virological studies. Acta veterinaria Scandinavica, 32: 211–219.

Maness H.T.D., Nollens H.H., Jensen E.D., Goldstein T., LaMere S., Childress A., Sykes J., Leger J.St., Lacave G., Latson F.E., Wellehan J.F.X. 2011. Phylogenetic analysis of marine mammal herpesviruses. Veterinary Microbiology, 149: 23–29.

Osterhaus A.D.M.E., Yang H., Spijkers H.E.M., Groen J., Teppema, J.S., van Steenis G. 1985. The isolation and partial characterization of a highly pathogenic herpesvirus from the harbour seal (*Phoca vitulina*). Archives of Virology, 86: 239–251.

Wright E.P., Waugh L.F., Goldstein T., Freeman K.S., Kelly T.R., Wheeler E.A., Smith B.R., Gulland F.M. 2015. Evaluation of viruses and their association with ocular lesions in pinnipeds in rehabilitation. Veterinary Ophthalmology, 18(1): 148–159. doi: 10.1111/vop.12235. Epub 2014 Nov 17.

Zarnke R.L., Harder T.C., Vos H.W., Ver Hoef J.M., Osterhaus A.D. 1997. Serologic survey for phocid herpesvirus-1 and -2 in marine mammals from Alaska and Russia. Journal of Wildlife Diseases, 33: 459–465.

Лабай В.С., Ким Сен Ток , Смирнов А.В., Частиков В.Н., Шевченко Г.В., Цхай Ж.Р.

Оценка экологической ёмкости среды для серых китов (*Eschrichtius robustus*) в известных районах нагула у северо-восточного побережья о-ва Сахалин

Сахалинский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»), («СахНИРО»), Южно-Сахалинск, Россия

Labay V.S., Kim S.T., Smirnov A.V., Chastikov V.N., Schevchenko G.V., Tzkhay Zh. R.

Assessment of carrying capacity of the gray whales (*Eschrichtius robustus*) habitat in their feeding areas off the northeastern Sakhalin Island

Sakhalin branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), (SakhNIRO), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-174-185

Серый кит (*Eschrichtius robustus* Lilljeborg 1861) – единственный вид из семейства Eschrichtiidae (Ellerman and Morrison-Scott, 1951). Поведенческая экология серых китов уникальна среди усатых китов: они самые прибрежные, характеризуются самой длинной миграцией, рождение потомства происходит в теплых бухтах и в прибрежных районах, по типу питания являются бентофагами (Блохин, Литовка, 2014; Swartz and Jones, 2018).

В настоящее время признаются две популяции серых китов. Первая, восточно-тихоокеанская или чукотско-калифорнийская популяция, с численностью около 20000 экз., обитает в восточной части северной Пацифики и прилегающих водах между северной Америкой и Азией. Вторая – из западной части северной Пацифики, азиатская или охотско-корейская, ее численность составляет менее 250 экз., находится под угрозой исчезновения (Красная книга РФ, 2001; Swartz and Jones, 2018).

Цель работы – оценка экологической емкости среды для серых китов в известных районах нагула у северо-восточного побережья о-ва Сахалин.

The gray whale (*Eschrichtius robustus* Lilljeborg 1861) is the only species in the family Eschrichtiidae (Ellerman and Morrison-Scott, 1951). The behavioral ecology of gray whales is unique among baleen whales: they stay in the shallow waters close to shore, make the longest migration, give birth in warm bays and coastal areas, and feeding mainly at the bottom (Blokhin, Litovka 2014; Swartz and Jones 2018).

Currently, two populations of gray whales are recognized. The Eastern Pacific, or Californian, population, numbering approximately 20,000 individuals. This population inhabits the eastern part of the northern Pacific Ocean and adjacent waters between North America and Asia. The population in the western part of the northern Pacific (Western, also referred to as Asian or Okhotsk-Korean) with a size of less than 250 individuals is considered as endangered (Red Data Book… 2008; Swartz, Jones 2018).

The goal of this work is to estimate the ecological carrying capacity of the habitat for gray whales in the known feeding areas off the northeastern coast of Sakhalin Island.

Задачи:

- описать особенности нагульного распределения и численности серых китов на шельфе северо-восточного Сахалина;
- описать рацион серых китов;
- описать океанологические условия формирования нагульных районов серых китов и выделить районы повышенной первичной продукции на шельфе северо-восточного Сахалина;
- описать макробентос как кормовую базу серых китов;
- описать состав, распределение и показатели обилия ихтиофауны, рацион рыб-бентофагов;
- рассчитать экологическую и приемную емкость среды в известных местах нагула серых китов на шельфе северо-восточного Сахалина.

Материалами для описания биологии и численности серых китов, состояния кормовой базы (бентоса) на местах нагула у северо-восточного Сахалина послужили данные совместных исследований компаний “Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд”(Сахалин Энерджи) и “Эксон Нефтегаз Лимитед” (ЭНЛ) в 2001–2016 гг. (https://www.iucn.org/western-gray-whale-advisory-panel/panel/meetings/a-glance-meeting-reports) и доступные литературные источники (Лабай и др., 2008; Соболевский и др., 2000; Фадеев, 2007).

Характеристика океанологических условий приведена по данным измерений на стандартных разрезах в 60–80-х гг. XX века, представленных в базе данных Атлас (Пищальник, Бобков, 2000) и NiroPro. Также анализировались материалы отдельных съемок СахНИРО, выполнявшихся как по стандартным разрезам, так и по произвольным схемам станций при сопровождении траловых учетных съемок (Результаты…, 2012). Также использовались данные специализированных океанологических исследований компаний Сахалин Энерджи и ЭНЛ (https://www.iucn.org/western-gray-whale-advisory-panel/panel/meetings/a-glance-meeting-reports).

Материалом для описания распределения хлорофилла-*a* послужили ежесуточные данные о концентрации хлорофилла-*a* со сканера цвета MODIS искусственного спутника Земли Aqua, предоставленные Ocean Color Processing Group (http://oceancolor.gsfc.nasa.gov) в 2003–2017 гг. с разрешением 2 км. Проециро-

The objectives are as follows:

- describe the patterns of the feeding distribution and number of gray whales over the northeastern Sakhalin shelf;
- describe the diet of gray whales;
- describe the oceanographic conditions that form the gray whale feeding areas and outline the areas of high primary production;
- describe the macrobenthos as the food source for gray whales;
- describe the composition, distribution and abundance of ichthyofauna, as well as the diet of benthic-feeding fishes;
- calculate the ecological carrying and receiving capacity of the habitat in the known feeding areas of gray whales in the northeastern Sakhalin shelf.

To describe the biology and abundance of gray whales and the condition of their food supply off northeastern Sakhalin Island we used the data of the joint research organized by the companies “Sakhalin Energy Investment Company Ltd.” (Sakhalin Energy) and “Exxon Neftegas Ltd.” (ENL) in 2001–2016 (https://www.iucn.org/western-gray-whale-advisory-panel/panel/meetings/a-glance-meeting-reports) and available publications in literature (Labay et al. 2008; Sobolewsky et al. 2000; Fadeev 2007).

The characteristics of oceanographic conditions are based on measurements along the standard transects conducted in the 1960s–1980s, and provided in the Atlas (Pishchalnik, Bobkov 2000) and NiroPro databases. Data from some of SakhNIRO surveys, carried out along the standard transects and at randomly arranged stations during trawl surveys, were also analyzed (The results… 2012). In addition, we used the data from the specialized oceanographic studies organized by Sakhalin Energy and ENL (https://www.iucn.org/western-gray-whale-advisory-panel/panel/meetings/a-glance-meeting-reports).

The distribution of chlorophyll-*a* was described using the daily data of chlorophyll-*a* concentration with 2-km resolution from the MODIS color scanner of the Aqua scientific research satellite in 2003–2017, provided by the Ocean Color Processing Group (http://oceancolor.gsfc.nasa.gov). The projection of the data onto the coordinate grid was carried out in the HDFLook (http://www-loa.univ-lille1.fr/Hdflook) and SeaDAS

вание данных на координатную сетку осуществлялось при помощи программ HDFLook (http://www-loa.univ-lille1.fr/Hdflook) и SeaDAS (https://seadas.gsfc.nasa.gov). Для количественного описания пространственно-временной изменчивости концентрации пигмента использован метод естественных ортогональных функций (ЕОФ) (Thomson, Emery, 2014). Для численной реализации метода ЕОФ использовано программное обеспечение спутниковой системы TeraScan СахНИРО (http://www.seaspace.com).

Рацион определялся по балансовому уравнению Винберга (1956). Продукция оценивалась физиологическим методом (Винберг, 1956; Алимов и др., 2013). Определение приемной емкости среды проводилось в соответствие с Методикой ВНИРО (Методика оценки…, 2015).

В шельфовых водах северо-восточного Сахалина известны два основных района нагула серых китов: мелководный «Прибрежный» (известный также как «Пильтунский») и глубоководный «Морской» (Владимиров и др., 2010; Фадеев, 2007). С началом периода нагула основная масса приходящих в Прибрежный район серых китов держится ближе к берегу. Большинство их в течение летнего этапа нагула кормится на небольших глубинах. В конце августа – первой половине сентября, на фоне выедания бентоса вблизи берега и увеличения его биомассы на глубине, часть животных перемещается в более глубоководные участки акватории (за 10-ю изобату), где и держится на протяжении осени (Владимиров и др., 2010).

Часть серых китов перемещается между Прибрежным и Морским районами нагула в течение одного сезона. По данным фотоидентификации, за последнее десятилетие численность идентифицированных у северо-восточного Сахалина серых китов составляла в разные годы от 98 до 174 экз. Общая численность нагульного стада в районе приближается, вероятно, к 200 экз. (Распределение и численность…, 2017: из https://www.iucn.org/western-gray-whale-advisory-panel/panel/meetings/a-glance-meeting-reports).

Прямых данных о питании серых китов у северо-восточного Сахалина нет. Анализ послефильтрационных остатков показывает, что основу рациона составляют ракообразные, в основном, амфиподы и изоподы, что совпадает с рационом китов в других местах нагула. Киты в Прибрежном районе питались преимущественно бокоплавами *Monoporeia affinis*, а в Морском – *Ampelisca eschrichtii* (Фадеев, 2007; https://www.iucn.org/western-gray-whale-advisory-panel/panel/meetings/a-glance-meeting-reports). По данным Зи-

programs (https://seadas.gsfc.nasa.gov). The method of natural orthogonal functions (NOF) was used for a quantitative description of spatio-temporal variations in pigment concentration (Thomson, Emery 2014). For the numerical implementation of the NOF method, the TeraScan satellite system software of SakhNIRO was used (http://www.seaspace.com).

Daily consumption was determined by the balance equation of Vinberg (1956). The production was estimated by the physiological method (Alimov et al. 2013; Vinberg, 1956). The assessment of the receiving capacity of habitat was carried out in accordance with the VNIRO method (Method for assessing… 2015).

Two main feeding areas of gray whales are known in the waters of the northeastern Sakhalin shelf: the shallow-water Coastal (also known as Piltun) area and the deep-water Offshore area (Vladimirov et al. 2010; Fadeev 2007). In the beginning of feeding season, majority of gray whales in the Coastal area keeps closer to the shore. Most of them feed at shallow depths during the summer feeding season. In late August and the first half of September, as the near-shore benthos is depleted and its biomass at greater depths increases, some of the animals move to deeper waters (beyond the 10-m isobath), where they stay during the autumn (Vladimirov et al. 2010).

Some gray whales move between the Coastal and Offshore feeding areas within one season. According to photo-identification data, the total number of identified whales off northeastern Sakhalin was from 98 to 174 in different years. The total size of the feeding herd in the area probably reaches 200 individuals (Distribution and abundance…, 2017: from https://www.iucn.org/western-gray-whale-advisory-panel/panel/meetings/a-glance-meeting-reports).

There is no direct data on feeding of gray whales near northeastern Sakhalin. An analysis of post-filtration residues indicates that the major part of their diet is crustaceans (amphipods and isopods). This is consistent with the data on whales' diet from other feeding areas. Whales in the Coastal area fed mainly on amphipods *Monoporeia affinis*; in the Offshore area, on *Ampelisca eschrichtii* (Fadeev 2007; https://www.iucn.org/western-gray-whale-advisory-panel/panel/meetings/a-glance-meeting-reports). According to Zimushko and Lenskaya (1970), the daily food consumption by adult whales is 1,000–1,200 kg or $9 \times 10^5 – 10.8 \times 10^5$ kcal/day (own calculations).

мушко и Ленской (1970) суточное выедание корма взрослыми китами составляет 1000–1200 кг или 9 х 10^5 – 10,8 х 10^5 ккал/день (собственные расчеты).

Главной особенностью гидрологического режима северо-восточного шельфа о-ва Сахалин является влияние вод низкой солености, обусловленных стоком р. Амур (Власова и др., 2008). Эти воды поступают в данный район в июне, после взлома “ледяной пробки” в Сахалинском заливе. Под действием характерных для теплого сезона ветров южного румба формируется гидрологический фронт, препятствующий естественному движению вод низкой солености на юг, а также прибрежный апвеллинг, который выражен в возрастании температуры по мере удаления от берега. В ряде случаев, в противовес общей закономерности, сравнительно теплые воды низкой солености наблюдаются летом в придонном слое вблизи берега на акватории, прилегающей к заливам Пильтун и Чайво. Южнее 52° с.ш. эти воды не отмечаются. Нарушение общей закономерности обусловлено влиянием ветров северного – северо-восточного румбов, дувших в течение 1–2 недель (Власова и др., 2008). Вероятно, это обуславливает специфические условия летом на изучаемой акватории.

Осенью (в октябре), в результате действия характерных для холодного сезона ветров северного румба, гидрологический фронт разрушается, воды низкой солености прижимаются к берегу, заглубляются и движутся на юг вдоль берега сравнительно быстрым потоком. Гидрологические условия в пределах всего северо-восточного шельфа идентичны, в зоне прибрежного мелководья у дна наблюдаются сравнительно теплые (4–6°C) воды с низкой соленостью (29–30‰).

В холодный период года (декабрь – апрель) температура морской воды на обоих участках нагула изменяется мало (-1.7 − -1.9°C). Весной (май – июнь) и в летние месяцы (июль – август) ее значения низкие и практически не превышают 1°C. Наибольшие значения характерны для периода заглубления поверхностных вод (октябрь – ноябрь) и могут превышать 4°C.

Скорости течений в придонном слое могут достигать значительных величин, в особенности это относится к течениям, ориентированным на юг. Но и зональные, поперечные берегу, течения вблизи дна весьма велики, в особенности летом и осенью. При этом в районе Морского района отмечается “расхождение” векторов приливных течений, что, вероятно, обуславливает интенсивный вертикальный водообмен между поверхностным и придонным слоями.

The main feature of the hydrological regime of the northeastern shelf of Sakhalin Island is the influence of low-salinity waters, from the Amur River runoff (Vlasova et al. 2008). These waters enter the considered area in June, after breaking up the “ice jam” in the Sakhalin Bay. The hydrological front is formed under the influence of southerly winds typical for the warm season that prevents the natural movement of low-salinity waters to the south, and also defines the coastal upwelling event, which is manifested as increase in the water temperature with the distance off-shore. Sometimes in summer, in contrast to the general pattern, comparatively warm waters of low salinity are observed in the near-bottom layer near the shore in the areas adjacent to Piltun and Chayvo bays. These waters are not found south of 52° N. The violation of the general pattern is caused by the influence of the northerly and north-easterly winds that have been blowing for 1–2 weeks (Vlasova et al. 2008). It is possible, these factors create specific conditions over the studied water area in summer.

In autumn (in October), under the effect of northerly winds typical for the cold season, the hydrological front collapses. The waters of low salinity shift closer to the shore, get deeper, and move southward along the coast in a relatively fast flow. The hydrological conditions all over the northeastern shelf are identical. Relatively warm (4–6°C) waters with low salinity (29–30‰) are observed in the coastal shallow waters near the bottom.

During the cold season (December–April), the temperature of the sea water varies little in both feeding areas (from –1.7 to –1.9°C). Its values are rather low and almost never rise above 1°C in spring (May–June) and summer (July–August). The highest values are typical for the period of deepening surface layer (October–November) and may exceed 4°C.

The current velocity in the near-bottom layer can reach considerable values; this particularly applies to the southern currents. The zonal currents, transverse to the shoreline, are also substantial near the bottom, especially in summer and autumn. A “divergence” of the vectors in the tidal currents is noted in the waters of the Offshore feeding area, which likely causes intensive vertical water mixing between the surface and near-bottom layers.

The dynamics of distribution of chlorophyll-*a* concentration in the study region has its own characteristic features. The first mode of NOF describes the patterns common for the Sea of Okhotsk. The second mode of NOF (3% of the total variance) has

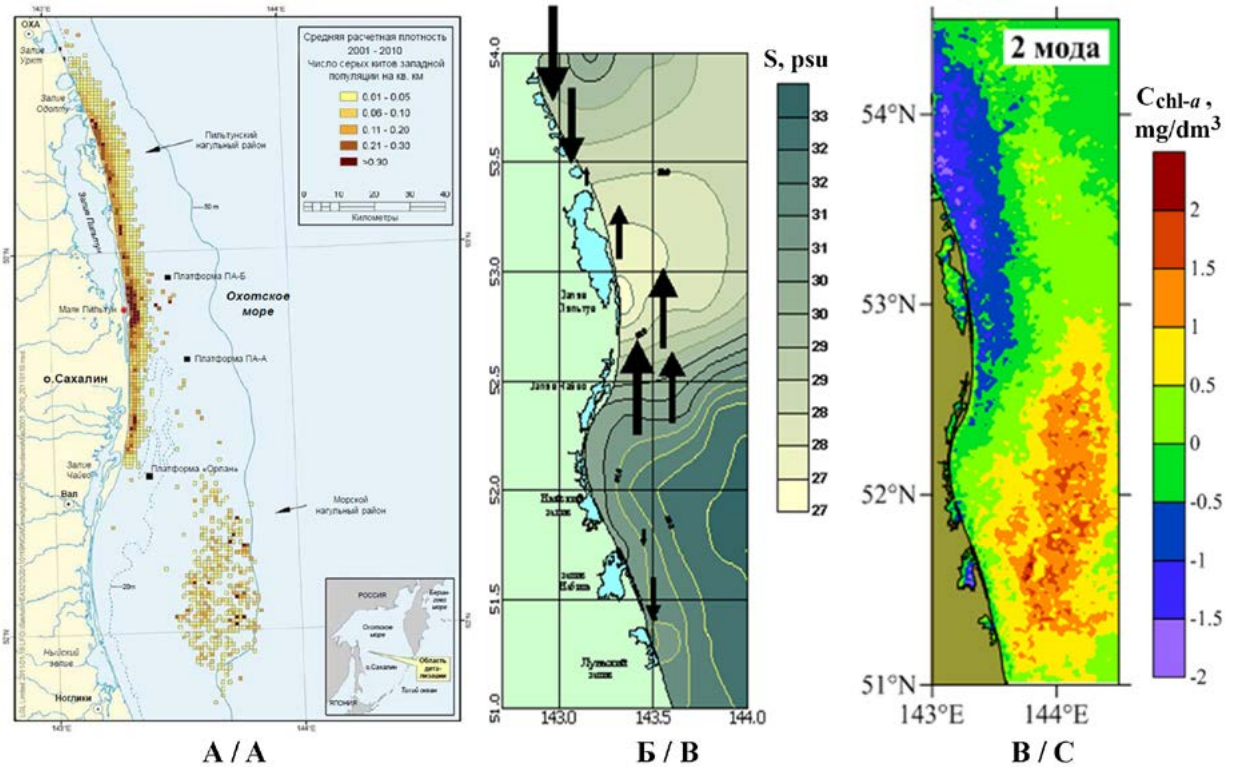


Рис. 1. Сопоставление нагульных районов серых китов у северо-восточного Сахалина (А) с распределением векторов приливных течений (Б) и областями цветения фитопланктона, выделенных ЕОФ (В).

Fig. 1. Comparison of the gray whales feeding areas off northeastern Sakhalin (A) with the pattern of distribution of tidal current vectors (B) and the phytoplankton bloom areas identified based on NOF (C).

Средняя расчетная плотность → Estimated average density
Число серых китов западной популяции на кв.км → Number of Western gray whales per km^2
Пильтунский нагульный район → Coastal (Piltun) feeding area
Залив Пильтун → Piltun Bay
Платформа → Oil platform
О. Сахалин → Sakhalin Is.
Зал. Чайво → Chayvo Bay
Морской нагульный район → Offshore feeding area
Охотское море → Sea of Okhotsk
2 мода → 2nd mode

Динамика распределения концентрации хлорофилла-*a* в изучаемом районе имеет свои характерные особенности. Если первая мода ЕОФ описывает общие для Охотского моря закономерности, то вторая мода ЕОФ (3% суммарной дисперсии) выделила два участка повышенной продуктивности, в которых пик “цветения” фитопланктона наступает в разное время и активные процессы фотосинтеза происходят в противофазе. Первый участок целиком соответствует Прибрежному району с июня по июль (иногда по август). В это время там сгруппирована основная масса богатых биогенными элементами модифицированных

outlined two regions of increased productivity, in which the peak of phytoplankton “bloom” begins at different times, and the active processes of photosynthesis occur in antiphase. The first region entirely coincides with the Coastal area from June to July (sometimes through August). The major portion of the modified Amur waters, rich in biogenic elements, is concentrated here at this time. The second region, located south of 53° N, between isobaths of 20–70 m, matches the Offshore area. Two periods of high pigment concentrations are recorded in this area. The first is in May, during the phytoplankton bloom at the edge of melting ice. The

амурских вод. Второй участок, расположенный южнее 53° с.ш. на изобатах 20–70 м, соответствует Морскому району. В этом районе отмечается два периода высоких концентраций пигмента. Первый – в мае, во время «цветения» фитопланктона на кромке тающего льда. Второй – с августа по октябрь, когда формируется зона повышенного продуцирования фитопланктона, вероятно, связанная с наличием активного вертикального водообмена (Рис. 1В).

В 2001–2016 гг. в обоих районах, по данным отчетов, предоставленных Сахалин Энерджи и ЭНЛ (https://www.iucn.org/western-gray-whale-advisory-panel/panel/meetings/a-glance-meeting-reports), на всех точках питания китов преобладали хорошо сортированные мелкие пески. За их пределами отмечались среднесортированные смешанные песчаные грунты, гравий и галька.

Исходя из вышесказанного, Прибрежный район формируется в условиях преобладания в донных осадках мелких песков, влияния распресненных “амурских” вод и преимущественного заглубления поверхностного теплого слоя воды при частых ветрах северо-восточного и восточного направлений в летний период, что способствует формированию зоны повышенной продуктивности фитопланктона (Рис. 1).

Морской район также формируется на мелких песках (см. выше). Его повышенная продуктивность может быть объяснена формированием вероятной зоны вертикальных конвекций в теплый период года, что способствует обмену биогенными веществами между придонными и приповерхностными слоями воды и прогреву воды у дна (Рис. 1).

В Прибрежном районе выделяются три сообщества макробентоса (Фадеев, 2007): 1) Amphipoda, 2) Bivalvia и 3) *Echinarachnius parma*. Выделенные сообщества четко разграничены по глубине: 1) 3–23 м (12 м), 2) 12–28 м (21 м), 3) более 20 м. Последнее практически не используется серыми китами в качестве нагульного. Сообщество Amphipoda имеет поясное распределение вдоль побережья Пильтунского района. Средняя биомасса макробентоса определяется амфиподами – 34–71%, изоподами – 3–16% и двустворчатыми моллюсками – 8–28%. Наибольшее обилие имеют четыре вида бокоплавов: *M. affinis*, *Eogammarus schmidti, Eohaustorius eous* и *Anisogammarus pugettensis*. Сообщество Bivalvia имеет выраженное пятнистое распространение. На мелководных участках в нем доминирует *Megangulus luteus*, глубже (более 20–25 м) – *Astarte arctica*. Местами в пределах сообщества биомасса амфипод и изопод *Saduria entomon* может достигать 50% от биомассы моллюсков.

second period is observed from August to October, when a zone of increased phytoplankton production is formed, probably associated with the active vertical water mixing (Fig. 1C).

In 2001–2016, both areas were dominated by well-sorted fine-grained sands at all the feeding locations of whales (according to the reports provided by Sakhalin Energy and ENL) (https://www.iucn.org/western-gray-whale-advisory-panel/panel/meetings/a-glance-meeting-reports). Mixed medium-grained sand sediments, gravels, and pebbles were found beyond the boundaries of these areas.

To sum up, the Coastal area is formed in the conditions of predominance of small-grained sands in the bottom sediments, the influence of freshened “Amur” waters, and the predominant deepening of the surface warm water layer under the effect of frequent winds of the northeastern and eastern directions in summer. All of these factors contribute to the formation of a zone of increased phytoplankton productivity (Fig. 1).

The Offshore area is also formed on fine-grained sands (see above). Its increased productivity can be explained by the formation of a probable zone of vertical convection in the warm season, which facilitates the exchange of nutrients between the near-bottom and near-surface layers and the warming of the water near the bottom (Fig. 1).

Three macrobenthos communities are distinguished in the Coastal area (Fadeev, 2007): (1) Amphipoda; (2) Bivalvia; and (3) *Echinarachnius parma*. These communities are clearly delineated by depth: (1) 3–23 m (on average 12 m); (2) 12–28 m (21 m); and (3) deeper than 20 m. The latter community is almost not used by whales as a feeding ground. The Amphipoda community has a belt-shaped distribution along the shore in the Coastal area. The average biomass of the macrobenthos is formed by amphipods (34–71%), isopods (3–16%) and bivalve mollusks (8–28%). Four species of amphipods have the greatest abundance: *M. affinis*, *Eogammarus schmidti*, *Eohaustorius eous*, and *Anisogammarus pugettensis*. The Bivalvia community shows a spotted pattern of distribution. In shallow waters, it is dominated by *Megangulus luteus*; in deeper areas (more than 20–25 m), by *Astarte arctica*. The biomass of amphipods and isopods of *Saduria entomon* can reach 50% of mollusks biomass in some parts of the community.

Within the boundaries of the Offshore area, four macrobenthos communities are distinguished (Fadeev

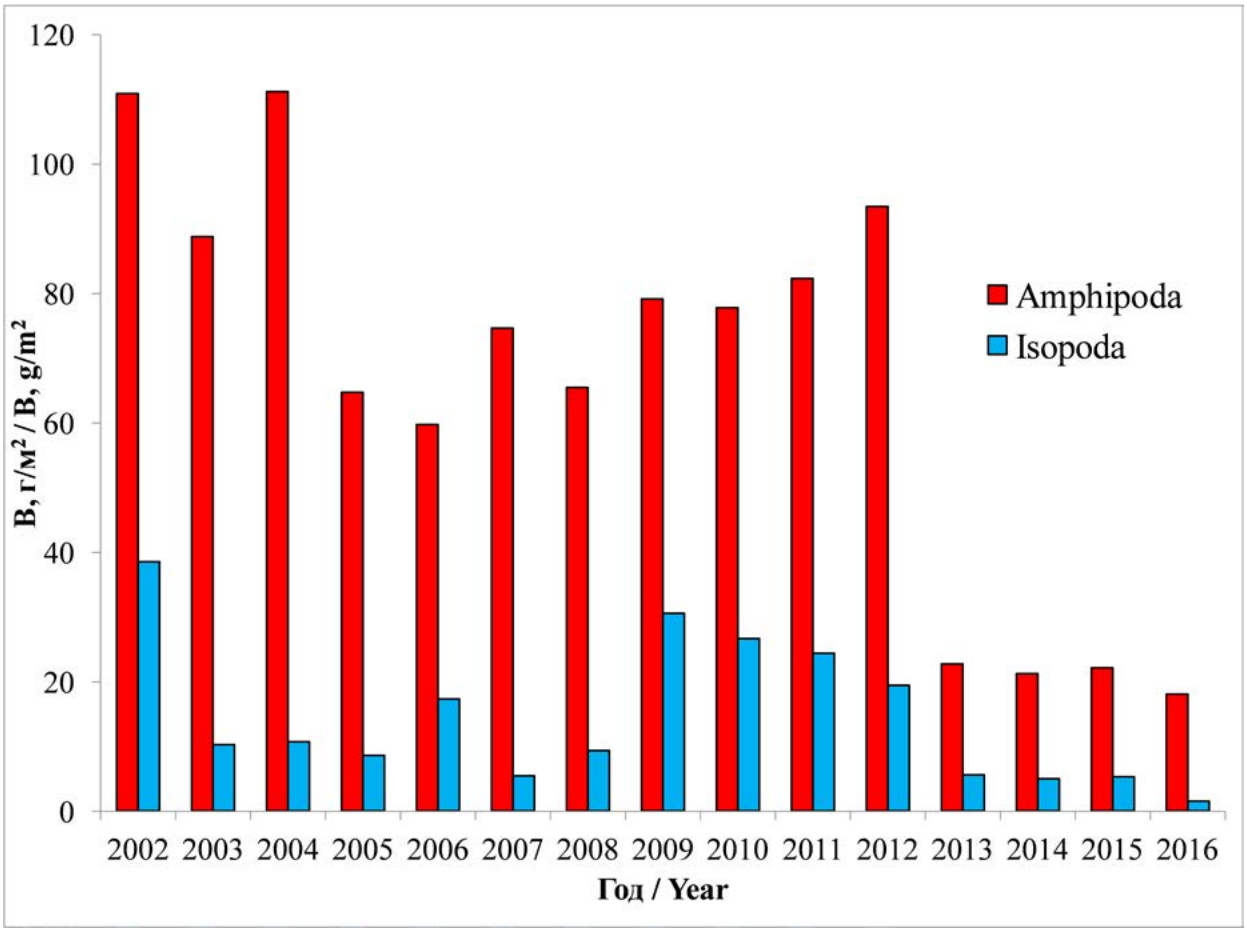


Рис. 2. Изменения общей биомассы амфипод и изопод (B, г/м^2) в Прибрежном районе на глубинах 10–15 м в 2002–2016 гг.

Fig. 2. Variations in the total biomass of amphipods and isopods (B, g/m^2) in the Coastal area within the depth range of 10–15 m in 2002–2016

В границах Морского района выделяются четыре сообщества макробентоса (Фадеев, 2007): 1) E*chinarachnius parma*, 2) *Diastylis bidentata* + Amphipoda (= *Diastylis bidentata* + Bivalvia; = Bivalvia), 3) *Ampelisca eschrichtii* + Bivalvia + Actinia и 4) *Ampelisca eschrichtii*. Первое наблюдается в северной части района на изобатах 18–43 м (33 м) и слабо используется серыми китами при нагуле. Сообщество с доминированием кумовых раков *D. bidentata* и амфипод *A. eschrichtii* за период мониторинга сильно изменялось. Из состава ключевых видов постепенно исчезали бокоплавы и кумовые раки, в последние годы сообщество идентифицировалось, как комплекс Bivalvia. Средняя глубина – 26 м (20–38 м). Сообщество с доминированием ампелиски, двустворчатых моллюсков и актиний. Средняя глубина – 46 м (в диапазоне глубин 25–52 м). Отмечалось мозаично на периферии сообщества ампелиски. Сообщество с доминированием амфиподы *A. eschrichtii* локализовано в

2007): (1) *Echinarachnius parma*; (2) *Diastylis bidentata* + Amphipoda (= *Diastylis bidentata* + Bivalvia; = Bivalvia); (3) *Ampelisca eschrichtii* + Bivalvia + Actinia; and (4) *Ampelisca eschrichtii*. The first, observed in the northern part of the area between isobaths of 18–43 m (33 m), is poorly used by gray whales for feeding. The community with the dominance of *D. bidentata* + *A. eschrichtii* varied greatly within the monitoring period. Amphipoda and Cumacea gradually disappeared from the list of key species. In recent years, the community has been identified as a Bivalvia complex. Its average depth is 26 m (20–38 m). The community with the dominance of *A. eschrichtii*, bivalves, and sea anemones is localized in a depth range of 25–52 m (on average 46 m). It is found mosaically on the periphery of the *A. eschrichtii* community. The community dominated by *A. eschrichtius* is located in the depth range of 36–72 m and occupies the southern

диапазоне глубин 36–72 м и занимает южную и восточную части района. Биомасса доминирующей группы – амфипод – составляла 48–74% от суммарной.

По данным отчетов, предоставленных Сахалин Энерджи и ЭНЛ (https://www.iucn.org/western-gray-whale-advisory-panel/panel/meetings/a-glance-meeting-reports), биомасса основных кормовых организмов бентоса (бокоплавы и равноногие раки) в Прибрежном районе падала на протяжении мониторинга (Рис. 2). Можно выделить три периода: 1) высокой биомассы (2002–2004 гг.), 2) средней биомассы (2005–2012 гг.) и 3) низкой биомассы (2013–2016 гг.). В Морском районе изменения были менее отчетливые.

В Прибрежном районе в годы высокой биомассы удельная калорийность кормовых организмов (Polychaeta, Amphipoda, Isopoda и песчанка) в сообществе Amphipoda (162 ккал/м^2) была значительно выше, чем в сообществе Bivalvia (57 ккал/м^2). В годы низкой биомассы величины почти сравнялись (70 и 50 ккал/м^2, соответственно). В Морском районе удельная калорийность бентоса в комплексе *D. bidentata* + *A. eschrichtii* составляла 360 ккал/м^2, в комплексе *A. eschrichtii* + Bivalvia + Actinia – 471 ккал/м^2, в комплексе *A. eschrichtii* – 730 ккал/м^2.

Прибрежный район представлен общей ихтиофауной в количестве 23 видов. По биомассе доминируют два вида – звездчатая камбала *Platichthys stellatus* (3.24 т/км^2) и белопятнистая петрошмидтия *Petroschmidtia albonotata* (1.84 т/км^2). Средняя плотность всех рыб на полигоне составляет 5.36 т/км^2. Общая ихтиомасса в районе составила 30.6 тыс. т на площади 4.84 тыс. км^2. Морской район формируется ихтиофауной из 47 видов. Высокая плотность свойственна звездчатой камбале (1.25 т/км^2), азиатской зубастой корюшке *Osmerus mordax* (1.08 т/км^2), белопятнистой петрошмидтии (0,7 т/км^2) и наваге *Eleginus gracilis* (0,58 т/км^2). Средняя концентрация всех рыб составляет 3,99 т/км^2. Общая ихтиомасса равна 3.97 тыс. т на площади 532 км^2.

Основными пищевыми конкурентами серых китов являются рыбы-бентофаги, среди которых наиболее значимы звездчатая камбала, белопятнистая петрошмидтия, минтай, треска, навага, бычок-бабочка, многоиглый керчак, желтобрюхая, желтоперая и малоротая камбалы.

Суммированная продукция макробентоса в 2002–2004 гг., как для комплекса Amphipoda, так и для комплекса Bivalvia, была высокой, а в 2013–2016 гг. – низкой. В Морском районе суммарная продукция макробентоса

and eastern parts of the area. The biomass of the dominant group, amphipods, accounts for 48–74% of the total value.

The biomass of the main food organisms (amphipods and isopods) in the benthos of the Coastal area was declining throughout the monitoring period (Fig. 2), according to the reports provided by Sakhalin Energy and ENL (https://www.iucn.org/western-gray-whale-advisory-panel/panel/meetings/a-glance-meeting-reports). The decline can be divided into three periods: (1) high (2002–2004); (2) medium (2005–2012); and (3) low biomass (2013–2016). In the Offshore area, variations were indistinct.

In the Coastal area, the calorie value of food organisms (Polychaeta, Amphipoda, Isopoda, and sand lance Ammodytes) in the Amphipoda community was significantly higher (162 kcal/m^2) than in the Bivalvia community (57 kcal/m^2) in the years of high biomass. In the years of low biomass, the values were almost similar (70 and 50 kcal/m^2, respectively). In the Offshore area, the specific calorie value of benthos in the *D. bidentata* + *A. eschrichtii* complex was 360 kcal/m^2; in the complex of *A. eschrichtii* + Bivalvia + Actinia, 471 kcal/m^2; in the complex of *A. eschrichtii*, 730 kcal/m^2.

The ichthyofauna of the Coastal area is represented by a total of 23 species. Two species dominate in the biomass: the starry flounder *Platichthys stellatus* (3.24 t/km^2) and the whitecrest eelpout *Petroschmidtia albonotata* (1.84 t/km^2). The average density of all fish in the area is 5.36 t/km^2. The total ichthyomass amounts to 30,600 t within an area of 4,840 km^2. The ichthyofauna of the Offshore area is formed by 47 species. High densities were reported for the starry flounder *P. stellatus* (1.25 t/km^2), rainbow smelt *Osmerus mordax* (1.08 t/km^2), whitecrest eelpout *P. albonotata* (0.7 t/km^2), and saffron cod *Eleginus gracilis* (0.58 t/km^2). The average concentration of all fish is 3.99 t/km^2. The total ichthyomass amounts to 3,970 t within an area of 532 km^2.

The main food competitors of gray whales are benthic-feeding fish, of which the most significant species are the starry flounder *P. stellatus*, whitecrest eelpout *P. albonotata*, walleye pollock *Theragra chalcogramma*, Pacific cod *Gadus macrocephalus*, saffron cod *E. gracilis*, butterfly sculpin, great sculpin, yellow-bellied flounder, yellowfin sole, and Steller's smallmouth flounder.

The total production of macrobenthos was high in 2002–2004 in both the Amphipoda and Bivalvia complexes; in 2013–2016, it was low. In the Offshore area, the total

Таблица 1. Продукция (P) макробентоса в нагульных районах серого кита у северо-восточного Сахалина
Table 1. Production (P) of macrobenthos in the gray whales feeding areas off northeastern Sakhalin Island

Комплекс Complex	2002–2004 гг.		2013–2016 гг.	
	P, ккал/м^2 P, kcal/m^2	Доля кормовых групп, % Proportion of food groups, %	P, ккал/м^2 P, kcal/m^2	Доля кормовых групп, % Proportion of food groups, %
Прибрежный район Coastal area				
Amphipoda	197.7	97.3	81.6	90.8
Bivalvia	131.9	44.4	72.4	51.1
Морской район Offshore area				
Diastylis bidentata + Amphipoda	476	21.1	476	21.1
Ampelisca eschrichtii + Bivalvia + Actinia	365	58.2	365	58.2
Ampelisca eschrichtii	628	86.4	628	86.4

Таблица 2. Потребление макробентоса (C) рыбами-бентофагами и серыми китами за 90 суток нагула в нагульных районах у северо-восточного Сахалина
Table 2. Consumption of macrobenthos (C) by benthic-feeding fish and gray whales over 90 days in the feeding areas off northeastern Sakhalin Island

Период Period	Показатель Parameter	Прибрежный район Coastal area	Морской район Offshore area
2002–2004	$C_{рыбы}$, ккал/км^2 C_{fish}, kcal/km^2	20.1×10^6	28.7×10^6
	Доля кормовых для серых китов организмов, % Proportion of food organisms for gray whales, %	74.5	51
	$C_{киты}$, ккал/км^2 C_{whales}, kcal/km^2	$24.5–29.3 \times 10^6$	$21.9–26.4 \times 10^6$
2013–2016	$C_{рыбы}$, ккал/км^2 C_{fish}, kcal/km^2	27.6×10^6	28.7×10^6
	Доля кормовых для серых китов организмов, % Proportion of food organisms for gray whales, %	81.4	51
	$C_{киты}$, ккал/км^2 C_{whales}, kcal/km^2	$24.5–29.3 \times 10^6$	$21.9–26.4 \times 10^6$

Таблица 3. Приемная емкость среды (N) и превышение возможной максимальной численности серых китов (ВМЧ) в районах нагула у северо-восточного Сахалина
Table 3. Prey capacity of habitat (N) and exceeding of the possible maximum population of gray whales (PMP) in the feeding areas off northeastern Sakhalin Island

Комплекс Complex	2002–2004 гг.		2013–2016 гг.	
	N, экз./км^2 N, ind./km^2	Превышение ВМЧ, раз Exceeding of PMP, times	N, экз./км^2 N, ind./km^2	Превышение ВМЧ, раз Exceeding of PMP, times
Прибрежный район Coastal area				
Amphipoda	1.45–1.73	7.6–9.1	0.4–0.48	1.3–1.6
Bivalvia	0.31–0.38	1.7–2.0	0.13–0.15	0.42–0.5
Морской район Offshore area				
Diastylis bidentata + Amphipoda	2.4–2.9	15–18	2.4–2.9	15–18
Ampelisca eschrichtii + Bivalvia + Actinia	1.8–2.2	12–14	1.8–2.2	12–14
Ampelisca eschrichtii	4.3–5.2	27–33	4.3–5.2	27–33

оставалась высокой на протяжении всего мониторинга (Табл. 1).

Потребление кормового бентоса рыбами-бентофагами и серыми китами с единицы акватории в Прибрежном и Морском районах показано в Таблице 2.

В 2002–2004 гг., когда отмечались высокие биомассы макробентоса, кормовая продукция значительно покрывала пищевые потребности китов в Прибрежном районе. В 2013–2016 гг. при низкой биомассе макробентоса зарегистрирован дефицит продукции кормовых организмов, что приводит к дальнейшему падению биомассы и продукции макробентоса в Прибрежном районе за счет выедания серыми китами и, как результат, смещения нагульной части стада китов в Морской район, где нагул из-за больших глубин (30–50 м) становится менее энергетически выгодным.

С 1 км^2 в Прибрежном районе в начале мониторинга, как на акватории комплекса Amphipoda, так и на комплексе Bivalvia, могло прокормиться серых китов больше, чем их было представлено на местах нагула, а в конце – меньше (Табл. 3). В Морском районе избыточная продукция макрозообентоса позволяет питаться стаду серых китов в 2300–2800 особей, значительно превышающему современное в течение всего мониторинга.

Таким образом, в 2002–2004 гг. при высокой биомассе кормового бентоса приемная емкость среды в не-

production of macrobenthos remained high throughout the monitoring period (Table 1).

Consumption of benthos by benthic-feeding fish and gray whales in the Coastal and Offshore areas per unit area of water is shown in Table 2.

The food production in 2002–2004, when the biomass of macrobenthos was high, significantly surpasses the food demands of whales in the Coastal area. A deficit of production in prey species was registered in 2013–2016 with a low biomass of macrobenthos. This leads to the further decline in the biomass and the production of macrobenthos in the Coastal area due to the predation by gray whales. As a result, some whales move to the Offshore area, where feeding becomes more energetically costly at greater depths (30–50 m).

In the early period of the study in the Coastal area the observed biomass per 1 km^2 (both in the Amphipoda and Bivalvia complexes) could sustain more gray whales than was actually observed; while during the latter part of the monitoring period, the observed number of whales was higher than prey biomass could sustain (Table 3). In the Offshore area, the excessive production of macrozoobenthos could potentially support approximately 2,300–2,800 whales, which significantly exceeds the number observed throughout the monitoring period.

сколько раз превышала существующую численность нагульного стада серых китов у северо-восточного Сахалина. В 2013–2016 гг., когда отмечалось резкое снижение биомассы макробентоса, приемная емкость среды в Прибрежном нагульном районе была ниже удельной численности стада за счет выедания макробентоса серыми китами и, как результат, смещения нагульной части стада в Морской район.

В Морском районе высокая биомасса макробентоса позволяет прокормиться стаду серых китов с численностью, как минимум на порядок превышающей современную – 200 экз., однако здесь нагул китов из-за больших глубин (30–50 м) становится менее энергетически выгодным, и данная акватория используется как дополнительная нагульная в период низкой биомассы бентоса на основной Прибрежной акватории нагула.

Авторы выражают благодарность Компаниям Сахалин Энерджи и ЭНЛ за предоставленные материалы.

Thus, the capacity of the habitat in 2002–2004 several times exceeded the existing size of the feeding aggregation of gray whales off northeastern Sakhalin at the beginning of the monitoring period, when the biomass of food benthos was high. The habitat capacity in the Coastal feeding area was lower than the actual whale numbers at the end of the monitoring period in 2013–2016, when there was a sharp decrease of macrobenthos biomass due to the predation of macrobenthos by gray whales; as a result, a part of the feeding whales moved to the Offshore area.

In the Offshore area, the high biomass of macrobenthos could support a large number of whales, by at least an order of magnitude larger than the current estimates. However, here the feeding of whales becomes energetically more costly due to greater depths (30–50 m), and this water area is used by them as an additional feeding ground in the periods of low benthos biomass in the main Coastal feeding area.

The authors are grateful to the Sakhalin Energy and ENL companies for the materials provided.

Список использованных источников / References

Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. 2013. Продукционная гидробиология. СПб.: Наука, 342 стр. [Alimov A.F., Bogatov V.V., Golubkov S.M. 2013. Production hydrobiology. St. Petersburg: Nauka, 342 p. IN RUSSIAN].

Блохин С.А., Литовка Д.И. 2014. Серый кит, *Eschrichtius robustus*, Дальнего Востока России: история открытия, изучения, добычи. Известия ТИНРО-центра, 179: 65–80. [Blokhin S.A., Litovka D.I. 2014. Gray whale, *Eschrichtius robustus*, in the Russian Far East: the history of discovery, research, and harvest. Izvestiya TINRO, 179: 65–80. IN RUSSIAN].

Владимиров В.А., Стародымов С.П., Афанасьев-Григорьев А.Г., Корниенко М.С. 2010. Распространение и численность серых китов охотско-корейской популяции в водах северо-восточного Сахалина. Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана, 19: 50–64. [Vladimirov V.A., Starodymov S.P., Afanasiev-Grigoriev A.G., Kornienko M.S. 2010. Distribution and abundance of gray whales of Okhotsk-Korean population in the adjacent waters of the north-eastern Sakhalin. Issledovaniya Vodnykh Biologicheskikh Resursov Kamchatki i Severo-zapadnoi Chasti Tikhogo Okeana, 19: 50–64. IN RUSSIAN].

Винберг Г.Г. 1956. О зависимости обмена у членистоногих от величины тела. Ученые записки Белорусского университета, 26, серия биологическая: 25–31. [Vinberg G.G. 1956. On the dependence of metabolism in arthropods on the body size. Uchenye Zapiski Belorusskogo Universiteta, Seriya Biologicheskaya, 26: 25–31. IN RUSSIAN].

Власова Г.А., Васильев А.С., Шевченко Г.В. 2008. Пространственно-временная изменчивость структуры и динамики вод Охотского моря. М.: Наука: 356 стр. [Vlasova G.A., Vasilyev A.S., Shevchenko G.V. 2008. Spatio-temporal variability of the structure and dynamics of the waters of the Sea of Okhotsk. M.: Nauka, 356 p. IN RUSSIAN].

Зимушко В.В., Ленская С.А. 1970. О питании серого кита (*Eschrichtius gibbosus* Erxl.). Экология, 3: 26–35. [Zimushko V.V., Lenskaya S.A. 1970. On the gray whale (*Eschrichtius gibbosus* Erxl.) feeding. Ekologiya, 3: 26–35. IN RUSSIAN].

Красная книга Российской Федерации (животные). 2008. М.: АСТ, Астрель, 862 стр. [Red Data Book of the

Russian Federation (Animals). 2001. M.: AST, Astrel, 862 p. IN RUSSIAN].

Лабай В.С., Мотылькова И.В. Коновалова Н.В. и др. 2008. Краткая гидробиологическая характеристика прибрежных мелководий Охотского моря у северо-восточного Сахалина. Труды СахНИРО, 10: 3–34. [Labay V.S., Motyl'kova I.V., Konovalova N.V. et al. 2008. Brief hydrobiological description of the Okhotsk Sea coastal shallow waters along northeastern Sakhalin Island. Trudy SakhNIRO, 10: 3–34. IN RUSSIAN].

Методика оценки приемной емкости водных объектов для целей искусственного воспроизводства и пастбищной аквакультуры. Исх. ВНИРО № 33-19-800 от 23/04/2015. [Method for assessing the receiving capacity of water bodies for artificial reproduction and pasture aquaculture. Outgoing doc. VNIRO No. 33-19-800 of April 23, 2015. IN RUSSIAN].

Пищальник В.М., Бобков А.О. 2000. Океанографический атлас шельфовой зоны острова Сахалин. Южно-Сахалинск : Изд-во СахГУ, 1: 174 стр. [Pishchalnik V.M., Bobkov A.O. 2000. Oceanographic Atlas of the shelf Zone of Sakhalin Island. Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin. Gos. Univ., 1, 174 p. IN RUSSIAN].

Распределение и численность серых китов в шельфовых водах северо-восточного Сахалина в августе–сентябре 2016 г. Отчет. 2017. / В.А. Владимиров, И.А. Тимохин, С.А. Тюрин. Южно-Сахалинск: СахГУ, 53 стр. [Distribution and abundance of gray whales in the shelf waters of northeastern Sakhalin in August–September 2016. Report. 2017. V.A. Vladimirov, I.A. Timokhin, S.A. Tyurin. Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin. Gos. Univ., 53 p. IN RUSSIAN].

Результаты учетной донной траловой съемки на НИС «Профессор Пробатов» у северо-восточного Сахалина и в заливе Терпения, проведенной в период с 1 по 27 августа 2012 г. Отчет о результатах научных исследований. 2012. / А.В. Смирнов, В.В. Гуляев, Ю.А. Юркова, П.А. Чашников, А.С. Сафронов. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2012: 103 стр. Инв. № 11614 н/а. [The results of the bottom trawl survey aboard the R/V "Professor Probatov" off northeastern Sakhalin and in the Terpeniya Bay, carried out from August 1 to August 27, 2012. Report on the results of scientific research No. 11614 n/a. 2012. A.V. Smirnov, V.V. Gulyaev, Yu.A. Yurkova, P.A. Chshnikov, A.S. Safronov. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 103 p. IN RUSSIAN].

Соболевский Е.И., Яковлев Ю.М., Кусакин О.Г. 2000. Некоторые данные по составу макробентоса на кормных участках серого кита (*Eschrichtius gibbosus* Erxl., 1877) на шельфе северо-восточного Сахалина. Экология, № 2: 144–146. [Sobolewsky E.I., Yakovlev Yu.M., Kusakin O.G. 2000. Some data on the composition of macrobenthos in the gray whale feeding areas (*Eschrichtius gibbosus* Erxl., 1777) on the shelf of the north-east Sakhalin. Ekologia, 2: 144–146. IN RUSSIAN].

Фадеев В.И. 2007. Исследования бентоса и кормовой базы в районах летнего нагула корейско-охотской популяции серого кита (*Eschrichtius robustus*) в 2001–2003 гг. В: Реакция морской биоты на изменения природной среды и климата: материалы Комплексного регионального проекта ДВО РАН по программе Президиума РАН. Владивосток: Дальнаука, с. 213–232. [Fadeev V.I. 2007. Investigations of benthos and food resources in summer feeding areas of the Korean-Okhotsk population of the gray whale, *Eschrichtius robustus*, in 2001–2003. In: Response of marine biota to environmental and climatic changes. Vladivostok: Dalnauka, p. 213–232. IN RUSSIAN].

Swartz S.L., Jones M.L. 2018. Gray Whale *Eschrichtius robustus*. In: Encyclopedia of marine mammals (3rd Edition). London: Academic Press, p. 422–428.

Thomson R.E., Emery W.J. 2014. Data analysis methods in physical oceanography. Amsterdam: Elsevier, 716 p.

IUCN. Western Gray Whale Advisory Panel. At a glance: meeting reports. https://www.iucn.org/western-gray-whale-advisory-panel/panel/meetings/a-glance-meeting-reports

Ласкина Н.Б. [1], Гаев Д.Н. [2,3], Бурканов В.Н. [3,4]

Землетрясение на Командорских островах: реакция ушастых тюленей

1. Научно-исследовательский зоологический музей Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, Moscow, Россия
2. РОО «Совет по морским млекопитающим», Москва, Россия
3. Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Петропавловск-Камчатский, Россия
4. Лаборатория морских млекопитающих, Аляскинский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, НОАА, Сиэтл, США

Laskina N.B. [1], Gaev D.N. [2,3], Burkanov V.N. [3,4]

Earthquake on the Commander Islands: the reaction of eared seals

1. Scientific Research Zoological Museum of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
2. RNGO “Marine Mammal Council”, Moscow, Russia
3. Kamchatka branch of the Pacific Geographical Institute, Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia
4. Marine Mammal Laboratory, Alaska Fisheries Science Center, NOAA, Seattle, WA, USA

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-186-192

На побережье Дальнего Востока многие лежбища ластоногих располагаются в зоне высокой сейсмической активности, у основания скал и обрывов с подвижными грунтами, где нередки камнепады и обвалы, особенно опасные при землетрясениях. Сведения о прямых наблюдениях за реакцией тюленей на такие явления природы крайне редки. За многие годы работы на лежбищах ластоногих на этих островах нам не приходилось присутствовать при сильных землетрясениях и наблюдать за реакцией животных. Известно, что одно такое землетрясение происходило в августе 1975 г. у северо-западной оконечности о. Медный, оно отогнало от берега большую группу каланов (около 400 особей), а также согнало с околобереговых плит около 100 ларг и антуров (Хромовских 1977). Тюлени при этом не отплывали далеко в море, крупные залежки как ларг с антурами, так и каланов образовались на прежних местах уже на следующий день. В августе 1965 г. землетрясение силой 5-6 баллов согнало в воду большое число самок котиков на Северном лежбище о. Беринга (Хромовских 1977). В последующие дни территория лежбища снова была заполнена, но котики стали заметно пугливее. В июне 1972 г. на о. Атласова, где в то время существовало лежбище, произошло извержение вулкана с значительными подземными толчками и камнепадами. Если сивучи и покинули лежбище в начале извержения, то это был кратковременный уход, в дальнейшем они продолжали использовать это место и их численность даже увеличилась (Хромовских 1977). Есть также наблюдение на Юж-

Many of pinnipeds haulout sites on the Far East coast are located in the zone of high seismic activity, at bases of rocks and cliffs with unstable soils, where frequent rockfalls and landslides become especially dangerous during earthquakes. Information on direct observations of the seals reaction to such natural phenomena is extremely scarce. For many years of studies at the pinniped rookeries on the islands, we did not have a chance to be present at the time of significant earthquakes and observe animals reaction. One such earthquake is known to have occurred in August 1975 at the northwestern tip of Medny Island, which drove a large group of sea otters (almost 400 individuals) away from the shore, and also scared about 100 spotted and common seals from flat rock blocks on the coast (Khromovskikh 1977). The seals did not go far into the sea; large haulouts of the spotted seals with common seals and sea otters formed in the same places on the next day. In August 1965, an earthquake with a magnitude of 5–6 drove a large number of female northern fur seals into the water from the Northern rookery of Bering Island (Khromovskikh 1977). On the following days, the territory of the rookery was filled again, but the seals became noticeably more cautious. In June 1972, on Atlasov Island (which also had a rookery at that time) was a volcanic eruption with significant earth shocks and rockfalls. If sea lions left the rookery at the onset of the eruption, it was a short-term leave; subsequently, they continued to use this site, and their numbers was even higher afterward

ном острове (Новая Зеландия), где каждую зиму самки морских котиков поднимаются вместе с детенышами вверх по течению реки Охауоколо 1,6 км до водопада Ohau Stream, где они оставляют детенышей в подобии «детских садов», вдали от хищников, пока сами уходят кормиться. В ноябре 2016 г. здесь произошло землетрясение 7,8 балла, которое разрушило подходы к водопаду. Тем не менее, морские котики не бросили это место, а основали новую колонию всего в ста метрах от первоначального местоположения. Большое исследование по влиянию землетрясений на вероятность выброса на берег морских млекопитающих (как китообразных, так и ластоногих) было проведено на побережьях штатов Вашингтон и Орегон (Grantetal. 2018). Прямой взаимосвязи между этими событиями выявлено не было. На выброс животных, вероятно, влияет целый ряд причин, таких как травмы, болезни и истощения. Логистическая модель на большом массиве данных показала, что лишь 0.35 % случаев массовых выбросов животных на берег можно объяснить подводными землетрясениями.

Остров Медный расположен в Тихом океане в зоне высокой сейсмической активности, в 300-350 км к востоку от Камчатского полуострова. Это второй по величине остров в составе Командорских островов. Он имеет сильно пересечённый рельеф, высокие скалистые берега с большим количеством осыпей и обрывов. Многие вершины и гребни имеют острые очертания, покрыты каменистыми россыпями. Максимальная высота над уровнем моря — 640 м.

В мае-августе 2017 г. четыре наблюдателя проводили мониторинг репродуктивного поведения и численности сивуча (*Eumetopias jubatus*) и северного морского котика (*Callorhinus ursinus*) на Юго-Восточном мысе острова. Оба вида залегают здесь на одном лежбище. Оно охватывает побережье вокруг мыса и имеет протяженность около 7 км. Котики залегают по всему лежбищу. Сивучи образуют несколько изолированных друг от друга залежек. Основная репродуктивная залежка сивуча находится на Главном маточном участке лежбища. Этот же участок занимает и одна из самых крупных репродуктивных залежек северного морского котика. Основные наблюдения в течение сезона проводились на этом участке лежбища. Для регистрации поведения животных, помимо визуальных наблюдений, использовали семь фоторегистраторов с камерами высокого разрешения (Алтухов и др. 2011, Бурканов и др. 2014), которые вели съемку с интервалом 5 минут в течение светового дня. Камеры моделей Canon EOS REBEL T3, Canon EOS 1100D помещены в специальные непромокаемые боксы и расположены

(Khromovskikh 1977). There is also an observation from the South Island (New Zealand), where every winter female furs seals with their pups move 1.6 km upstream the Ohau River to the Ohau Stream waterfall, where they leave the pups at the site used as a kind of “kindergartens”, inaccessible for predators, and return to feed. In November 2016, there was a 7.8 earthquake in the area, which destroyed the access ways to the waterfall. However, the seals did not abandon this place, and formed a new colony only a hundred meters from the initial location. A comprehensive study of the impact of earthquakes on the probability of stranding of marine mammals (both cetaceans and pinnipeds) was conducted on the coast of the states of Washington and Oregon (Grant et al. 2018). As a result, no direct relationship between these events was found. A variety of factors are likely to cause animals’ stranding, such as injury, illness, and emaciation. A logistics model based on a large data set showed that only 0.35% of events of mass animal stranding on shore can be explained by submarine earthquakes.

Medny Island is located in a zone of high seismic activity, 300–350 km east of the Kamchatka Peninsula, in the Pacific Ocean. It is the second largest island among the Commander Islands, characterized by a very rough terrain and high rocky shores with numerous screes and cliffs. Many peaks and ridges have sharp outlines, covered by talus deposits. The maximum height above sea level is 640 m.

In May–August 2017, four observers monitored the reproductive behavior and number of the Steller sea lion (*Eumetopias jubatus*) and northern fur seal (*Callorhinus ursinus*) on the southeastern cape of the island. Both species occupy the same rookery here. It covers a part of the coastline around the cape and has a length of approximately 7 km. Fur seals are present all over the rookery. Sea lions form several haulouts isolated from each other. The main reproductive sea lion haulout is located on the Primary female site of the rookery. The same site is occupied by one of the largest reproductive haulouts of fur seals. The main observations during the season were conducted at this site of the rookery. To record animals behavior, in addition to visual observations, we used seven photo-recording high-resolution cameras (Altukhov et al. 2011; Burkanov et al. 2014), which took images at an intervals of 5 minutes during daylight hours. The Canon EOS REBEL T3 and Canon EOS 1100D cameras were housed in special waterproof boxes and installed at an altitude of approximately 25–30 m above the rookery. Also, five Plotwather PRO video cameras, additionally

на высоте около 25-30 м над лежбищем. Также в 2017 г. на лежбище работали 5 видеокамер Plotwather PRO, осуществлявшие видеосъемку с интервалом 1 кадр раз в 5 секунд в низком разрешении. Камеры покрывали всю площадь Главного маточного участка лежбища и позволяли восстанавливать события, происходящие на нем, с высокой точностью.

Сильное землетрясение магнитудой более 7 баллов произошло 18 июля в 11:34 местного времени, когда на лежбище находился один из наблюдателей и работали все фото- и видеорегистраторы. Вокруг Юго-Восточного мыса по всему лежбищу происходили камнепады, обвалы, сходы почвы.

На Главном маточном участке ощущались сильные толчки, тряска почвы, гул. Сильных камнепадов на этом участке не было, он достаточно пологий и травянистый, но небольшой сход камней все же был в некоторых его частях, далеко на лежбище камни не улетали, а скатывались под склон берега. Следы от сильных камнепадов и сходов почвы позже были нами обнаружены на многих других участках, в том числе на соседнем с Главным маточным участком – Главном холостяковом.

Оба вида ушастых тюленей, залегающих на лежбище, обладают ярко выраженным половым диморфизмом (самцы значительно крупнее самок), для обоих видов свойственна полигинная система размножения.

У обоих видов на лежбище присутствуют животные различного статуса и разного поведения. Выделяют следующие статусы:

- Территориальные самцы, на территории которых нет самок.
- Территориальные самцы, на территории которых есть самки (гаремные самцы).
- Молодые животные и полусекачи. У морских котиков самцы от 2 до 8 лет – холостяки – образуют отдельные холостяковые группировки, в том числе на отдельных небольших участках внутри участка Главный маточный. На территориальные участки они не допускаются территориальными самцами. У сивучей неполовозрелые молодые животные 1-3 лет, независимо от пола, могут лежать на территориальных участках среди самок. Половозрелые же самцы-полусекачи от 3 до 7-8 лет с репродуктивных участков изгоняются участвующими в размножении самцами. Они либо плавают вдоль лежбища в полосе прибоя, либо залегают на нерепродуктивных участках.

deployed at the rookery in 2017, provided time-lapse video records at a rate of 1 frame every 5 seconds with a low resolution. The cameras covered the entire area of the Primary female site of the rookery and made it possible to play back all the events on it with high accuracy.

A large earthquake with a magnitude of more than 7 occurred on July 18 at 11:34 local time, when one of the observers was at the rookery and all the photo and video recorders were on. Rockfalls and landslides took place all over the rookery around the southeastern cape.

On the Primary female site there were strong shocks, tremor of soil, and rumble. No significant rockfalls were observed at this site, as it is quite flat and grassy, but weak slides of stones occurred in some parts: stones moved not too far, without reaching the rookery, and rolled under the shore slope. Later on, we found traces of large rockfalls and landslides in many other sites, including the Primary bachelor one, which is adjacent to the Primary female site.

Both species of eared seals occupying the rookery have a pronounced sexual dimorphism (males are much larger than females), and characterized by polygynous mating system.

In both species, animals with different statuses and behaviors are present at the rookery at a time. Their statuses are as follows:

- Territorial males without females in their territories.
- Territorial males with females in their territories (harem males).
- Young animals and half-bulls. In northern fur seals, males from 2 to 8 years of age, referred to as bachelors, form separate bachelor groups, including those at separate small sites within the Primary female site. They are not allowed to the territorial sites by territorial males. In sea lions, immature young animals aged 1–3 years, regardless of gender, can be present on the territorial sites among females. Mature males, half-bulls from 3 to 7–8 years of age, are expelled from reproductive sites by males involved in breeding. They either swim along the rookery in the surf, or lie at non-reproductive sites.
- Mature females, which are in harems with pups at the rookery.

To obtain comparative data for analyzing the impact of the earthquake, the number of adult sea lions and

• Половозрелые самки на лежбище находятся в гаремах вместе с детенышами.

Для получения сравнительных данных для анализа влияния землетрясения, учёт численности взрослых сивучей и морских котиков выполнили по фотографиям, взятым с 7 фоторегистраторов. Щенки плохо видны на фотографиях с фоторегистраторов, поэтому в анализ не были включены. Учет численности морских котиков вели по трём временным срезам: за час до землетрясения, во время землетрясения и через час после него. Численность сивучей учитывали с интервалом в 15 минут, также за час до землетрясения и через час после него. Подсчет по фотографиям выполнили в специально разработанном в 2017 г. модуле фотоучета численности на базе SQLite.

В день землетрясения на участке Главный маточный находилось около 80 взрослых сивучей и около 2800 взрослых морских котиков. На участке можно было визуально выделить три группы взрослых сивучей: в двух из них на соседних друг с другом участках находились как территориальные, так и гаремные самцы с самками, в одной – только территориальные самцы. На подземные толчки сивучи в этих группах отреагировали по-разному. В группе, в которой находились только территориальные самцы, все животные остались на своих местах и даже не начали движения в сторону воды (несколько из них подняли головы с началом толчков, остальные даже не проснулись). На гаремных участках и самцы, и самки отреагировали массовым паническим смещением к урезу воды. Гаремы, изначально находившиеся у кромки воды, сошли в воду полностью. Часть животных из гаремов, находящихся далеко от воды, перебежали к прибойной полосе, но в воду не сошли. Все сивучи с репродуктивных участков отреагировали на подземные толчки. Возможно, на гаремных самцов подействовала паника самок. Численность самок с молодыми после толчков уменьшилась на 49 %, взрослых самцов – на 24 %, в целом численность всех животных старше одного года уменьшилась на 43%. Большинство сошедших в воду зверей оставалось в полосе прибоя у лежбища, громко вокализируя. Через 15-30 минут после основного толчка звери начали возвращаться на лежбище, и вскоре их численность восстановилась (Рис. 1).

Совсем иначе вели себя северные морские котики: практически все территориальные самцы и подавляющее большинство самок остались на месте, панического схода к воде среди них не наблюдалось. Численность самок после толчков уменьшилась всего

fur seals was counted in photographs taken from the seven photo recorders. Pups are poorly visible in the images from the photo recorders, and, therefore, they were not included in the analysis. The number of fur seals was determined at three time sections: an hour before the earthquake, during the earthquake, and an hour after it. The number of sea lions was determined at intervals of 15 minutes during the hour before the earthquake and the hour after it. Counts in photographs were performed in a module specially designed in 2017 for photographic estimation of animals' number based on SQLite.

On the day of the earthquake, up to approximately 80 adult sea lions and 2,800 adult fur seals were present at the Primary female site. It was possible to visually distinguish three groups of adult sea lions at the site: in two of them, there were both territorial and harem males with females on adjacent areas; in one group, only territorial males. The sea lions in these groups responded to earth shocks differently. In the group with only territorial males, all the animals remained in their places and did not even begin to move towards the water (several of them raised their heads with the onset of the shocks; the rest did not even wake up). At the harem sites, both males and females reacted with mass panic and stampeded to the water's edge. The harems originally located at the water's edge went into the water completely. Some of the animals from the harems located at some distance from the water ran up to the surf line but did not submerge. All the sea lions from the reproductive sites responded to the shocks. It is probable that the harem males were affected by females' panic. The number of females with young animals after the shocks decreased by 49%; adult males, by 24%; the total number of all animals older than one year reduced by 43%. Most of the animals that had gone into the water remained in the surf zone at the rookery, loudly vocalizing. Within 15–30 minutes after the main shock, the animals began to return to the rookery, and soon their numbers recovered (Fig. 1).

The northern fur seals behaved completely differently: almost all territorial males and the vast majority of females remained in place; there was no panic among them, nor did they rush to the water. The number of females after the shocks decreased by only 3.8%; adult males, by 2.4%; bachelors, by 0.6%; all adults, by 2.6% (Fig. 2).

Thus, the reaction of the Steller sea lions to the earthquake was much more pronounced than that of the northern fur seals. In the sea lions, it varied much

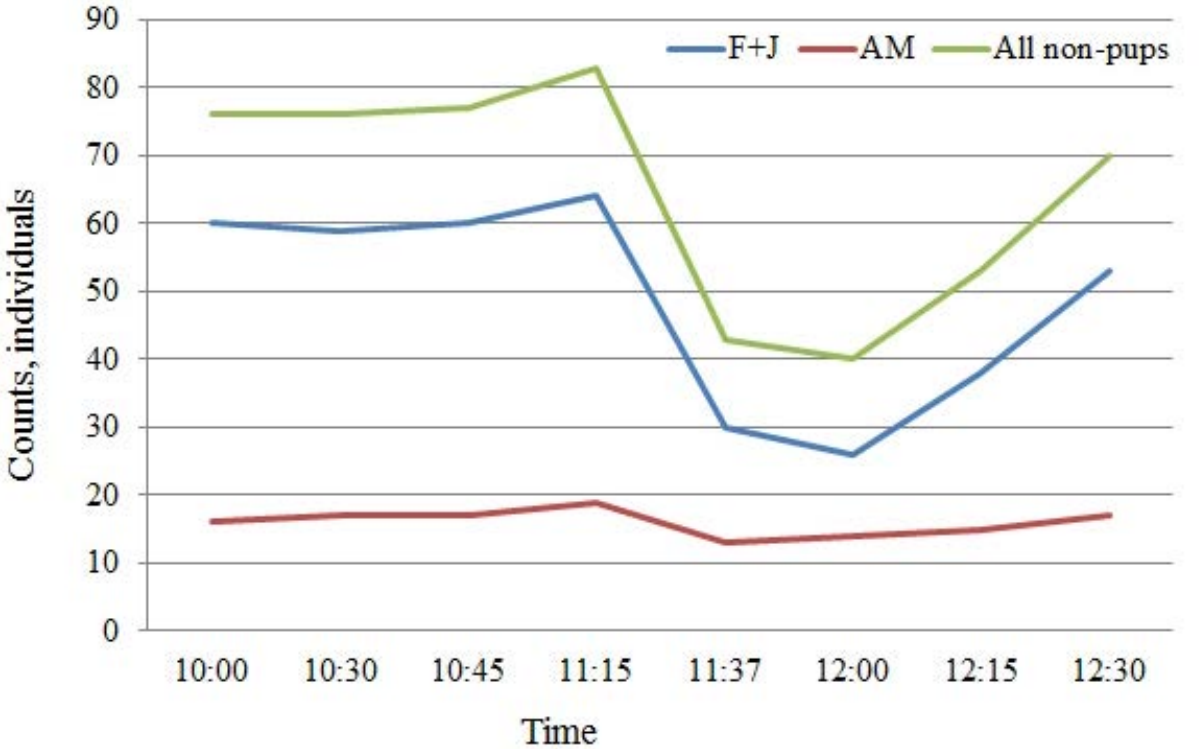


Рис. 1. Численность сивучей старше одного года в день землетрясения. F+J – взрослые самки и молодые животные; AM – взрослые самцы; non-pups – все животные старше 1 года.
Fig. 1. Number of Steller sea lions older than 1 year during the earthquake. F+J, adult females and juveniles; AM, adult males; non-pups are animals older than 1 year of age.
Counts, individuals – Число особей. Time – время

на 3.8%, взрослых самцов – на 2.4%, холостяков – на 0.6%, всех взрослых – на 2.6% (Рис. 2).

Таким образом, реакция сивуча на землетрясение была намного более выраженной, чем у северного морского котика. У сивучей разного репродуктивного статуса она сильно отличалась, в то же время у котиков она была почти не выражена. Вероятно, более жесткая территориальная структура и сильная конкуренция за места на лежбище у морских котиков оказали влияние на то, что не только самцы, но и самки остаются на лежбище даже во время такого экстремального природного явления, как сильное землетрясение. На реакцию на землетрясение у двух видов ластоногих могла оказать влияние и разница в сроках размножения. У северного морского котика наблюдался в это время пик репродуктивного периода, а у сивуча он уже фактически закончился. Это, несомненно, могло повлиять на поведение животных во время землетрясения. Так, более слабое землетрясение, произошедшее у Северного лежбища о. Беринга в августе 1965 г., когда территориальная активность самцов уже закончилась, все же вызвало сход

between groups with different reproductive statuses, whereas in fur seals it was almost lucking. Probably, the more rigid territorial structure and the severe competition for places at the rookery among fur seals resulted in the situation when not only males, but females remained at the rookery even during such extreme events as the large earthquake. The reaction to the earthquake in the two species of pinnipeds could also be influenced by the difference in the timing of breeding. In northern fur seals there was the peak of breeding season at that time, whereas in sea lions it was practically completed. This circumstance could undoubtedly have an effect on animals' behavior during the earthquake. Thus, a weaker earthquake at the Northern rookery of Bering Island in August 1965, when the territorial activity of males had already ended, caused female fur seals to go into the water (Khromovskikh 1977). The small amount of data on the reaction of eared seals to such natural phenomena in other seasons of the year does not allow any comparison and drawing definite conclusions about the differences in the behavior between these two species

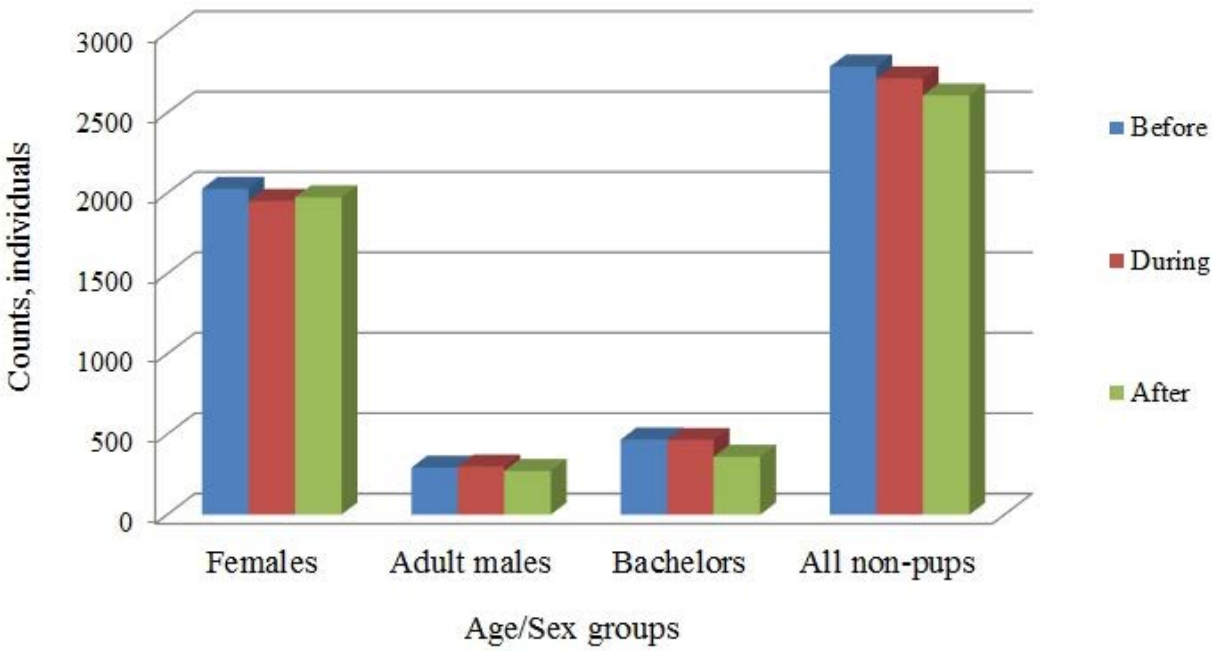


Рис. 2. Численность северных морских котиков старше одного года в день землетрясения.
Fig. 2. Number of Northern fur seals older than 1 year during the earthquake.
Counts, individuals – Число особей. Age/Sex groups – Возраст/ Пол групп
Females – самки. Adult males – взрослые самцы. Bachelors – холостяки.
All non-pups – все животные старше 1 года.
Before – до; During – во время; After – после

в воду самок морских котиков (Хромовских 1977). Малое количество данных о реакции ушастых тюленей на подобные природные явления в другие сезоны года не позволяет провести сравнение и сделать однозначные выводы о различиях в поведении этих двух видов во время землетрясения. Наши наблюдения совершенно определенно показывают, что ни сивуч, ни северный морской котик не могут быть использованы в качестве модельных животных для предсказаний таких природных катаклизмов, так как ни один из этих видов не проявлял какого-либо беспокойства или аномального поведения до возникновения толчка. Схожего мнения придерживается Хромовских (1977), который отмечает, что, несмотря на несомненное отпугивающее воздействие на животных таких факторов, как колебания суши и воды, подземный гул или шум и вид обвалов в момент землетрясения, существующие наблюдения поведения животных все же не позволяют утверждать, что ластоногие способны предчувствовать наступление природного катаклизма по каким-либо предшествующим признакам. Звери стремятся покинуть сушу или просто отплыть на безопасное расстояние уже после начала стихийного явления, однако случа-

during an earthquake. Our observations clearly show that neither the sea lions nor fur seals can be used as model animals to predict natural disasters, as none of these species showed any anxiety or abnormal behavior prior to the onset of shocks. A similar opinion was expressed by Khromovskikh (1977), who noted that, despite the evidently frightening effect on animals of such factors as: tremor of soil and water, underground rumble, noise, and landslides during earthquakes; the existing observations of animals' behavior still do not provide evidence that pinnipeds are able to anticipate the onset of natural disaster by any preliminary signs. Animals tend to leave the land or just swim away to a safe distance after the onset of the natural phenomenon, but there are no recorded cases of animals' migration to other areas, although large earthquakes are known to regularly occur in Kamchatka, the Kuril Islands, and the Commander Islands (Khromovsky 1977). Observations on the South Island (New Zealand) confirm the high adaptive capacity of seals to natural disasters and their reluctance to leave the preferred sites even after a severe destruction. Our data also show that eared seals of both species, even in case of

ев миграций зверей в другие районы не отмечено, хотя на Камчатке, Курильских и Командорских островах регулярно регистрируются мощные землетрясения (Хромовских 1977). Наблюдения на острове Южный (Новая Зеландия) подтверждают высокую адаптивную способность морских котиков к природным катаклизмам и нежелание покидать освоенные места даже при сильных разрушениях. Наши данные также показывают, что ушастые тюлени обоих видов, даже в случае паники, возвращаются на свои места довольно скоро после прекращения землетрясения и продолжают использовать их в дальнейшем.

Работа выполнена на территории государственного природного биосферного заповедника «Командорский» им. С.В. Маракова. Полевые работы проводились при поддержке Лаборатории по изучению морских млекопитающих Аляскинского научно-исследовательского рыболовного центра США. Особая благодарность студентам-волонтерам Ребровой А.А. и Чернорусову А.М., работавшим в составе полевой группы на о. Медный.

panic, return to their places soon after the earthquake and continue to use them subsequently.

The study was carried out in the territory of the S.V. Marakov State Natural Biosphere Reserve “Komandorsky”. Field works were supported by the Marine Mammal Laboratory, Alaska Fisheries Science Center, United States. Special thanks are due to our volunteers, the student Rebrova A.A. and Chernousov A.M. who worked with the field research team on Medny Island.

Список использованных источников / References

Алтухов А.В., Бурканов В.Н., Рязанов С.Д. 2011. Автономная фотосистема для мониторинга лежбищ сивучей. В: Дистанционные методы исследования в зоологии: матер. науч. конф., М.: Т-во науч. изд. КМК, 1: 4 [Altukhov A.V., Burkanov V.N., Ryazanov S.D. 2011. Autonomous photosystem for monitoring sea lion rookeries. In: Remote research methods in zoology. Proceedings of sci. conf., M.: KMK, 1: 4].

Бурканов В.Н., Алтухов А.В., Желетт Т.С. 2014. Использование автономных фоторегистраторов для мониторинга лежбищ сивуча (*Eumetopias jubatus*) в России и на Аляске. В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр. VIII междунар. конф., Москва: СММ, 1: 106 [Burkanov V.N., Altukhov A.V., Gelatt T.S. 2014. Use of time-lapse cameras to monitor Steller sea lion (*Eumetopias jubatus*) rookeries in Russia and Alaska. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the VIII Intl. conf., Moscow: MMC, 1: 106].

Хромовских Б.В. 1977. К вопросу о поведении каланов и ластоногих в связи с тектоническими явлениями. В: Управление поведением животных. Доклады участников II Всесоюзной конференции по поведению животных, М.: Наука, 1: 306–308 [Khromovskikh B.V. 1977. On the issue of behavior of sea otters and pinnipeds in connection with tectonic activities. In: Controlling the animal behavior. Proceedings of the II All-Union conf. on animal behavior, M.: Nauka, 1: 306–308].

Grant R.A., Savirina A., Hoppitt W. 2018. Offshore earthquakes do not influence marine mammal stranding risk on the Washington and Oregon coasts. Animals, 8(2): 18.

Лямин О.И. [1-3], Найденко С.В. [1], Мухаметов Л.М. [1-2], Рожнов В.В. [1]

Мониторинг кортизола у белух (*Delphinapterus leucas*) в разных экспериментальных ситуациях

1. Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия
2. ООО «Утришский дельфинарий-84», Москва, Россия
3. Калифорнийский Университет, Лос-Анджелес, США

Lyamin O.I. [1-3], Naidenko S.V. [1], Mukhametov L.M. [1-2], Rozhnov V.V. [1]

Monitoring of cortisol in belugas (*Delphinapterus leucas*) under different experimental conditions

1. A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
2. “Utrish Dolphinarium -84”, Ltd., Moscow, Russia
3. University of California, Los Angeles, CA, USA

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-193-201

Концентрация глюкокортикоидов и катехоламинов – объективный показатель физиологического состояния у всех наземных млекопитающих и птиц, а также индикатор острого и хронического стресса. У китообразных в качестве такого показателя чаще всего используется концентрация кортизола. Например, у дельфинов афалин, обученных по команде “выбрасываться” на помост, уже через 15 мин пребывания вне воды уровень кортизола превышал контрольные значения (Champagne et al., 2018). После этого концентрация кортизола прогрессивно увеличивалась в течение 1.5 ч пребывания вне воды и в среднем за 2 ч превышала базальные значения примерно в 5 раз. Через час после возвращения в воду концентрация кортизола снижалась, но все еще превышала значения до начала исследований. В данном случае рост кортизола в крови у дельфинов во время пребывания без воды рассматривается как свидетельство развития состояния острого стресса. У белух уровень кортизола в крови также увеличивается в несколько раз, когда они оказываются вне воды для ветеринарных процедур (например, после подъёма в носилках краном для взвешивания или во время эндоскопического обследования – Schmidt et al., 2010) или при транспортировке животных в ваннах с водой (Spoon, Romano, 2012). После окончания обследований / перевозки и возвращения в воду концентрация кортизола постепенно снижается до обычных для животных значений.

Антропогенный шум считается одним из важнейших стресс-факторов для китообразных. В большинстве случаев реакция морских млекопитающих на шум оценивается по изменениям в поведении или порогов слуха. Нам известны всего несколько исследований, в

Concentration of glucocorticoids and catecholamines is an objective characteristic of physiological state in all terrestrial mammals and birds as well as an indicator of acute and chronic stress. In cetaceans, cortisol is most often used as a primary molecular marker of stress. For instance, bottlenose dolphins trained to beach onto a padded mat had an increased blood cortisol level above the baseline value after the first 15 minutes of staying out of water (Champagne et al., 2018). Their cortisol level progressively increased for 1.5 hours after that as they being out of water. After 2 hours the average cortisol level was approximately 5 times higher than the basic values. After the dolphins got back into the water, the concentration of cortisol rapidly declined but remained above the initial values (measured prior to the study) for at least 1 hour. In this case the rise of blood cortisol in dolphins when they are out of water is believed to be caused by an acute stress response to the disturbance. The concentration of cortisol in the blood of beluga whales increased as well when they were taken out of the water for veterinary procedures (e.g., when they were placed in the stretchers and then lifted by a crane for weighting or during a 1-hour endoscopic procedure; Schmidt et al., 2010) or after transportation to a new facility in tubs with water (Spoon, Romano, 2012). After the procedures / transportation were completed and the animals returned into the water, the concentration of cortisol decreased to the normal values.

Anthropogenic noise is considered to be a major stress factor for cetaceans. At the same time, the impact of the noise on marine mammals is for the most part measured and characterized by behavioral or auditory

которых уровень глюкокортикоидов и/или катехоламинов в крови китообразных измеряли после экспозиции антропогенного шума. Например, в одном случае белухам проигрывали шум строительных работ (забивание свай, sound pressure level SPL – 133-157 дБ, время экспозиции 30 мин). В этом исследовании однонаправленных изменений концентрации эпинефрина и норэпинефрина в крови животных после экспозиции шума не обнаружили (Thomas et al.,1990). Во втором исследовании одной белухе и одному дельфину афалине проигрывали одиночные импульсы шума сейсморазведки и тональные шумы. У белухи экспозиция наиболее интенсивных импульсов сейсморазведки (8-198 кПа) сопровождалась ростом концентрации катехоламинов (эпинефрин, норэпинфрин, дофамин). У дельфина шум сейсморазведки приводил к росту альдостерона, а концентрация норэпинефрина, а также кортизола снижалась в период экспозиции тональных шумов. Другие нейро-иммунные показатели значимо не изменялись (Romano et al. 2004).

Задача данного исследования состояла в том, чтобы оценить реакцию белух (*Delphinapterus leucas*) на антропогенный шум (сейсморазведка и судоходство) по показателям кортизола в крови, сравнивая реакцию на шум с реакцией на известные стресс-факторы (пересаживание в другой бассейн и пребывание без воды). Исследования проводили с мая по сентябрь на двух молодых белухах (самец и самка, возраст 7-8 лет; далее белуха 1 и 2, соответственно), адаптированных к условиям содержания в бассейнах с морской водой.

Реакцию на экспозицию шума исследовали у белухи 1, которая в это время содержалась в круглом пластмассовом бассейне диаметром 6 м и глубиной 1.8 м. Длительность экспозиции шума сейсморазведки (спаркер) и судоходства составляла 10 мин, 60 мин и 3 ч, пиковая интенсивность – 145-160 дБ (1 м от источника, на частоте 1 кгц). Интенсивность шума увеличивали постепенно от нулевого до максимального значений один раз в 15 с (5-10 шагов в зависимости от интенсивности). Всего шумы предъявляли 46 раз (6 серий, более 30 экспериментальных дней, Табл. 1). Забор крови проводили через 40-50 мин после окончания последнего шума в серии, сразу после слива воды в бассейне.

У обеих белух измеряли концентрацию кортизола в крови до и после пересадки животных в другой бассейн, а также до и после пребывания животных на низком уровне воды. Каждую белуху пересаживали 2 раза. Процедура включала подъем животного в носилках краном на высоту примерно 5 м, перевозку автомобилем на платформе на расстояние примерно 70 м

response (changes in the behavior patterns or hearing sensitivity, respectively). We are aware of a few studies that examined the levels of glucocorticoids and / or catecholamines in cetaceans after exposure to anthropogenic noise. In one study, four belugas were exposed to playback of noise from a drilling platform (sound pressure level, SPL - 133-157 dB, exposure time - 30 min). Blood epinephrine and norepinephrine levels measured immediately after the playbacks were not elevated (Thomas et al., 1990). In the second study, blood samples were collected from one bottlenose dolphin and one beluga whale before and after exposure to a single impulse sound produced by a seismic water gun or tonal noise (SPL, 8-198 kPa). In the beluga whale catecholamines (norepinephrine, epinephrine, and dopamine levels) were reported to increase after high-level seismic sound exposure. The level of aldosterone increased in the dolphin blood during the exposure to the tonal noise, while norepinephrine and cortisol decreased at the same time. Other neural–immune parameters did not differ between control and exposure conditions (Romano et al. 2004).

The goal of this study was to evaluate the belugas response (*Delphinapterus leucas*) to seismic surveys and shipping (two major types of anthropogenic noise in the ocean) via measuring the level of cortisol in their blood. The response to the noise exposure was compared to the response to known disturbance factors, such as transportation and being out of the water. The study was conducted from May through September by studying two young belugas (male and female, 7 and 8 years old respectively), that had been kept in captivity for several years.

Response to a sparker (a type of device used for seismic surveys) and shipping was evaluated in Beluga 1. During the experiments it was placed in a round plastic pool (6 m in diameter and 1.8 m in depth). Exposures lasted for 10 minutes, 60 minutes and 3 hours, with peak intensity ranging between 145 and 160 dB (1 m away from the transducer measured at 1 kHz). In this study the noise intensity was gradually increased in several increments once every 15 sec (5-10 steps, depending on the intensity, from 0 to the maximum level). 46 exposures in total were conducted over the study period (6 series, over 30 experimental days, Table 1). The level of cortisol was measured in the blood samples collected 40-50 minutes after the termination of the last noise in the series right after draining the pool.

и выпуск в другой бассейн. Длительность всей процедуры составляла 20-30 мин. Отбор крови проводили перед тем, как животных помещали в носилки, а также примерно через 30 мин после того, как их выпускали в другой бассейн. Интервал времени между двумя заборами крови составлял от 43 до 59 мин (в среднем 52 мин). Белуху 1 оставляли на дне бассейна на низком уровне воды (5 см) дважды. Чтобы предотвратить обсыхание, белуху поливали водой каждые 15-20 мин. Кровь брали в одном случае сразу после слива воды и во втором – через 15 мин, а также через 54 и 76 мин пребывания животного на низком уровне воды.

Кровь отбирали из вены хвостового плавника в объеме 2-4 мл с помощью “иглы-бабочки” и шприца после слива воды в бассейне. Обе белухи были адаптированы к этой процедуре, которая длилась менее 3 мин. Собранную кровь разливали в одну или в две (при достаточном объеме) пробирки Эппендорфа объемом 1.5 мл и центрифугировали 10-12 мин при скорости 2000g. Сыворотку замораживали и хранили при -20°C до проведения измерений. Концентрацию кортизола в аликвотах определяли методом гетерогенного ИФА с помощью планшетного спектрофотометра Multiscan EX (ThermoElectron Corporation, Финляндия), измеряя оптическую плотность в ячейках планшета при длинах волн 450 и 620 нм и сравнивая ее со стандартными значениями. Для определения уровня кортизола использовали наборы “ИммуноФА_Кортизол” (Иммунотех, Россия). В каждом образце измерение кортизола проводили дважды, рассчитывая среднее значение и коэффициент вариации (CV). При CV менее 5% принимали их среднее значение для дальнейшего анализа. При значении CV более 5% измерения проводили повторно (Найденко и др., 2011). CV в двух образцах одного забора крови в большинстве случаев варьировал в пределах 10%. Из двух средних значений для последующего анализа использовали значение с меньшим CV в дубликатах одной пробы. Несколько пар образцов, в которых CV концентрации кортизола превышал 12%, были исключены из анализа. Для финального анализа были использованы результаты 56 измерений кортизола у белухи 1 и 16 измерений у белухи 2.

Концентрация кортизола в крови белух при содержании в бассейнах по одному в период с мая по ноябрь варьировала от 31 до 67 нг/мл. У белухи 1 концентрация была наименьшей при температуре воды 15-20°C и температуре воздуха 21-30°C (в среднем 38±1 нг/мл, n=7). При более высоких и низких значениях температуры средний уровень кортизола был несколько выше (51±7 нг/мл, n=4 и 44±5 нг/мл, n=3, соответственно; p=0.077, F2,11=3.259, однофакторная ANOVA). В со-

In both belugas the concentration of cortisol was also measured before and after the animals were moved to another pool where the water level was much lower. Each beluga was moved twice. The procedures lasted between 20 and 30 minutes and included placing the animals onto the stretchers, lifting them with a truck crane to a height of about 5 m, placing on a foam-padded truck deck, transporting them about 70 m away and releasing into the new pool. The blood samples were collected before the belugas had been placed onto the stretchers and then about 30 minutes after the animals had been released to the new pool. The interval between taking the samples ranged between 43 and 59 minutes (on average 52 minutes). Beluga 1 was left undisturbed at the bottom of the pool with a low water level (5 cm) twice. To prevent its skin from drying the beluga was sprinkled with seawater every 15 min. The first time the blood sample was taken immediately after the pool had been drained and the second time 15 min after that. After that the samples were collected 54 and 76 minutes into the experiment.

After the pool was drained, a blood sample (2-4 ml) was taken via venipuncture of the beluga’s fluke vessel using a butterfly needle and a 20-ml syringe. The belugas were used to the procedure, that lasted less than 3 minutes. The collected blood was transferred into 1 or 2 (if the volume was sufficient) 1.5 ml Eppendorf vials and centrifuged at 2000g for 10-12 minutes. After that, the serum was stored at -20 °C before being analyzed. The concentration of cortisol was determined by the method of heterogeneous EIA using a flatbed spectrophotometer Multiscan EX (ThermoElectron Corporation, Finland) by measuring the optical density in the wells of the plate at wavelengths of 450 and 620 nm and their further comparison with the standard values. EIACortisol kits (Immunotekh, Russia) were used to determine the level of IRC cortisol. The duplicate measurements were conducted calculating the average and coefficient of variation (CV) values. If the CV was more than 5%, the measurements were repeated, and if the CV was less than 5%, the average values were accepted for further analysis (Naidenko et al., 2011). From two average values, the one with smaller CV was selected. In several cases the CV for two average values increased by 12%. They were excluded from the analysis. 56 measurements of cortisol from Beluga 1 and 16 from Beluga 2 were used for the final analysis.

The level of cortisol in Beluga 1 blood under normal conditions (measured between May and November) ranged between 31 and 67 ng/ml the average being

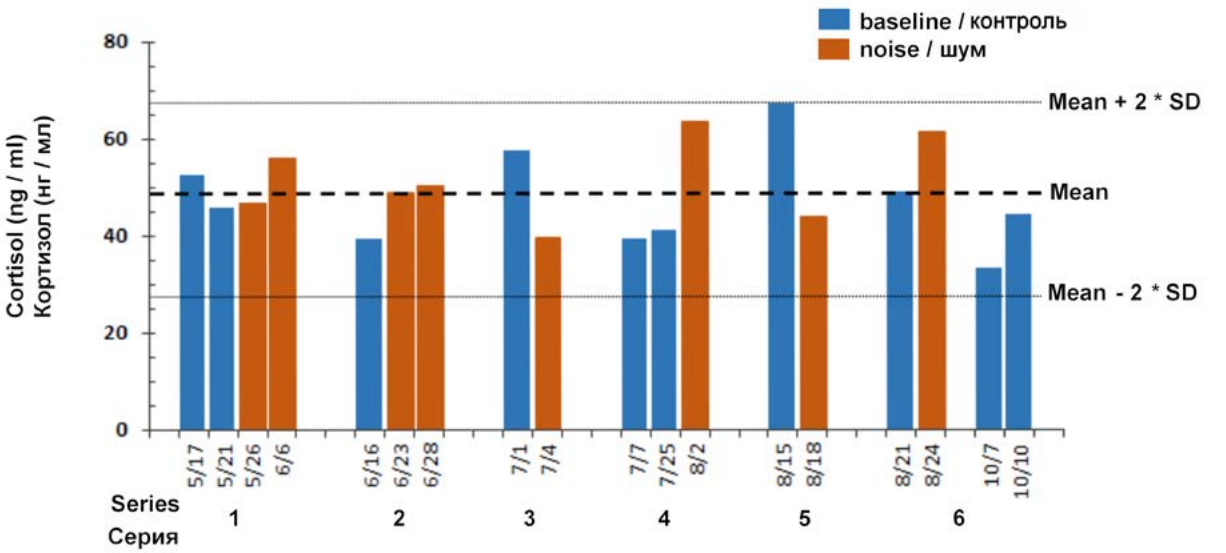


Рис. 1. Концентрация кортизола в образцах крови белухи 1 при обычных условиях содержания (контроль) и после экспозиции шума. Каждый столбик – одно измерение. Дата взятия крови и номер серии экспериментов указаны под осью абсцисс. Параметры шумов и порядок их предъявления в серии даны в Таблице 1. Пунктирная линия указывает среднее базальное (контрольное) значение концентрации кортизола в крови белухи, рассчитанное в 10 образцах крови (Mean), сплошные горизонтальные линии - величины среднего значения плюс / минус два стандартных отклонения (Mean +/- 2 * SD).

Figure 1. The concentration of cortisol in the blood of beluga whale 1 under normal conditions (baseline) and after the noise exposure (noise). Each bar is one measurement. The date of collection and experimental series are shown below the abscissa axis. Parameters and number of presentations are in Table 1. The broken line indicated the mean basic value calculated for 10 control samples (Mean), the thin lines – the mean plus / minus 2 standard deviations (Mean +/- 2*SD).

бранных образцах уровень кортизола не зависел от месяца (май-ноябрь), а также от времени забора крови в дневное время (10:00-17:00). За весь период исследований средняя концентрация кортизола в контрольных условиях составляла 43±3 нг/мл (n=14). У белухи 2 концентрация кортизола в мае-июне была 50±3 нг/мл (n=3), т.е. была сопоставима с концентрацией у белухи 1.

Концентрацию кортизола в крови у белухи 1 также измеряли во время 6 серий шумовых воздействий разной длительности и интенсивности (Рис. 1, Табл. 1). Все значения концентрации кортизола после экспозиции шумов находились в пределах среднего ± величина двух стандартных отклонений (SD) в контрольных условиях. По сравнению со средним базальным значением, уровень кортизола после экспозиции шума составлял 65-157%, в среднем 105%. В 5 из 8 экспериментов значения кортизола после шумового воздействия составляли 95-125% от контрольных значений. После двух экспозиций уровень кортизола уменьшил-

43+3 ng/ml (n=14). The concentration was the lowest at the water temperature of 15–20 °C and the air temperature of 21–30 °C (on average, 38 ± 1 ng / ml, n = 7). At higher and lower temperatures, the average level of cortisol was slightly higher (51 ± 7 ng / ml, n = 4 and 44 ± 5 ng / ml, n = 3, respectively; p = 0.077, F2.11 = 3.259, one-way Anova). In the collected samples, the level of cortisol did not depend on the month (May-November), as well as on the time of the blood collection (between 10:00 and 17:00). Over the entire study period, the average concentration of cortisol under the control conditions was 43 ± 3 ng / ml (n = 14). In Beluga 2's blood the concentration of cortisol in May-July was 50 ± 3 ng / ml, i.e. was comparable to the concentration in Beluga 1's blood.

The concentration of cortisol in Beluga 1's blood was also measured during 6 series of noise exposures of different duration and intensity (Fig. 1, Tab. 1). All cortisol values after the exposure to the noise stayed in the average range with two standard deviations (SD)

Таблица 1. Параметры антропогенного шума, который предъявляли белухе 1.
Table 1. Parameters of the anthropogenic noise, which Beluga 1 was exposed to.

[1] Серия 1 включала 12 шумов длительностью 10 мин и 2 шума длительностью 60 мин. Оба образца крови (1 и 2) были взяты после шума длительностью 60 мин. / Series 1 included 12 exposures which lasted 10 min and 2 exposures with a duration 60 min. Both blood samples (1 and 2) were collected after the 60 min noise.

[2] Номер образца крови, а также число шумов и дней экспозиций шума перед отбором образца. / The blood sample number, and the number of exposures and number of days prior to the blood collection.

Серия (число шумов)[1] Series (number of exposures)[1]	Шум, длительность шума и число шумов / день Type of noise, duration (min), number of exposures/day	Интенсивность (ДБ) Peak intensity (dB)	Образец крови (число шумов и дней до взятия крови)[2] Number of blood samples (number of exposures, days prior the collection)[2]
1(14)[1]	Спаркер, 10 мин, 2-3/день, 60 мин, 1/ день Sparker, 10 min 2-3/ day and 60 min 1/ day	145, 155 и 160	1 (7, 4), 2 (7, 4)
2.1 (3)	Спаркер, 60 мин, 1/день Sparker, 60 min, 1/day	145	3 (3, 3)
2.2 (3)	Спаркер, 60 мин, 1/день Sparker, 60 min, 1/day	155	3 (3, 3)
3 (3)	Спаркер, 180 мин, 1/день Sparker, 180 min, 1/day	145	5 (3, 3)
4 (17)	Судоходство, 10 мин, 2-4/день Shipping, 10 min, 2-4/day	145, 150, 155 и 160	6 (18, 5)
5 (3)	Судоходство, 60 мин, 1/день Shipping, 60 min, 1/day	150	7 (3, 3)
6 (3)	Судоходство, 180 мин, 1/день Shipping, 180 min, 1/day	150	8 (3, 3)

ся на 30% и в одном случае увеличился более, чем на 50%. Таким образом, выраженность реакции белухи на шум по показателям концентрации кортизола в крови очевидным образом не зависела от интенсивности и длительности шума, хотя статистический анализ при данном количестве шумов, учитывая разную интенсивность и длительность шума, провести было нельзя.

В то же время, перемещение белух из одного бассейна в другой сопровождалось ростом концентрации кортизола в крови у обоих животных: в 3.7 и 4.9 раза у белухи 1 и в 1.9 и 2.9 раз у белухи 2. Пребывание белухи 1 на низком уровне воды в течение 54 и 76 мин сопровождалось ростом концентрации кортизола в 1.6 и 2.8 раз (Рис. 2). Увеличение концентрации кортизола в крови у белух в обоих случаях было стресс-реакцией

under controlled conditions. Compared to the average normal value, the level of cortisol after the exposure ranged between 65 and 157%, and with the average being 105%. In 5 out of 8 experiments, post-exposure cortisol values were 95-125% of pre-exposure values. After two exposures, the level of cortisol decreased to 30% of the pre-exposure levels and in one case it increased to 50%. Thus, the magnitude of response to the noise exposure was not obviously correlated to the intensity and duration of the noise. We acknowledge that any statistical analysis was not possible considering the smaller number of noise exposures and the difference between the noise parameters (intensity and duration). At the same time, the transfer of the belugas from one pool to another was accompanied by an increase in the concentration of cortisol in both

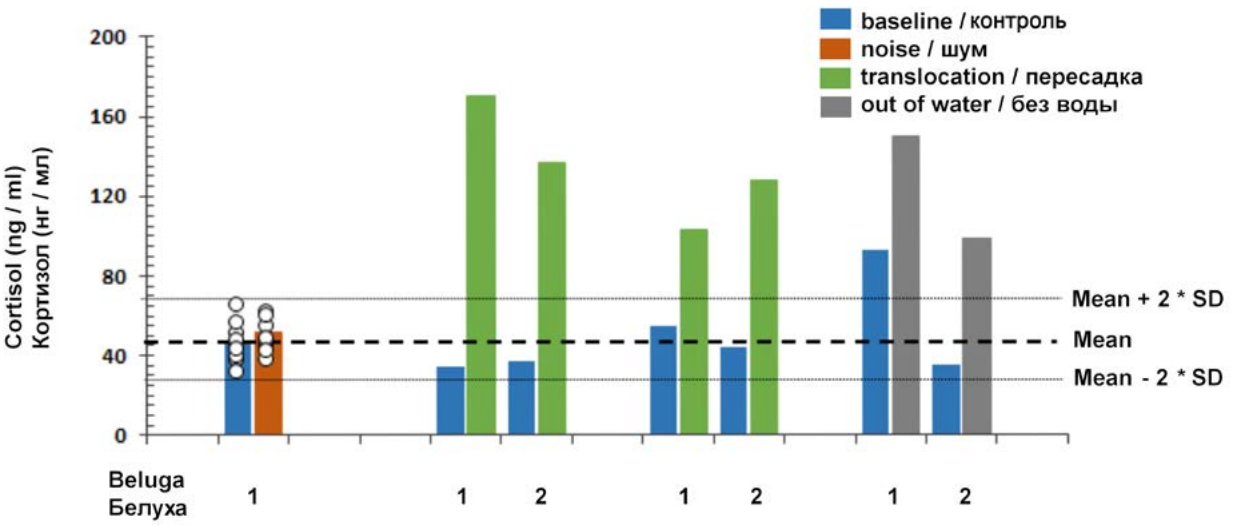


Рис. 2. Концентрация кортизола в образцах крови у белух в обычных условиях (контроль), экспозиции шума, пересадки в другой бассейн и пребывания на низком уровне воды. Для контрольных условий и экспозиции шума даются средние значение (столбики) и отдельные измерения (маркеры; 10 и 8 значений, соответственно). В остальных случаях – результат одного измерения до и после пересадки или же пребывания животного без воды. Пунктирная линия - среднее базальное значение концентрации кортизола в крови (Mean), сплошные горизонтальные линии - величины среднего значения плюс / минус 2 стандартных отклонения (Mean +/- 2 * SD). Более высокое контрольное значение кортизола в образце крови в первом эксперименте пребывания белухи 1 без воды скорее связано с тем, что отбор крови был взят через 15 мин после слива воды в бассейне.

Figure 2. The concentration of cortisol in the blood of two beluga whales under normal conditions (baseline), after the noise exposure (noise), moving to a new pool (translocation) and staying at a low level of water (out of water). For the control conditions and noise exposure the bars are mean values and markers are single measurements (10 and 8, respectively). The broken line indicated the mean basic value in Beluga 1 calculated for 10 control samples (Mean), the thin lines – the mean plus / minus 2 standard deviations (Mean +/- 2*SD). A greater control cortisol concentration in Beluga 1 in the 1st out of water experiment was likely due to the fact that the sample was taken with a 15 min delay after draining the pool.

на действие раздражающих животных факторов, как это описано у китообразных и наземных млекопитающих.

Реакции белухи 1 на низкочастотный шум сейсморазведки и судоходства (частота <1-2 кГц, пиковая интенсивность до 160 дБ, длительность до 3 ч; Табл. 1) при постепенном росте его интенсивности характеризовалась изменением паттерна дыхания и сердечного ритма, а именно: сокращением динамического диапазона дыхательных пауз, мгновенной частоты сердечных сокращений и уменьшением выраженности дыхательной аритмии сердечного ритма. Изменения в поведении при экспозиции шума были разнонаправленными и характеризовались ростом или, наоборот, снижением двигательной активности. Выраженность реакции на шум сейсморазведки и судоходства была значительно меньше, чем при экспозиции высокочастотного шума

animals: by 3.7 and 4.9 times in Beluga1 and 1.9 and 2.9 times in Beluga 2. When Beluga 1 remained at the bottom of the pool with a low water level for 54 and 76 min the concentration of cortisol increased by 1.6 and 2.8 times, correspondingly (Fig. 2). Thus, a distinct increase in the level of cortisol in the belugas' blood following the disturbance procedures featured a clear stress response as it is described in cetaceans and terrestrial mammals.

The response of Beluga 1 to a low-frequency sparker and shipping noise (<1-2 kHz, peak intensity up to 160 dB, duration up to 3 h; Table 1) with a gradual increase of the noise intensity was characterized by a change of the pattern of respiration and heart rate, including narrowing of the dynamic range of respiratory pauses and frequency of the heart rate and a decrease of sinus arrhythmia. Changes in the behavior were minimal and

(10-108 кГц) при мгновенном увеличении его интенсивности до максимальных значений (до 170 dB). Реакция на оба антропогенных шума также имела признаки привыкания (Lyamin et al., 2016 a,b).

Во время проведения экспериментов с предъявлением шумов белуха 1 была здорова, ее пищевая активность была стабильной. Белуха выполняла ранее усвоенные команды и обучалась новым навыкам. В ходе экспериментов у белухи также определяли пороги слуха при разных частотах, регистрируя коротко-латентные стволовые вызванные потенциалы мозга на звуковые стимулы разной интенсивности и частоты (11.2-128 кГц). Всего провели 4 теста (2 до начала экспериментов, а также по одному после 1 и 3 серии шумов). Было установлено, что пороги слуха белухи 1 варьировали примерно в одном и том же диапазоне. Чувствительность слуха у исследованной нами белухи была в пределах диапазона изменений у диких животных (Mooney et al., 2015).

В данном исследовании мы впервые сравнили реакцию белухи на два известных раздражающих фактора (пересадка между бассейнами и пребывание без воды) и два наиболее распространенных антропогенных шума в океане по концентрации кортизола в крови (показатель уровня стресса). Также как в других исследованиях, пересадка белух в другой бассейн и пребывание без воды сопровождались ростом уровня кортизола в крови более чем в 2 раза, что является признаком острого стресса (Romano et al., 2004; Schmidt et al., 2010; Champagne et al., 2018). В то же время экспозиция шумов сейсморазведки и судоходства не приводила к развитию острого или хронического стресса. При вольерном содержании реакция белух на шум сейсморазведки (быстрое хаотичное плавание, изменение характерно паттерна дыхания) регистрировалась при интенсивности более 120 дБ (Lyamin et al., 2016c). В данном исследовании интенсивность шума была выше (145-160 дБ), но изменения в поведении были менее выражены.

Результаты гормональных исследований, а также отсутствие какой-либо однозначной поведенческой реакции на шумы свидетельствуют, что белуха смогла адаптироваться к повторяющемуся шуму сейсморазведки и судоходства, который не был для нее раздражающим фактором. Если шум и оказывал негативный эффект, то он был значительно меньше, чем при пересадках и пребывании животных без воды, т.е. в тех ситуациях, с которыми животные сталкиваются много раз в году. При интерпретации результатов этого исследования необходимо принимать во внимание, что дан-

not always consistent. They featured either an increase or, conversely, a decrease of swimming activity. The reaction to the seismic survey and shipping noise was less expressed when compared to the exposure to high-frequency tonal noise (10-108 kHz) presented instantly at its maximal intensity (up to 170 dB). Repeated exposures of both types of anthropogenic noise also caused habituation (Lyamin et al., 2016 a,b).

During the experiment Beluga 1 was healthy. It was in good condition, as judged by the appearance, activity, interaction with the experimenters, and the appetite. Beluga 1 participated in behavioral tests and executed previously learned commands. Over the study period, hearing thresholds were measured electrophysiologically (auditory brainstem response) 4 times at the frequencies of 11.2-128 kHz: twice before the start of the experiments and 2 times after the 1st and the 3rd series of noise exposures. It was determined that during all 4 measurements the hearing thresholds of Beluga 1 stayed within approximately the same range. The sensitivity of hearing in Beluga 1 was also within the range of the usual variations in wild animals (Mooney et al., 2015).

In this study for the first time we compared the reaction of the same beluga whale to two known disturbance factors and two anthropogenic noises in the ocean as indicated by the level of cortisol in the blood. Similar to other studies we found that moving belugas to a new pool and staying out of water caused more than a 2-fold increase in the level of cortisol which is considered an indication of acute stress (Romano et al., 2004; Schmidt et al., 2010; Champagne et al., 2018). At the same time, exposure to the sparker and shipping noise did not affect the level of cortisol suggesting no acute or chronic stress response. In a different study we documented a clear behavioral response (fast chaotic swimming and changing the pattern of breathing) in belugas housed in marine enclosures when they were exposed to the sparker noise with intensity of above 120 dB (Lyamin et al., 2016c). In this study the intensity of noise was higher (145-160 dB) while the behavioral response was less evident and inconsistent.

The results of the cortisol study, as well as the absence of any unequivocal behavioral response to sparker and shipping noise, indicate that the studied beluga whale was able to adapt to the recurring anthropogenic noise, indicating that it was not a disturbance factor for the animal. If the noise had a negative effect, then it was lower for the belugas than moving to new pools or staying without water, i.e. the situations captive cetaceans experience many times a year and, perhaps,

ные были получены на одном молодом животном, которое несколько лет содержалось в условиях неволи и было хорошо адаптировано к условиям экспериментов. Необходимы дополнительные исследования на других белухах, чтобы выяснить в какой степени реакция и привыкание к шуму зависит от индивидуальных особенностей животных и условий эксперимента. В любом случае, это не отменяет факт очевидной стресс-реакции у исследованной нами белухи при перемещении ее между бассейнами и пребывании без воды и отсутствие аналогичной реакции на шум сейсморазведки и судоходства при тех параметрах шума, которые могут вызывать поведенческую реакцию в природе и при вольерном содержании. Другой важный результат проведенных исследований - отсутствие у белухи реакции акустического испуга при постепенном увеличении интенсивности шума. Он служит экспериментальным подтверждением необходимости постепенного увеличения интенсивности шума при проведении сейсморазведки, а также других типов работ в океане, которые сопровождаются шумом.

Исследования поддержаны грантом РФФИ #16-04-01306, Русским географическим обществом и ООО “Утришский дельфинарий-84”. Авторы благодарны Попову В.В., Нечаеву Д.И. и Сысуевой Е.В. за определение чувствительности слуха у белухи, Бахчиной А.В. и Каравановой А.С. за помощь в проведении экспериментов, а также Абрамову А.В. за организацию ухода за белухами.

should be used to. When interpreting the results of this study, it needs to be considered that the data were collected for one young animal, which was held in captivity for several years. Therefore, additional studies are needed to find out to what extent the reaction to noise depends on the individual characteristics of belugas and the experimental conditions. In any case, this does not eliminate an obvious stress reaction in the studied belugas when they being moved to a novel environment and staying without water, and the lack of a similar response to the sparker and shipping noise with the parameters that often cause behavioral reactions in the wild and captivity. Another outcome of our study is that the belugas did not show acoustic startle response when the intensity of noise increased gradually. It could be used as an experimental confirmation of the need to gradually increase the intensity of noise during the seismic surveys, as well as other types of work in the ocean, which are accompanied by noise in order to mitigate the impact of anthropogenic noise on marine mammals.

The research was supported by the Russian Fund for Basic Research (#16-04-01306), Russian Geographic Society and Utrish Dolphinarium-84 ltd. The authors are thankful to Drs. V.V. Popov, D.I. Nechaev, and E.S. Sysueva for measuring hearing thresholds in the beluga whale, Dr. A.V. Bakhchina and A.S. Karavanova for help with conducting of experiments and A.V. Abramov for help with the care of the beluga whales.

Список использованных источников / References

Найденко С.В., Иванов Е.А., Лукаревский В.С., Эрнандес Бланко Х.А., Сорокин П.А., Литвинов М.Н., Котляр А.К., Рожнов В.В. 2011. Активность системы гипоталамус-гипофиз-надпочечники у амурских тигров (*Panthera tigris altaica*) в неволе и в природе и ее изменение в течение года. Известия РАН. Серия биологическая, 3: 358-363 [Naidenko S.V., Ivanov E.A., Lukarevskii V.S., Hernandez-Blanco J.A., Sorokin P.A., Litvinov M.N., Kotlyar A.K., Rozhnov V.V. Activity of the hypothalamo-pituitary-adrenals axis in the Siberian tiger (*Panthera tigris altaica*) in captivity and in the wild, and its dynamics throughout the year. Biology Bulletin. 2011. T. 38. № 3. C. 301-305. IN RUSSIAN].

Champagne C.D., Kellar N.M., Trego M.L., Delehanty B., Boonstra R., Wasser S.K., Booth R.K., Crocker D.E., Houser D.S. 2018. Comprehensive endocrine response to acute stress in the bottlenose dolphin from serum, blubber, and feces. Gen Comp Endocrinol, 266: 178-193.

Lyamin O.I., Korneva S.M., Rozhnov V.V., Mukhametov L.M. 2016a. Cardiorespiratory Responses to Acoustic Noise in Belugas. Advances in Experimental Medicine and Biology, 875: 665-672.

Lyamin O.I., Ostras D.A., Mukhametov L.M., Rozhnov V.V. 2016b. Cardiac response to high frequency and ship noise in belugas. Proceedings of Meetings on Acoustics, 27 (050002): 1-7.

Lyamin O.I., Glazov D.M., Golenok O.A., Shabalin N.V., Melnikova F.E., Nazarenko E.A., Vishnyakova A.A., Mukhametov L.M., Tokarev M.U., Rozhnov V.V. 2016c. Behavioral response of belugas to seismic surveys. In.: Abstracts of the Fourth International Conference on the Effects of Noise on Aquatic Life. 10-15 July 2016, Dublin, Ireland: 136.

Mooney T.A., Castellote M.l., Quakenbush L., Hobbs R., Gaglione E., Goertz C. 2018. Variation in hearing within a wild population of beluga whales (*Delphinapterus leucas*). Journal of Experimental Biology, 221: jeb171959.

Romano T.A., Keogh M.J., Kelly C., Feng P., Berk L., Schlundt C.E., Carder D.A., Finneran J.J. 2004. Anthropogenic sound and marine mammal health: measures of the nervous and immune systems before and after intense sound exposure. Can. J. Fish. Aquat. Sci, 61: 1124–1134.

Schmitt T.L., Aubin D.J.St., Schaefer A.M., Dunn L.J. 2010. Baseline, diurnal variations, and stress-induced changes of stress hormones in three captive beluga whales, *Delphinapterus leucas*. Marine Mammal Science, 26 (3): 635-647.

Spoon T.R., Romano T.A. 2012. Neuroimmunological response of beluga whales (*Delphinapterus leucas*) to translocation and a novel social environment. Brain, Behavior, and Immunity, 26: 122–131.

Thomas J.A., Kastelein R.A., Awbrey F.T. 1990. Behavior and blood catecholamines of captive belugas during playbacks of noise from an oil drilling platform. Zoo Biol. 9 (5): 393–402.

Масс А.М.

Оценка разрешающей способности зрительной системы байкальской нерпы (*Pusa sibirica*)

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия

Mass A.M.

Estimate of retinal resolution of the visual system of the Baikal seal (*Pusa sibirica*)

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

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-201-208

Современные исследования зрительной системы морских млекопитающих выявили новые примеры морфофункциональной организации сетчатки этих животных, коррелирующие с их систематическим положением и экологией. Особый интерес представляют ластоногие, у которых отмечается большое разнообразие вариантов зрительной системы, адаптированной к различным экологическим условиям. Ластоногие сохраняют многие признаки морфофункциональной специализации, характерные для наземных хищных. Однако их образ жизни в значительной степени связан с водной средой, что потребовало соответствующей специализации систем организма, в том числе зрительной. Зрительная система приобрела ряд адаптивных свойств, позволивших превратить глаз наземного животного в амбивалентный, т.е. обеспечивающий зрительное восприятие и в воде, и в воздухе (Hanke et al. 2009a). Эти адаптационные механизмы обеспечиваются свойствами оптической системы глаза и других его структур, в том числе сетчатки. Адаптивные особенности сетчатки лучше выражены не в послойной, а в топографической ее организации,

Recent studies of the marine mammal visual system have revealed new examples of the morphological and functional retina structure, which are related to their ecology and taxonomic affiliation. In this respect, of particular interest are pinnipeds (Pinnipedia) showing a wide range of variants of the visual system adapted to different environmental conditions. Pinnipeds retain many features of the morphological and functional specialization typical of terrestrial carnivores. However, the aquatic environment, in which pinnipeds spend much of their life, requires a certain specialization of the body systems, including the visual one. Eventually, the latter has gained a series of adaptive properties which turned the eye of terrestrial animals into ambivalent, i.e., capable of visual perception in both water and air (Hanke et al. 2009a). The adaptive mechanisms are provided by the eye optic system and by other structures, including the retina. The adaptive features of the retina are mostly manifested in its topography (in particular, in organization of areas with the highest cell density in the ganglion layer) rather than in the laminar organization.

в частности, в организации зон с максимальной плотностью клеток в ганглиозном слое. Эти зоны обладают наибольшей разрешающей способностью по сравнению с другими областями сетчатки. Такие области известны у наземных млекопитающих как *area centralis* и зрительная полоска (visual streak).

Круг исследованных видов ластоногих пока ограничен. Особый интерес представляют эндемичные ластоногие. Одним из них является озерный байкальский тюлень (байкальская нерпа) *Pusa sibirica* Gm.1788 – эндемичный вид оз. Байкал. Зрительная система байкальского тюленя функционирует в специфических условиях: не только в двух средах (в пресной прозрачной воде и в воздухе), но и в условиях крайних уровней освещенности – от яркого света (на льду) до полной темноты при погружении на большие глубины (до 400 метров) (Богданов и др.1982) Эволюция этого вида в течение длительного времени протекала независимо от других видов ластоногих. Среда обитания байкальского тюленя – пресная чрезвычайно прозрачная вода.

Задача настоящей работы состояла в исследовании морфологии ганглиозного слоя и распределения плотности и размеров ганглиозных клеток в сетчатке глаза байкальского тюленя *Pusa sibirica* Gm.1788. По данным такого топографического исследования предполагалось локализовать области наибольшей концентрации ганглиозных клеток и оценить разрешающую способность сетчатки.

Для выполнения поставленной задачи в работе использовали метод ретинальной топографии на тотальных препаратах сетчатки (whole mounts) в модификации для крупных глаз морских млекопитающих (Mass, Supin 2003; Hanke et al. 2009b). Метод позволяет избирательно, под визуальным контролем, окрасить 0.1%-м раствором крезилового фиолетового все ганглиозные клетки сетчатки для исследования их в световом микроскопе. Полученные препараты позволяют проследить распределение ганглиозных клеток по всей поверхности сетчатки, а также оценить максимальные значения плотности клеток в разных областях, что, в свою очередь, дает возможность рассчитать ретинальную разрешающую способность (Hanke et al. 2009 b).

Материал (два глаза) был получен от 2-месячного (ориентировочно) недавно умершего байкальского тюленя весом 16 кг во время промысла в процессе планового забоя байкальского тюленя, на основании Приказа Росрыболовства № 1147 от 30.12.2013 г. Материал фиксировали в 10%-м буферном растворе формалина – наиболее приемлемом фиксаторе для изготовления тотальных препаратов сетчатки большой площади. Один глаз использовали для исследования макроморфологии и измерения геометри-

The high-density areas have the maximum resolving power as compared to other retinal regions. In terrestrial mammals, they are known also as *area centralis* and the visual streak.

Few pinniped species have been studied so far. Endemic pinnipeds of freshwater lakes are of special interest. One of them is the Baikal seal, *Pusa sibirica* Gm. 1788, an endemic species to Lake Baikal. The Baikal seal visual system operates under specific conditions: not only in two environments (in fresh, clear water and in air), but also at extreme levels of illumination, from glares on ice to complete darkness at great depths, up to 400 m (Bogdanov et al. 1982). The evolution of this species has long been independent from other species of pinnipeds. Its habitat is the fresh and extremely clear water of Lake Baikal.

An investigation of the retinal ganglion layer morphology, as well as the ganglion cell size and density in the eye retina of the Baikal seal, *Pusa sibirica* Gm. 1788, was the goal of this study. With these topographic data, we aimed at localizing the area of the highest ganglion cell concentration to assess the retinal resolution ability.

We used the method of retinal topography on whole mounts, which was modified for the large eyes of marine mammals (Mass, Supin 2003; Hanke et al. 2009b). This approach makes it possible to stain all ganglion cells with a 0.1% cresyl-violet solution under visual control in order to examine them under a light microscope. In these whole mounts, we could observe the ganglion cell distribution over the retinal surface and assess the maximum cell density in different areas, which, in turn, would allow us to estimate the retinal resolution (Hanke et al. 2009b).

The material used (two eyes of Baikal seal) was collected from a recently died animal (presumably 2-month-old, weight -16 kg), during a routine hunt according to the Order no. 1147 of December 30, 2013, issued by the Federal Agency for Fisheries. The material was fixed in a buffered 10% formalin solution, which is the most suitable fixative for large retinal whole mounts. One of the eyes was used to study the macromorphology and measuring the geometrical parameters, including the posterior nodal distance. Measurements were conducted using a BioSpec 70/30 magnetic resonance imaging scanner (Bruker Corp., Germany) at the Center of Magnetic Tomography and Spectroscopy, Moscow State University. The other eye was used to prepare a whole

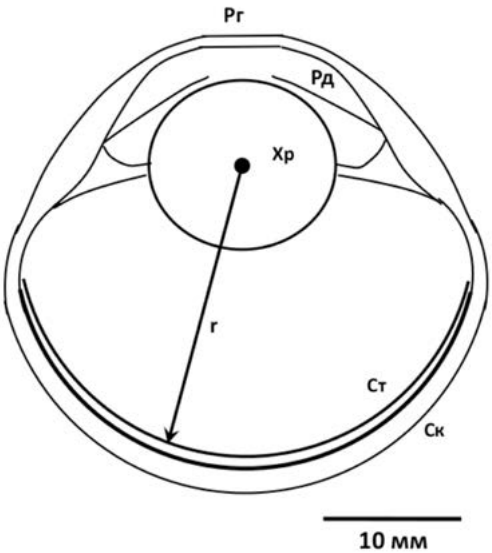


Рис. 1. Схема (левого) глаза байкальского тюленя по данным МРТ. Рг – роговица, Рд – радужка, Хр – хрусталик, Ст – сетчатка, Ск – склера, r – постеронодальное расстояние.
Fig. 1. A diagram of a Baikal seal eye (left) according to MR imaging data. Рг → Cr, cornea; Рд → Ir, iris; Хр → L, lens; Ст →R, retina; Ск → S, sclera; r – posterior nodal distance; мм → mm

ческих параметров глаза, включая измерение постеронодального расстояния. Измерения проводили на магнитно-резонансном томографе BioSpec 70/30 (“Bruker Corp.”, Германия) в Центре магнитной томографии и спектроскопии МГУ. Другой глаз использовали для изготовления тотального препарата (whole mount) для исследования морфологии ганглиозного слоя и топографии распределения ганглиозных клеток.

Макроморфологическое исследование глаза байкальского тюленя (рис. 1) показало шарообразную форму глазного яблока: наружный вертикальный и горизонтальный диаметры практически равны и составили около 38–39 мм соответственно. Значительная часть глазного бокала имеет форму, близкую к сегменту сферы, с горизонтальной дугой около 150°, с расположенным в ней практически шарообразным, слегка уплощенным в аксиальном направлении, хрусталиком с поперечным диаметром и аксиальной длиной 14 и 13 мм соответственно. Расстояние от центра хрусталика до глазного дна – 24 мм. Зрачок имеет каплевидную форму, ориентированную острым концом вниз. Толщина склеры неравномерна: она больше в вентральной части и минимальна в области горизонтального диаметра глазного бокала. В месте перехода склеры в роговицу наблюдается утолщение в виде валика шириной около 2 мм (лимб). Хорошо выражен ресничный отросток.

mount to examine the ganglion layer morphology and the ganglion cell topography.

A macromorphological examination of the eye showed that the eyeball was spherical (Fig. 1), with almost equal external vertical and horizontal diameters of 38–39 mm. A large part of the eyeball has a shape close to a sphere segment with a horizontal arc of about 150°; the lens is almost spherical and slightly flattened in the axial direction; the transversal diameter and the axial length of the lens are 14 and 13 mm, respectively. The distance from the lens center to the fundus is 24 mm. The pupil is drop-shaped, with the pointed end facing down. The sclera is not uniform in thickness: the maximum thickness is in the ventral part; the minimum, along the horizontal diameter of the eyeball. There is a thickening at the junction of sclera and cornea, which forms a 2-mm-wide platen (limbus). The ciliary process is well expressed.

The topographic distribution of the ganglion cells was examined on a retina whole mount. The microscope objective was focused on the ganglion layer depth, and the ganglion cells were counted within this layer in 0.25 mm^2 squares systematically at intervals of 0.5 or 1 mm in the areas of high cell density area and at intervals of 2 mm in the rest of retinal surface. The values obtained were converted into the number of cells per 1 mm^2 in

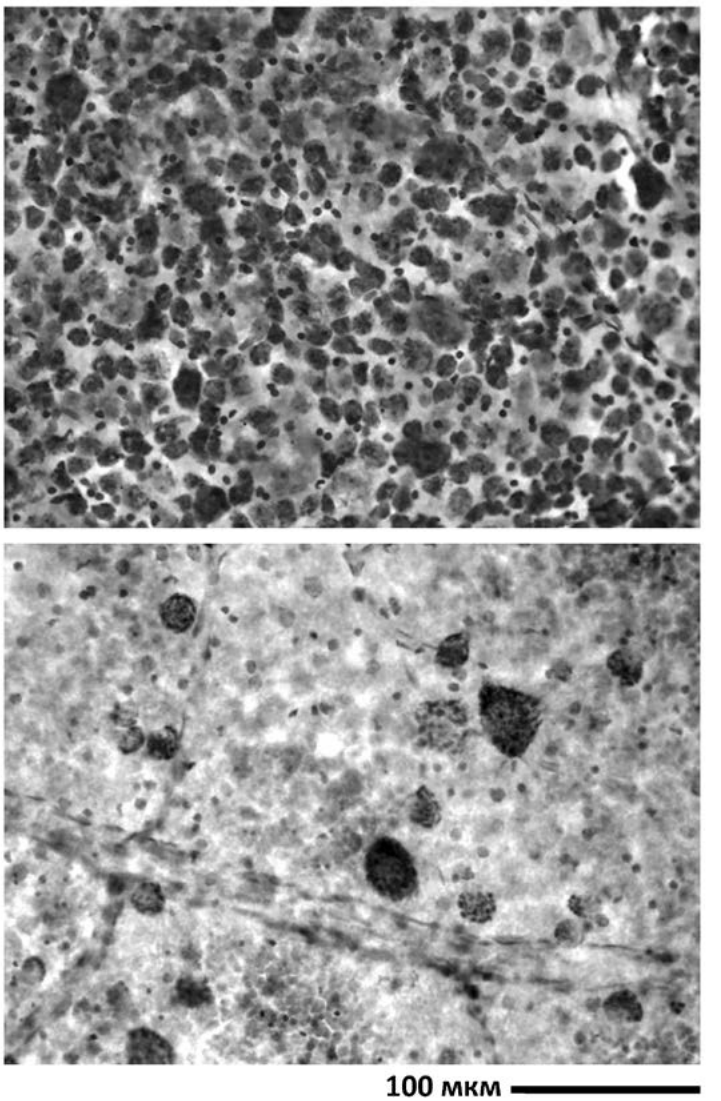


Рис. 2. Микрофотографии фрагментов тотального препарата сетчатки в областях сетчатки с разной плотностью ганглиозных клеток. Вверху – область максимальной плотности, внизу – область разрежения на периферии сетчатки.

Fig. 2. Microphotographs of the retina areas on whole mounts with different ganglion cell densities. At the top, the maximum density area; at the bottom, a sparse cell distribution over the periphery of the retina. мкм →μm

Топографическое распределение ганглиозных клеток исследовали на тотальном препарате сетчатки. Объектив микроскопа был сфокусирован на глубину ганглиозного слоя, и подсчет всех ганглиозных клеток проводили в пределах этого слоя в квадратах площадью 0.25 мм^2 систематически, через 0.5 или 1 мм в областях высокой плотности ганглиозных клеток и через 2 мм – по всей остальной поверхности сетчатки. Полученные значения пересчитывали на количество клеток на 1 мм^2 и составляли карту распределения плотности ганглиоз-

order to map the ganglion cell density on the retinal surface. Based on the LabVIEW platform (National Instruments, United States), we have developed our own software to compose the map.

The ganglion cells were identified using the criteria defined earlier (Mass, Supin 2003). According to them, ganglion cells were the multipolar neurons of the surface layer of the retina with a large amount of cytoplasm containing the Nissl substance clumps and

ных клеток по поверхности сетчатки. Для построения карт применяли программы собственной разработки с использованием программной оболочки LabVIEW (“National Instruments”, США).

Для идентификации ганглиозных клеток использовали критерии, установленные ранее (Mass, Supin 2003). В соответствии с ними, ганглиозными считали мультиполярные нейроны поверхностного слоя сетчатки, содержащие большое количество цитоплазмы, заполненной глыбками субстанции Ниссля, и хорошо видимое светлое ядро с ядрышком (рис. 2). Размеры тел ганглиозных клеток были не менее 10 мкм. К неганглиозным, предположительно, смещенным амакриновым клеткам относили мелкие клетки размером менее 10 мкм, содержащие большое светлое ядро с ядрышком и узкий ободок слабоокрашенной цитоплазмы, бедной тельцами Ниссля. Эти клетки располагались на тех же уровнях, что и ганглиозные нейроны, но при подсчетах не учитывались. Встречались также мелкие, темные, правильной формы клетки. Такие клетки идентифицировали как нейроглиальные и при подсчетах не учитывали.

Топографическая карта, полученная по результатам подсчета плотности ганглиозных клеток, представлена на рис. 3. Общее число клеток в этом препарате составило 396 000. На карте плотность клеток показана равноуровневыми линиями. Ганглиозные клетки распределены по поверхности сетчатки неравномерно. Четко выделяется локальное пятно максимальной концентрации и эллипсовидной формы, слегка вытянутое в назотемпоральном направлении и локализованное в темпоральном секторе сетчатки, несколько выше ее горизонтального диаметра, на расстоянии 5–6 мм от оптического диска. Пятно высокой концентрации клеток образовано плотно упакованными ганглиозными клетками. Пик плотности здесь составил 3800 клеток/мм^2. Градиент плотности клеток в этой области высок, так что на расстоянии 2.5 мм от точки максимума плотность не превышала 1000 клеток/мм^2. Область сетчатки с плотностью от 500 до 1000 клеток/мм^2 вокруг пятна горизонтально вытянута.

По полученным значениям максимальной плотности ганглиозных клеток оценивали среднее угловое расстояние между соседними клетками в областях максимальной плотности. Это расстояние рассчитывали по формуле $\alpha = 180/\pi r\sqrt{d}$, где d – плотность клеток (число клеток/мм) и r – постеронодальное расстояние в миллиметрах. Поскольку под водой преломление света на роговице практически отсутствует и основной светопреломляющей структурой является сферический хрусталик, за нодальную точку оптической системы глаза

clearly discernible light nucleus with a nucleolus (Fig. 2). The ganglion cell size was at least of 10 µm. Cells smaller than 10 µm, which contained a large light nucleus with nucleolus and a narrow rim of poorly stained cytoplasm with sparse Nissl corpuscles, were assumed to be non-ganglion displaced amacrine cells. These cells were located at the same levels as the ganglion neurons, but they were not counted. There were also small-sized, dark, regularly shaped cells. They were identified as neuroglial cells and were also ignored.

Figure 3 represents a topographic map composed based on calculations of the ganglion cell density. The total number of cells in this mount was 396,000. The cell density in the map is represented as isolines. The ganglion cells were unevenly distributed over the retinal surface. A local ellipsoid spot of the maximum cell concentration was clearly discernible; it was slightly elongated in the nasotemporal direction and located in the temporal sector of the retina, somewhat above its horizontal diameter, at a distance of 6–7 mm from the optical disc. The tightly packed ganglion cells constituted a spot of high cell concentration with a maximum of 3,800 cells/mm^2. The cell density formed a steep gradient across this area: at a distance of 2.5 mm from the maximum point, it was as low as 1,000 cells/mm^2. The retinal area with the cell density from 500 to 1,000 cells/mm^2 around the spot was horizontally elongated.

The estimation of the average angular distance between adjacent cells in the corresponding areas was made from the obtained values of maximum density of ganglion cells. It was calculated by the formula $\alpha = 180/\pi r\sqrt{d}$, where d is the cell density (number of cells per mm^2) and r is the posterior nodal distance in millimeters. Since there is almost no refraction of light on cornea under water, and the spherical lens is the main light refracting structure, the lens center was assumed to be the nodal point of the optical eye system for the underwater vision, and the distance from the lens center to the retinal spot of the maximum cell density was assumed to be the posterior nodal distance. This distance was estimated at 24 mm. With d = 3,800 cells/mm2 and r = 24 mm, we obtained $\alpha = 0.038°$ (2.4′). This value can be considered as the retina resolution. Upon the assumption that the retinal resolution and the optical eye parameters are functionally interdependent, the same value can be considered as the visual acuity in Baikal seal underwater.

In the air, the nodal point is shifted because of refraction on the cornea surface. As the cornea curvature was not measured exactly, it is difficult to assess the nodal point

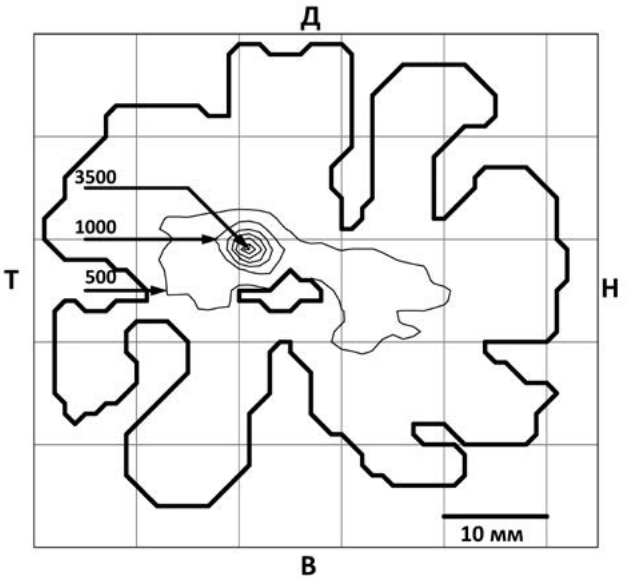


Рис. 3. Карта распределения плотности ганглиозных клеток на тотальном препарате сетчатки (правого глаза) байкальского тюленя. Плотность клеток представлена равноуровневыми линиями через 500 клеток/мм^2, стрелками отмечены равноуровневые линии 500, 1000 и 3500 клеток/мм^2. Д, В, Н и Т – дорзальный, вентральный, назальный и темпоральный полюсы сетчатки правого глаза.

Fig. 3. A map of the ganglion cell density distribution over the sections of retina on whole mounts (right eye) from a Baikal seal. Cell density is represented as isolines with intervals of 500 cells/mm^2; arrows indicate isolines of 500, 1,000, and 3,500 cells/mm^2.
Д → D, Н → N, В →V. D, V, N, and T are the dorsal, ventral, nasal, and temporal poles of the right eye, respectively.

для подводного зрения был принят центр хрусталика, а за постеронодальное расстояние – таковое от центра хрусталика до области сетчатки с максимальной плотностью клеток. Это расстояние было оценено как 24 мм. Для d = 3800 клеток/мм^2 и r = 24 мм получаем α = 0.038° (2.3′). Эта величина может считаться ретинальной разрешающей способностью. Предполагая, что ретинальная разрешающая способность и оптические характеристики глаза функционально согласованы, эта же величина может быть принята за остроту зрения байкальского тюленя под водой.

В воздухе нодальная точка сдвигается за счет рефракции на поверхности роговицы, и оценить ее положение сложнее, так как кривизна роговицы точно не измерялась. В первом приближении можно принять, что размер изображения на сетчатке при воздушном зрении в 1.33 раза меньше, чем в воде (соотношение коэффициентов рефракции воздуха и воды). Тогда в воздухе получаем α =3.0′.

Таким образом, в сетчатке байкальского тюленя показано существование области максимальной плотности ганглиозных клеток, обладающей наибольшей разрешающей способностью. Локализация этой области в темпоральном секторе сетчатки, ее конфигурация и размеры сходны с картиной, характерной для хищных, как морских – северный морской котик *Callorhinus ursinus*, гренландский тюлень *Pagophilus groenlandicus*, тюлень ларга *Phoca largha* (Mass 1992; Mass, Supin 2003; Масс 2015), так и наземных млекопитающих (кошка) (Stone 1983). В отличие от эллипсовидного пятна типа *area centralis*, характерного для указанных выше видов ластоногих, у трех видов – обыкновенная нерпа, ларга и тюлень Каспийского моря – выявлена полосовидная область с максимальной плотностью клеток, вытянутая в горизонтальном направлении. Внутри этой полосы имеется пятно с максимальной плотностью клеток, сходное по расположению с *area centralis*.

position. At first approximation, we can assume that the image size on the retina in the case of aerial vision is 1.33 times smaller than that underwater (the ratio of refraction indices in air and water). Then, in the air, α = 3.0′.

Thus, we have identified the area of the highest density of ganglion cells with the maximum resolution in the retina of Baikal seals. The location of this area in the temporal retinal sector and its configuration and dimensions are similar to these parameters of other carnivores, both marine (the northern fur seal *Callorhinus ursinus*, harp seal *Pagophilus groenlandicus*, and spotted seal *Phoca largha* (Mass 1992; Mass, Supin 2003; Mass 2015) and terrestrial animal such as cats (Stone 1983). Unlike the ellipsoid shape of the *area centralis* type, which is characteristic of the above-mentioned pinnipeds, a high-density area having a shape of horizontally elongated strip has been found in the following three species: the harbor seal *Phoca vitulina* (Hanke et al. 2009b), Caspian seal *Pusa capsica* (Mass, Supin 2010), and walrus *Odobenus rosmarus* (Mass 1992). Within this strip, there is a spot of the maximum cells density similar to *area centralis*.

In Baikal seals, the absolute value of the ganglion cell density (3,800 cells/mm^2) is noticeably higher than in other pinniped species (from 1,200 to 2,000 cells/mm^2). However, all of these values are lower than those in terrestrial carnivores (from 7,000 to 10,000 cells/mm^2) (Stone 1983). The retinal resolution and, hence, visual acuity, estimated in this study, are higher than the visual acuity of other seal species, both determined in behavioral studies and in terms of

Таблица 1. Оценка разрешающей способности некоторых видов настоящих тюленей в угловых минутах
Table 1. Estimates of the retina resolution in some of seal species (in angular minutes)
Способы измерения: П – поведенческие, Т – метод ретинальной топографии
Methods of measurement: B – behavioral; T– retinal topography.

Вид Species	Вода Water	Воздух Air	Способ измерения Method of measurement	Ссылки References
Обыкновенный тюлень Harbor seal *Phoca vitulina*	8.3 - 2.6	 5.6 -	П / В П / В Т	[9] [3] [5]
Каспийский тюлень Caspian seal *Pusa caspica*	3.5	4.7	Т	[8]
Гренландский тюлень Harp seal *Pagophilus groenlandicus*	3.1	4.1	Т	[7]
Ларга Spotted seal *Phoca largha*	3.5	4.7	Т	[2]
Байкальский тюлень Baikal seal *Pusa sibirica*	2.3	3.0	Т	Present study

новенного тюленя *Phoca vitulina* (Hanke et al. 2009b), каспийского тюленя *Pusa caspica* (Mass, Supin 2010) и моржа *Odobenus rosmarus* (Mass 1992) – область повышенной плотности имеет вид горизонтально вытянутой полоски, в пределах которой выделяется пятно максимальной плотности типа *area centralis*.

Абсолютное значение плотности ганглиозных клеток у байкальского тюленя (3800 клеток/мм^2) заметно выше, чем у других видов ластоногих (от 1200 до 2000 клеток/мм^2). Однако эти значения ниже, чем у наземных хищных (от 7000 до 10 000 клеток/мм^2) (Stone 1983). Значения ретинальной разрешающей способности и, соответственно, остроты зрения, полученные в настоящем исследовании, также превышают значения остроты зрения у других видов настоящих тюленей, как по поведенческим исследованиям, так и по ретинальной разрешающей способности (табл 1 .). Естественно предположить, что повышенная острота зрения является адаптацией зрения байкальского тюленя к прозрачной воде Байкала. Высокая острота зрения функционально бесполезна, если из-за низкой прозрачности среды предметы могут быть видимы только на небольшом расстоянии. Прозрачность поверхностных слоев воды Байкала доходит до 40 м по диску Секки. В таких условиях острота зрения 2.3′ позволяет на расстоянии 40 м различать детали размером 2.7 см, что можно считать хорошим показателем, позволяющим различать предметы среды и объекты охоты. Можно полагать, что срок независимой эволюции этого вида после изоляции в озере (0.5–2 млн лет по разным оценкам) оказался достаточным если не для качественного, то для количественного изменения зри-

retinal resolution (Table 1). It is natural to assume that the high visual acuity in Baikal seal is a result of its adaptation to the clear water of Lake Baikal. At a low ambient transparency, objects can be seen only at a short distance, and the high visual acuity is functionally useless. However, the transparency of the upper water layers of Lake Baikal reaches 40 m (Secchi disc depth). Under these conditions, the visual acuity of 2.3′ allows an animal to discern details 2.7 cm in size at a distance of 40 m, which can be considered a good acuity. As a result, an animal is capable of distinguishing various ambient objects and its prey. It is believed that the period of independent evolution of this species after its isolation in the lake (0.5–2 million years according to the different estimates) proved to be sufficient for at least quantitative (if not qualitative) changes in the seal visual system, which are manifested as an increased visual acuity. The presented data should be considered as preliminary due to the limited size of the material used in the present study (mainly because of the difficulties with its collection).

ACKNOWLEDGMENTS I am grateful to D.R. Baldanova, E.A. Petrov, and V.V. Tkachev for their assistance in obtaining the material. This study was supported by the Russian Foundation for Basic Research, project no. 16-04-00161.

тельной системы тюленя, выразившегося в повышенной остроте зрения. Ограниченность материала, на котором сделано настоящее исследование, обусловленная трудностями забора материала, вынуждает рассматривать полученные данные как предварительные.

Автор выражает большую благодарность Д.Р. Балдановой, Е.А. Петрову и В.В. Ткачёву, оказавшим помощь в получении материала. Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований 16–04–00161.

Список использованных источников / References

Богданов Л.В., Пастухов В.Д., Иванов М.К. и др. 1982. Морфо-физиологические и экологические исследования байкальской нерпы. Новосибирск. Наука. 150 стр. [Bogdanov L.B., Pastuhov V.D., Ivanov M.K. 1982. Morphophysiological and ecological studies of *Pusa sibirica*. Novosibirsk: Nauka, 150 p. IN RUSSIAN].

Масс А.М. 2015. Адаптивные к амбивалентному зрению свойства зрительной системы тюленя ларги (*Phoca largha*). Сенсорные системы. 29: 131–141. [Mass A.M. 2015. Adaptive features of the visual system of the spotted seal *Phoca largha* to the ambivalent vision. Sensornye Sistemy, 29(2): 131–141].

Hanke F.D., Dehnhardt G. 2009. Aerial visual acuity in harbor seals (*Phoca vitulina*) as a function of luminance. J. Comp. Physiol. A, 195: 643–650.

Hanke F.D., Hanke W., Scholtyssek C., Dehnhardt G. 2009a. Basic mechanisms in pinniped vision. Exp. Brain Res., 199: 299–311.

Hanke F.D., Peichl L., Dehnhardt G. 2009b. Retinal ganglion cell topography in juvenile harbor seals (*Phoca vitulina*). Brain Behav. Evol., 74: 102–109.

Mass A.M. 1992. Retinal topography in the walrus (*Odobenus rosmarus divergence*) and fur seal (*Callorhinus ursinus*). In: Marine Mammal Sensory Systems (A. Thomas, R.A. Kastelein, A.Ya. Supin, eds.), New York: Plenum, p. 119–135.

Mass A.M., Supin A.Ya. 2003. Retinal topography of the harp seal (*Pagophilus groenlandicus*). Brain Behav. Evol., 62: 212–222.

Mass A.M., Supin A.Ya. 2010. Retinal ganglion cell layer of the Caspian seal (*Pusa caspica*): topography and localization of the high resolution area. Brain Behav. Evol., 76: 144–153.

Schusterman R.J., Balliet R.F. 1970. Visual acuity of the harbour seal and the Steller sea lion under water. Nature, 226: 563–564.

Stone J. 1983. Paralell processing in the visual system. New York: Plenum Press.

Мелихова Е.В., Беликов С.Е., Пестина П.В.

Воздействие потепления климата в Арктике на размножающихся самок белого медведя в период их залегания в берлоги на о. Врангеля

Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды - ФГБУ ВНИИ Экология, Москва, Россия

Melikhova E.V., Belikov S.E., Pestina P.V.

The impact of the climate warming in the Arctic on breeding polar bear females during denning on Wrangel island

All-Russian Research Institute for Environment Protection, Moscow, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-209-216

Исследования, проведенные во второй половине прошлого столетия на о. Врангеля, подтвердили мнение А.И. Минеева (1935), что здесь располагается один из крупнейших в Арктике очагов размножения белого медведя. Об этом, в частности, свидетельствуют учеты родовых берлог на острове. Численность берлог колеблется в разные годы и иногда достигает нескольких сотен (Успенский, Чернявский, 1964; Кищинский, Успенский, 1973; Беликов и др., 1986; Челинцев, 1977; Стишов, 1991).

В ряде публикаций (Минеев, 1935; Harington, 1968; Lono, 1970) отмечается зависимость сроков выхода беременных самок белого медведя на сушу от ледовых условий. Эта зависимость выражается в следующем: если лед стоит у берега, готовящиеся к размножению беременные самки выходят на сушу и направляются к местам залегания в берлоги, если же льда у побережья нет, они запаздывают с выходом на сушу, а, следовательно, сдвигаются и сроки их залегания в берлоги. Исследования, проведенные на острове Врангеля в 1970 гг. (Кищинский, Успенский, 1972; Беликов и др., 1977), подтвердили данное заключение. Они показали, что распределение и сроки залегания беременных самок в берлоги ежегодно меняются и во многом зависят от ледовых условий и характера снегонакопления осенью. В настоящее время потепление климата в Арктике (IPCC, 2013) существенно сдвигает сроки становления ледяного покрова у побережья острова и, отчасти, образование устойчивого снежного покрова. Все это сказывается на времени залегания беременных самок в берлоги и, как мы предполагаем, на успехе их размножения.

Чтобы оценить, как изменение климата могло повлиять на размножающихся самок белого медведя в период их залегания в берлоги, мы провели сравнительный

The studies performed on Wrangel Island in the second half of the last century confirmed the hypothesis expressed by A.I. Mineev (1935) that this island represents one of the largest breeding grounds of the polar bear in the Arctic. It is also can be verified by the counts of maternity dens on the island. The number of dens fluctuates depending on a year and sometimes reaches several hundred (Uspensky, Chernyavsky, 1964; Kishchinsky, Uspensky, 1973; Belikov et al., 1986; Chelintsev, 1977; Stishov, 1991).

A whole range of publications (Mineev, 1935; Harington, 1968; Lono, 1970) points out the fact that the timing when pregnant polar bear females emerge on the land depends on sea ice conditions. Such dependence is represented as the following: if the sea ice remains close to the coastal line, the pregnant females preparing to give birth to the cubs emerge on the land and move towards the denning areas; and if there is no sea ice near the coast, their emergence on the ground happens later and consequently, the dates of their denning are also shifted. The studies performed on the island in the 1970s (Kishchinsky, Uspensky, 1972; Belikov et al., 1977) also verified this assumption. It was proved that both distribution and denning timing for the pregnant females varies from year to year and largely depend on sea ice conditions and the nature of snow accumulation in the fall. Currently, the climate warming in the Arctic (IPCC, 2013) significantly shifts the timing of sea ice cover formation near the coast of the island and partially impacts formation of the stable snow cover. Altogether it impacts the denning timing for the pregnant females and as we assume – the success of their reproduction.

In order to assess the effect of climate change on reproductive female polar bears during denning period, we have performed a comparative analysis of sea ice

анализ ледовой обстановки вокруг острова Врангеля и наземного снегового покрова на острове для двух 11-летних периодов: с 1980 по 1990 гг. и с 2006 по 2016 гг. Анализ проведен на основе изображений, полученных в результате обработки спутниковых снимков по материалам National Snow and Ice Data Center (Brodzik, Armstrong, 2017). Данные по морскому льду получены с нескольких систем спутникового пассивного микроволнового зондирования. На каждом изображении показаны усредненные данные за семидневные периоды. Изображение состоит из ячеек размером 25x25 км; ячейка считалась покрытой морским льдом, когда концентрация морского льда в ней превышала 15%. Данные по снеговому покрову получены в результате обработки каналов видимого диапазона спутниковых снимков.

Для каждого года мы оценили средние даты становления и разрушения ледяного покрова вокруг острова, количество дней безо льда вокруг острова и среднюю дату формирования устойчивого снежного покрова на острове. Ледяной покров считался разрушенным, если более 80% береговой линии острова оказывалось свободно ото льда, установившимся – когда более 50% береговой линии острова оказывалось закрыто льдом. Снежный покров считался устойчивым, если большая часть острова была покрыта снегом и в последующие даты этот снег не стаивал.

Также мы использовали метеоданные по установлению устойчивого снежного покрова в окрестностях полярной станции, расположенной в пос. Ушаковское (южное побережье о. Врангеля). Данные по снегу были доступны только начиная с 1984 г., поэтому мы сравнивали периоды 1984-1990 и 2006-2016 гг. Несмотря на то, что ряд данных сократился, по нему оказалось возможно проследить общий тренд.

Сравнительный анализ спутниковой информации о динамике ледяного покрова начиная с 1980 г. показал, что имеют место значительные различия в становлении и разрушении ледяного покрова, а именно: потепление климата сопровождается все более ранними сроками разрушения и более поздними сроками появления льда у побережья о. Врангеля. В 2006-2016 гг. становление ледяного покрова происходило в среднем на 42 дня позже по сравнению с 1980-1990 гг., разрушение – на 17 дней раньше, а безледовый период увеличился на 71 день (Рис. 1A-B).

В сравниваемые периоды времени были также проанализированы изображения, показывающие образование на суше устойчивого снежного покрова, из которого при сильных ветрах формируются достаточно глубокие для

conditions around Wrangel Island as well as surface snow cover on the island for two 11-year long periods: from 1980 to 1990 and from 2006 to 2016. The analysis was carried based on processing of satellite images from materials of the National Snow and Ice Data Center (Brodzik, Armstrong, 2017). Sea ice data derived from several passive microwave instruments. Each image shows averaged data for the seven-day period. The image consists of cells 25x25 km in size; the cell was considered to be covered with sea ice when the sea ice concentration in it exceeded 15%. Snow cover data were obtained as a result of processing visible-band satellite data.

For each year, we estimated the average timelines of formation and thawing of the sea ice cover around the island, number of ice-fee days around the island, and average timelines of a stable snow cover formation on the island. The sea ice cover was considered as melted when more than 80% of the coastline of the island was free of ice. The sea ice cover considered as formed when more than 50% of the coastline of the island was covered by ice. Snow cover considered stable if most of the island was covered with snow and on subsequent dates this snow did not melt.

We also used meteorological data on formation of the stable snow cover around the polar station (Ushakovskoe settlement, south coast of Wrangel Is.) Data on the snow cover were available only since 1984, therefore, we compared the two series for 1984-1990 and 2006-2016. Despite a shorter time period in the first block it was possible to calculate a trend in the data.

A comparative analysis of satellite data on dynamics of the sea ice cover, starting from 1980 showed that significant differences in the formation and thawing of the ice cover take place. Namely, the climate warming is associated with increasingly earlier sea ice thawing and later sea ice emergence periods along the coast of Wrangel Island. Within 2006-2016 the formation of sea ice cover occurred on average by 42 days later vs 1980-1990, while thawing of sea ice was happening by 17 days earlier. At that, the ice-free period got increased by 71 days (Fig. 1A-B).

During the periods under comparison, we also analyzed the images reflecting formation of the stable snow cover on land of the island. This stable snow cover enables the strong wind to form snowbanks that are sufficiently deep for the construction of maternity dens. We did not identify significant differences in timing of such stable snow cover formation across the

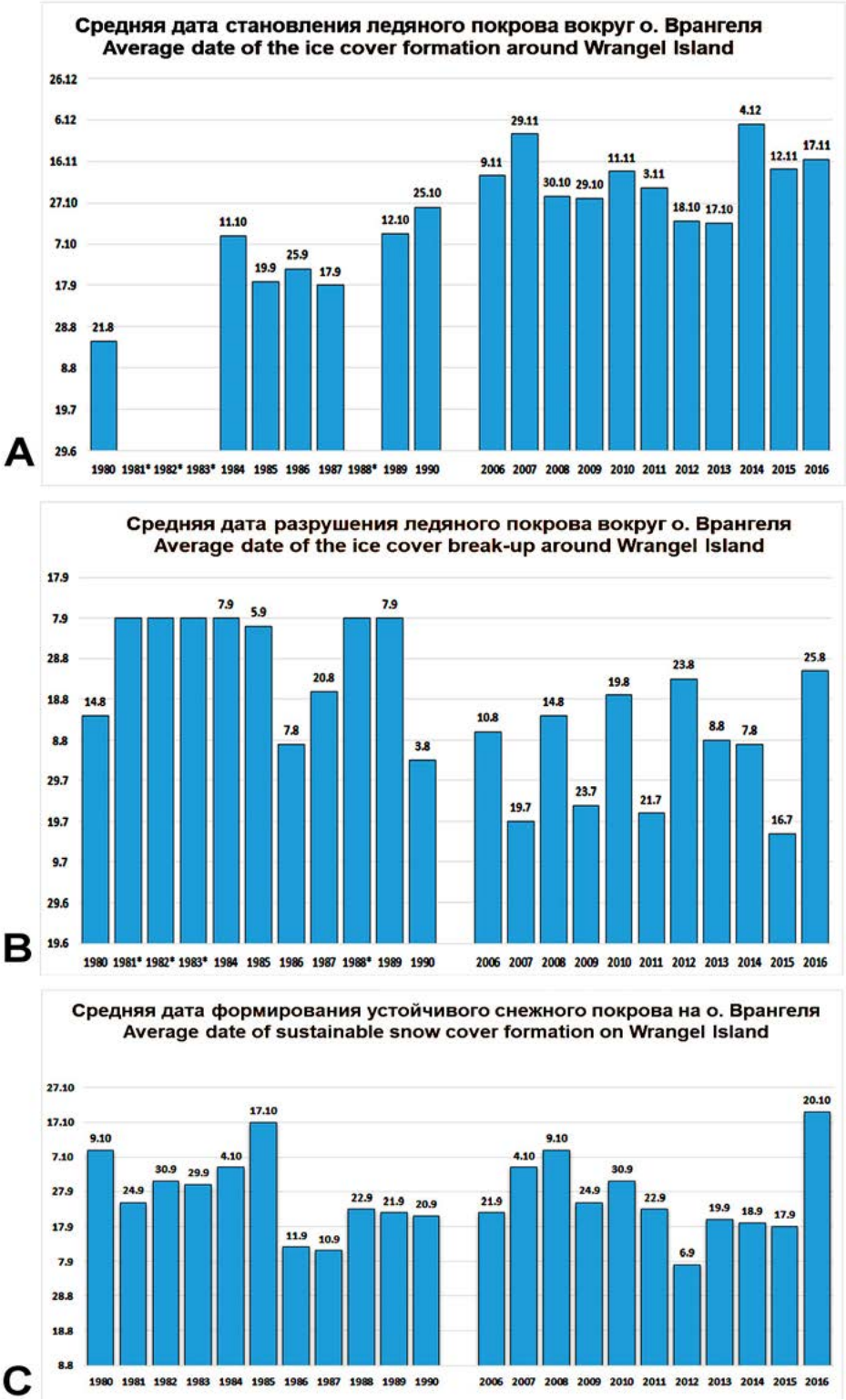


Рис. 1. Динамика ледяного и снежного покровов в районе о. Врангеля по данным изображений, полученных при обработке спутниковых снимков

Fig. 1. Dynamics of the sea ice and snow cover in the area of Wrangel Island according to the images based on processing satellite images

устройства родовых берлог снежные наносы. Значительных различий в сроках их формирования в целом по острову не выявлено (Рис. 1С). В период 1980-1990 гг. средняя дата становления устойчивого снежного покрова варьировала с 10 сентября по 17 октября, а в 2006-2016 гг. – с 6 сентября по 20 октября.

Беременные самки белого медведя почти повсеместно в Арктике залегают в берлоги на суше, используя для этого образовавшиеся осенью снежные наносы. Исключение составляют размножающиеся самки на западном побережье Гудзонова залива, Канада (Stirling, 2011). В конце сентября-октябре они начинают искать походящее место для залегания в берлогу. Это весьма непросто, так как снега в это время еще нет или его очень мало, а местность представляет собой плоскую заболоченную лесотундру, мало пригодную для образования достаточно глубоких снежных наносов. Тем не менее, некоторым самкам удается найти покинутую старую находящуюся в торфянике берлогу и залечь в нее. Позже такие временные убежища заносятся снегом и превращаются в торфяно-снежные родовые берлоги.

Еще одно исключение – регион, включающий восточную часть Чукотского моря и море Бофорта. В 1985-1994 гг. в этом регионе 62.3% размножающихся самок устраивали берлоги на дрейфующем льду; в 1997-2004 гг. их доля уменьшилась до 37.1% (Fishbach et al., 2007). По мнению авторов, основным фактором, приведшим к перераспределению размножающихся самок, является изменение ряда характеристик дрейфующего льда вследствие потепления климата. Лед в общем стал менее стабильным и, следовательно, менее пригодным для самок, готовящихся к залеганию в родовые берлоги.

На о. Врангеля типичные места устройства родовых берлог – невысокие горы и плато высотой до 300-400 м и крутизной 15°-40° (Кищинский, Успенский, 1973; Беликов, 1977). Иногда самки залегают в берлоги в снежных надувах по крутым речным и морским берегам; отмечалось также использование беременными самками сохранившихся после лета снежников-перелетков (Луцюк, 1978), но это явление наблюдалось не ежегодно (О.Б. Луцюк, личн. сообщ.). Так, в 1975 г., отличавшемся особенно холодным летом, в северо-восточной части Восточного плато длина отдельных снежников достигала 2-2.5 км. В некоторых из них сохранились нерастаявшие летом берлоги, которые самки использовали, но на сколь продолжительный срок – неизвестно. В 1977 г., напротив, отмечалось очень теплое лето, небольшие снежники-перелетки сохранились здесь только в трех местах, и нерастаявшие прошлогодние берлоги в них не были обнаружены.

entire island (Fig. 1C). Within the period 1980-1990 the average dates of the stable snow cover formation ranged from September, 10 to October, 17, and within 2006-2016 – from September, 6 to October, 20.

Pregnant polar bear females almost everywhere in the Arctic make dens on land using snowbanks formed in the fall. The exceptions are the reproductive females on the west coast of Hudson Bay, Canada (Stirling, 2011). At the end of September and in October they begin to look for a suitable place for denning. This is rather challenging task for them, since there is still no snow at all or very little snow at this time, and the terrain is a flat boggy forest-tundra, which is not suitable for the formation of sufficiently deep snowbanks. Nevertheless, some polar bear females manage to find abandoned old dens located in a peat bog and enter it. Later, such temporary shelters are getting covered by snow and turned into peat-snow maternity dens.

Another exception is the region encompassing the eastern part of the Chukchi Sea and the Beaufort Sea. Within 1985-1994 in this particular region 62.3% of the reproductive polar bear females constructed their dens on drifting sea ice; in 1997-2004 the share of such females decreased down to 37.1% (Fishbach et al., 2007). According to the authors, the main factor causing the redistribution of reproductive females is a change in a number of drifting sea ice's characteristics that occurred due to the climate warming. In general, the sea ice has become less stable and therefore less suitable for females preparing for entering their maternity dens.

On Wrangel Island the typical places for construction of maternity dens are the following: low-height mountains and plateaus up to 300-400 m high and steepness of 15-40° (Kishchinsky, Uspensky, 1973; Belikov, 1977). Sometimes females enter dens in snow-drifts formed by wind along the steep river and sea shores. Also, it was noticed that pregnant females use snow-patches preserved after the previous summer (Lutsyuk, 1978), however, such phenomenon was not observed every year (O. Lutsyuk, pers. comm.). Thus, in 1975, which was a year with a particularly cold summer, in the northeastern part of the Eastern Plateau, the length of individual snow-patches sometimes reached 2-2.5 km. Some of them preserved the not-melted dens in the summer, which were used by females, but it is not known for how long. In 1977, on the contrary, was a very warm summer, and small snow-patches were preserved here only in three places, and no not-melted last year's dens were found in them.

Прибывшие или оставшиеся на лето на острове беременные самки осенью начинают искать подходящее место для берлоги. Им необходимы снежные наносы, которые образуются после становления устойчивого снежного покрова и сильных ветров. Глубина и, по-видимому, плотность снега играют решающую роль при выборе самкой места для берлоги (Беликов, 1973). В разных частях острова это явление происходит разновременно в зависимости от погоды. Наиболее теплые районы расположены в центральной части острова, защищенной горными хребтами от приходящих с севера холодных воздушных масс. Более холодная погода наблюдается в прибрежных районах, она находится под влиянием местных ветров. Эти различия сказываются и на сроках формирования устойчивого снежного покрова. Как правило, раньше он образуется в прибрежных районах. Однако, по нашим наблюдениям, последние 15-20 лет именно эти районы более интенсивно подвергаются изменениям вследствие потепления климата, исходя из чего, тенденция к более позднему становлению устойчивого снежного покрова здесь становится заметной. В начале 1970-х гг. одним из авторов данной публикации проводились попутные наблюдения за формированием осенью снежного покрова в горном массиве Дрем-Хед (прибрежная область на северо-западе острова). В период наблюдений самое раннее установление устойчивого снежного покрова пришлось на последнюю декаду августа, а самое позднее – на первую декаду октября (Беликов и др., 1977). Данные полярной станции в пос. Ушаковское (южное побережье острова) по становлению снежного покрова за 1984-1990 гг. близки к тому, что наблюдалось в семидесятые годы. В это время еще продолжался очередной цикл похолодания климата в Арктике, начавшийся в конце пятидесятых годов (Иванов и др., 2013). Данные же этой станции за 2006-2016 гг. показывают, что становление устойчивого снежного покрова происходило в более поздние сроки по сравнению с 1984-1990 гг. (Рис. 2).

Таким образом, в XXI столетии сроки залегания беременных самок в берлоги на о. Врангеля, скорее всего, смещаются на более позднее время по сравнению с 1970-1980 гг. из-за отсутствия достаточно глубоких снежных наносов или снежников-перелетков. Особенно это стало заметно в последние годы. В 2017 г. первые залегшие в берлоги самки были замечены участниками российско-американской экспедиции в конце сентября и только в горах Дрем-Хед. В 2018 г. после аномально теплого лета снежники-перелетки на острове в конце сентября встречались очень редко, и в них берлоги замечены не были; образование нового устойчивого снежного покрова началось только во второй половине октября.

Pregnant polar bear females that either arrived or stayed for the summer on the island, in the fall begin to look for a suitable place for entering dens. They need snowbanks that are formed after the formation of a stable snow cover and strong winds. The depth and, apparently, density of snow play a pivotal role while a female polar bear chooses a place for denning (Belikov, 1973). In different parts of the island, this phenomenon occurs at different times depending on weather conditions. The warmest areas are located in the central part of the island which is protected by mountain ranges from the cold air masses coming from the North. Colder weather is observed in coastal areas, and influenced by the local winds. These differences also impact the timing of a stable snow cover formation. Normally, it is formed earlier in the coastal areas. However, according to our observations in the past 15-20 years, it is these areas that are more intensively exposed to the climate warming, as a result of which the tendency to a later formation of a stable snow cover becomes noticeable. In the beginning of 1970s one of the authors of current work, conducted observations on formation of a snow cover in the Dream-Head mountain range (coastal area on the northwest coast of the island). During that period the earliest time of a snow cover formation happened at the last ten-day period of August, and the latest – first ten-day period of October (Belikov et. al., 1977). The data from the polar station in Ushakovskoe settlement (south coast of the island) on the timing of a snow cover formation for 1984-1990 period are close to those collected in 1970s. That period was still a part of one of the regular cooling cycle of Arctic climate, which began in the late 50s (Ivanov et al., 2013). Observation data from the station for 2006-2016 showed that a stable formation of a snow cover was happening later compare to 1984-1990 period (Fig.2).

In this manner, in the XXI century, the timing when pregnant females enter maternity dens on Wrangel Island is likely to shift to a later periods vs 1970-1980 due to lack of sufficiently deep snowbanks or permanent snow patches. This has become especially noticeable in the recent years. In 2017, the first females who entered maternity dens were witnessed by the participants of the Russian-American expedition at the end of September and in the Dream-Head mountains only. In 2018, after an abnormally warm summer, the permanent snow patches on the island at the end of September were very rare and no dens were found in them; the formation of a new stable snow cover began only in the second half of October.

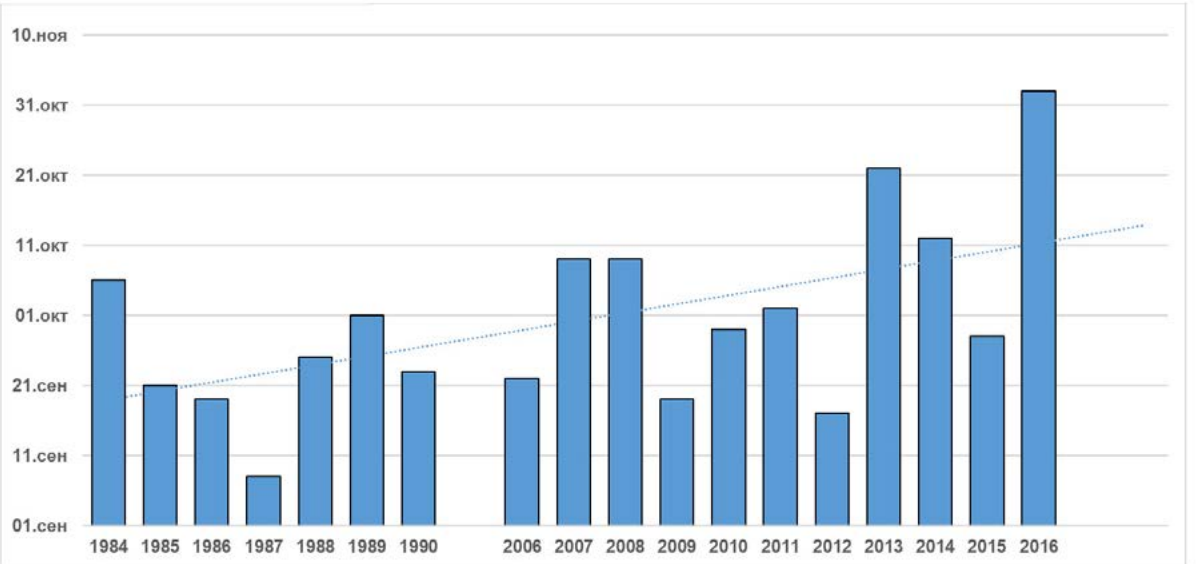


Рис. 2. Даты формирования устойчивого снежного покрова на о. Врангеля (по данным метеостанции в пос. Ушаковское)

Fig. 2. Data of sustainable snow cover formation on Wrangel Island (according to the data of meteorological station in the Ushakovskoe settlement)

Задержка с залеганием беременных самок в берлоги приводит к тому, что они вынуждены довольно длительный срок находиться на суше, подвергаясь воздействию ветра и все более низких температур воздуха. При этом интенсивно происходит потеря накопленных жировых запасов при отсутствии возможности их восполнить, продолжив охоту на льду. Воздействие этих факторов нивелируется, когда самка находится в берлоге, где температура, как правило, колеблется около 0° С и нет ветра (Беликов, Пестина, 2016).

Таким образом, продолжающееся потепление климата в Арктике все чаще сопровождается задержкой в становлении у побережья о. Врангеля ледяного покрова и формировании снежного покрова, пригодного для залегания беременных самок в берлоги. В результате воздействия этих факторов самки лишены возможности вовремя залегать в родовые берлоги, где условия более благоприятны для рождения и успешного выращивания медвежат. В конечном счете, это может негативно сказаться на воспроизводстве чукотско-аляскинской популяции белого медведя.

The delay in the denning of pregnant females causes them to stay on land for quite a long time while being exposed to wind and increasingly lower air temperatures. Meanwhile they intensely consume their accumulated fat reserves without opportunity to restore them by foraging on the sea ice. The impact of these factors is diffused when a polar bear female is inside a den where the temperature usually fluctuates around 0° C and there is no wind (Belikov, Pestina, 2016).

In this way, the continuing warming of the climate in the Arctic is increasingly accompanied by a delay in the sea ice cover formation around Wrangel Island as well as the formation of snow cover suitable for the denning of pregnant females. Due to impact of these factors, polar bear females are deprived of the opportunity to timely enter their maternity dens where conditions are more favorable for the birth and successful growth of cubs. Ultimately, this may adversely impact the reproduction of the entire Alaska-Chukotka polar bear population.

Список использованных источников / References

Беликов С.Е. 1973. Материалы по залеганию самок белого медведя в берлоги на о. Врангеля. В: Экология и морфология белого медведя, М.: Наука, с. 28-36 [Belikov S.E. 1973. Materials on the female polar bear denning on the Wrangel Island. Ecology and morphology of the polar bear. M.: Nauka, p. 28-36. IN RUSSIAN]

Беликов С.Е. 1977. Численность, распределение и особенности строения берлог самок белого медведя на модельном участке на о. Врангеля. В: Белый медведь и его охрана в Советской Арктике, М.: Центральная лаборатория охраны природы, с. 19-33. [Belikov S.E. 1977. Number, distribution and peculiarities of polar bear females' den on the model plot on the Wrangel Island. Polar bear and its conservation efforts in the Soviet Arctic. M.: Central Nature Conservation Lab, p,19-33. IN RUSSIAN]

Беликов С.Е., Сташкевич Л.Ф., Гаев В.А. 1986. Экология белого медведя на острове Врангеля. В: Биологические проблемы Севера. Животные острова Врангеля (под ред. Чернова Ю.И, Чернявского Ф.Б.), Владивосток, с. 127-134 [Belikov S.E., Stashkevich L.F., Gaev V.A. 1986. Ecology of the polar bear on the Wrangel Island. Pp. 127–134 In Biological Problems of the North. Animals of Wrangel Island (Chernov, Yu.I. and Chernyavski, F.B. eds.), Vladivostok, p. 127-134. IN RUSSIAN]

Беликов С.Е., Пестина П.В. 2016. Возможное воздействие потепления климата в Арктике на успех размножения белого медведя. В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб.тр., IX междунар. конф. М.: СММ, 1: 58-64. [Belikov S.E., Pestina P.V. Possible impacts of climate warming in the Arctic on polar bear breeding success. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the X Intl. conf., M.: MMC, 1:58-64]

Беликов С.Е., Успенский С.М., Куприянов А.Г. 1977. Экология белого медведя на о. Врангеля в берложный период. В: Белый медведь и его охрана в Советской Арктике, М.: Центральная лаборатория охраны природы, с. 7-18. [Belikov S.E., Uspensky S.M., Kupriyanov A.G. 1977. Ecology of polar bear at Wrangel Island during denning period. In: Polar bear and its conservation efforts in the Soviet Arctic, M.: Central Nature Conservation Lab, p.7-18. IN RUSSIAN]

Иванов В.В., Алексеев В.А., Алексеева Т.А., Колдунов Н.В., Репина И.А., Смирнов А.В. 2013. Арктический ледяной покров становится сезонным? В: Исследования Земли из космоса, №4, с. 50-65. [Ivanov V.V., Alekseev V.A., Alekseeva T.A., Koldunov N.V., Repina I.A., Smirnov A.V. 2013. The Arctic ice cover becomes seasonal? In: Earth Research from the Space, №4, p. 50-65. IN RUSSIAN]

Кищинский А.А., Успенский С.М. 1972. Данные по зимней экологии белого медведя на острове Врангеля. В: Экология, морфология, охрана и использование медведей, М.: Наука, с. 44. [Kischinsly A.A., Uspensky S.M. Recent data concerning winter ecology of polar bear on the Wrangel Island. In: Ecology and morphology of polar bear, M.: Nauka, p.44. IN RUSSIAN]

Кищинский А.А., Успенский С.М. 1973. Новые данные по зимней экологии белого медведя на о. Врангеля. В: Экология и морфология белого медведя, М.: Наука, с. 10-28. [Kischinsly A.A., Uspensky S.M..1973. New details on winter polar bear ecology at Wrangel Island. In: Polar bear ecology and morphology, M.: Nauka, p. 10-28. IN RUSSIAN]

Луцюк О.Б. 1978. К биологии белого медведя (*Ursus maritimus*) на острове Врангеля в летне-осенний период. Зоол. журн. 57 (4): 597-603. [Lucyuk O.B. 1978. To the biology of the polar bear (*Ursus maritimus*) on Wrangel Island in the summer-autumn period. Journal of Zoology, 57(4): 597-603. IN RUSSIAN]

Минеев А.И. 1935. Белый медведь (остров Врангеля). Сов. Арктика, (5): 33-44. [Mineev A.I. 1935. Polar bear (Wnagel Island) // Soviet Arctic, (5): 33-44. IN RUSSIAN]

Стишов М.С. 1991. Размещение и численность родовых берлог белого медведя на о-вах Врангеля и Геральд в 1985-1989 годах. В: Популяции и сообщества животных острова Врангеля, М.: ЦНИЛ Главохоты, с. 91-115. [Stishov M.S. 1991. Distribution and number of polar bear maternity dens on the Wrangel and Herald islands in 1985–1989. In: Population and Communities of Mammals on Wrangel Island, M.: CNIL Glavokhoty, p.91-115. IN RUSSIAN]

Успенский С.М., Чернявский Ф.Б. 1964. "Родильный дом белых медведей". Природа, (4): 81-86. [Uspensky S.M., Chernyavsky F.B. 1964 "Polar's bears maternity home". Nature, (4): 81-86. IN RUSSIAN]

Челинцев Н.Г. 1977. Определение абсолютной численности берлог на основании выборочных учетов. В: Белый медведь и его охрана в Советской Арктике, М.: Центральная лаборатория охраны природы, с. 66-85. [Chelintsev N.G. 1977. Determination of the absolute dens number on the basis of sample counts. In: Polar bear and its conservation efforts in the Soviet Arctic. M.: Central Nature Conservation Lab, p. 66-85. IN RUSSIAN]

Brodzik, M. J., Armstrong R. 2017. Northern Hemisphere EASE-Grid 2.0 Weekly Snow Cover and Sea Ice Extent, Version 4. [Indicate subset used]. Boulder, Colorado USA. NASA National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center. doi: https://doi.org/10.5067/P7O0HGJLYUQU. [Date Accessed].

Fischbach, A.S., Amstrup, S.C., D.C. Douglas. 2007. Landward and eastward shift of Alaskan polar bear denning associated with recent sea ice changes. Polar biology. Polar Biology, 30(11), 1395-1405.

Harington C.R. 1968. Denning habits of the polar bear (*Ursus maritimus* Phipps). Canad. Wildlife Serv. Rept. Series-N5, 32 p.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate change 2013: The physical science basis. Working Group, I 31contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. 2013. Eds. By T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York, U.S.A, 1535 pp.

Lono, O. 1970. The polar bear (*Ursus maritimus* Phipps) in the Svalbard area. Norsk Polarinstitutt, Oslo, 103 p.

Stirling I. 2011. Polar bears: the Natural History of a Threatened Species. Fitzhentry and Whiteside, 352 p

Михалёв Ю.А.

Пренатальный рост южных гладких китов

Институт морской биологии Национальной академии наук Украины, Одесса, Украина

Mikhalev Y.A.

Prenatal growth of southern right whales

Institute of marine biology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Odessa, Ukraine

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-216-223

В Южном ледовитом океане (Антарктике) и прилежащих водах умеренных широт из семейства гладких китов (*Balaenidae* Gray, 1821) обитает лишь один вид – южный, или австралийский гладкий кит (*Eubalaena glacialis australis* Desmoulins, 1822). Из-за больших размеров, толстого слоя жира и относительно малой скорости плавания эти киты были сравнительно легкой добычей китобоев. В результате активного хищнического промысла запасы южных гладких китов сократились до минимума и уже в 19-м и начале 20-го века составляли в китовом промысле лишь незначительную долю.

С 1935 года гладкие киты были взяты под охрану и их добыча запрещена во всем Мировом океане. Однако, с запретом промысла резко сократились и исследовательские возможности. Наиболее желанный в промысловом отношении вид оказался малоизученным. В настоящее время нет достоверных данных о распределении, запасах, популяционной структуре вида. Плохо изучены и миграционные пути. Нет достоверных данных о размерном и возрастном составе, а также о воспроизводительной способности гладких китов. Без знания этих вопросов невозможно определить надежные действия по восстановлению запасов.

The southern right whale (*Eubalaena glacialis australis* Desmoulins, 1822) is the only species from the family *Balaenidae* (Gray, 1821) inhabiting the Southern (Antarctic) Ocean and adjacent waters of temperate latitudes. Due to their large size, the thick layer of fat, and the relatively slow traveling speed, these whales were easy targets for whalers. As a result of the intense unlimited whaling, the stocks of southern right whales were depleted to a minimum, and as early as in the 19th and early 20th centuries they made up only a small fraction of the total catches of whales.

Since 1935, right whales have been protected, and the hunt of this species is now prohibited throughout the World Ocean. However, with the ban on whaling, research opportunities drastically reduced. The most commercially valuable species has proven to be poorly studied. Currently, there is no reliable data on the distribution, numbers, and population structure of the species. Its migration routes are also poorly understood. Also, there is a lack of reliable data on the size and age structure, as well as on the reproductive capacity of right whales. Without a knowledge of these

Таблица 1. Добыча южных гладких китов советскими китобойными флотилиями.
Table 1. Southern right whale catches by the Soviet whaling fleets

Флотилия Fleet	1950\51	1951\52	1952\53	1953\54	1954\55	1955\56	1956\57	1957\58	1958\59	1959\60	1960\61	1961\62	1962\63	1963\64	1964\65	1965\66	1966\67	1967\68	1968\69	1969\70	1970\71	**Всего Total**
"Слава" "Slava"	1	19	9	11	34	11	49	19	3	0	1	15	102	24	0	98	0	0	0	0	0	**396**
"Советская Украина" "Soviet Ukraine"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	1	1315	254	282	59	48	19	0	0	0	2	**2058**
"Советская Россия" "Soviet Russia"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	10	19	36	51	1	0	0	0	**122**
"Юрий Долгорукий" "Yuriy Dolgorukiy"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	24	366	57	4	167	92	3	0	78	0	**793**
Всего: Total:	**1**	**19**	**9**	**11**	**34**	**11**	**49**	**19**	**3**	**78**	**4**	**1356**	**725**	**373**	**82**	**349**	**162**	**4**	**0**	**78**	**2**	**3369**

Советские китобои начали промысел китов в Южном ледовитом океане с января 1947 г. (Михалев, 2008). Несмотря на запрет, за первые 14 промысловых рейсов флотилией «Слава» было добыто 155 южных гладких китов (, 2008). В сезон 1959\60 гг., в апреле вторая советская флотилия «Советская Украина» в прибрежных водах Аргентины добыла 78 китов этого вида. А в сезоне 1961\62 гг. неожиданно в районе севернее Фолклендских (Мальвинских) островов, примерно ограниченном 30ю.ш.-70ю.ш. и 50з.д., встретила чудом сохранившееся большое стадо этого вида и добыла здесь 1315(!) китов. Всего за рейс 1961\62 гг. советские флотилии добыли 1356 южных гладких китов, а за весь же период советского промысла в Южном полушарии было добыто 3369 гладких китов (Табл. 1).

Задача нашего исследования состоит в том, чтобы на основе анализа размеров эмбрионов в различные месяцы промыслового сезона построить кривую пренатального роста и на ее основе определить пики сезонов спаривания и деторождения, а следовательно, и продолжительность беременности у самок южных гладких китов.

Из всех добытых южных гладких китов биологам научных групп удалось осмотреть 1575 особей. Среди них самцов оказалось 925 (58,73%), а самок 650 (41,27%). То есть самцов в добыче оказалось на 17,46% больше. Различие в соотношении полов слишком большое. Действительно, у китов, в благополучной популяции, самцов больше, но не на столь значительную вели-

issues, determining efficient measures for the recovery of their populations is impossible.

Soviet whalers began operations in the Southern Ocean in January 1947 (Mikhalev, 2008). Despite the ban, within the first 14 whaling seasons, the Soviet whaling fleet *Slava* caught 155 southern right whales (Mikhalev, 2008). In April of the 1959–1960 season, the *Soviet Ukraine* (the second Antarctic Soviet whaling fleet) killed 78 whales of this species in the coastal waters of Argentina. In the 1961–1962 season, in waters north of the Falkland (Malvinas) Islands, roughly limited to 30–70°S and 50°W, it unexpectedly encountered a large, “miraculously” survived stock of this species and caught 1315 (!) whales there. For the 1961–1962 season, the Soviet fleets killed a total of 1,356 southern right whales; during the entire period of Soviet whaling in the Southern Hemisphere, 3,369 right whales were killed (Table 1).

The objective of our study is to build a curve of prenatal growth in order to determine the peaks of mating and calving seasons and, consequently, the duration of gestation period in southern right whales, based on the analysis of embryo sizes.

Of all the southern right whales caught, biologists on board of the fleets could examine 1,575 individuals, including 925 males (58.73%) and 650 females (41.27%), i.e., the number of males in catches was by 17.46% greater. It is evident that the disproportion in the

чину. Вероятно, дело в том, что у усатых китов самки крупнее самцов и потому их добыча для промысловиков была более желательна, и к 1960-м годам соотношение полов было уже нарушено.

У беременных самок было обнаружено 239 эмбрионов. Ещё размеры 7 эмбрионов взяты из базы данных Международной китобойной статистики. Таким образом, всего нами проанализированы длины 246 эмбрионов южного гладкого кита. Сюда включена одна двойня и 7 зародышей на ранней стадии развития, у которых при внешнем осмотре пол еще не удается определить. Всего пол был определен у 233 плодов, среди которых оказалось 119 самцов (51,29%) и 114 самок (48,71%). Как видим, не только у взрослых особей, но и у эмбрионов наблюдается некоторое преобладание самцов, что свойственно многим млекопитающих, в том числе и китам (Locker, 1984).

При анализе роста и оценке общих размеров организмов обычно биологами предпочтение отдается весу. Что же касается китов, то в полевых условиях их взвешивание оказывается сложной процедурой, а то и вообще невозможной. Это обстоятельство вынуждает чаще использовать более доступную, а порой и более информативную меру – общую длину. Использование длины правомерно и потому, что у представителей этого отряда между весом и длиной тела существует постоянная связь. Это доказывается тем фактом, что в логарифмической системе координат такая связь описывается прямой линией (Михалев, 2008).

Прежде чем перейти к анализу пренатального роста, рассмотрим опыт других исследователей. Основная трудность изучения китов состоит в том, что, за исключением некоторых видов дельфинов, которые содержатся в искусственных условиях (дельфинарии, океанариумы), крупные виды китов могут быть исследованы только при их добыче. Однако сезонный характер промысла позволяет получить достоверный эмбриональный материал лишь за период промыслового сезона – 5-6 месяцев. В остальные месяцы года материал либо вовсе отсутствует, либо слишком мал. От степени обоснованности такой экстраполяции зависит надежность сделанных выводов. Для китов таких попыток было сделано несколько. Укажем наиболее авторитетные исследования.

Так, М. Хинтон (Hinton, 1925), а затем и С. Ристинг (Risting, 1928) считали, что у усатых китов в первые два-три месяца рост эмбрионов медленный, а в последующие девять месяцев он идет с постоянным ежесуточным приростом, то есть является прямолинейным ростом.

sex ratio is very large. Indeed, there are more males in a undisturbed whale populations, but not significantly. A probable explanation is that female baleen whales are slightly bigger than males, and, therefore, catching them was more preferable for whalers in the beginning of whaling period. And by the 1960s whale populations were depleted with a changed sex ratio.

A total of 239 embryos were found in pregnant females. The sizes of seven more embryos were taken from the International Whaling Statistics database. Thus, in total, we analyzed body lengths of 246 southern right whale embryos. These include one pair of twins and seven embryos at an early stage of development, whose sex could not be determined by external examination. Sex was identified for 233 embryos, including 119 males (51.29%) and 114 females (48.71%). As can be seen, some predominance of males, typical of many mammals (including whales) is observed not only in adults, but also in embryos (Locker, 1984).

In growth analysis and assessment of organisms dimensions, biologists usually prefer the weight parameter. As for whales, measuring their weight in the field conditions turns out to be a challenge, as this procedure is very difficult if possible. This circumstance forces us to use a more accessible and, sometimes, more informative measure, the total body length. The use of length is reasonable because the members of this taxonomic order have a permanent relationship between body weight and length. This is confirmed by the fact that in a logarithmic coordinate system such relationship is described by a straight line (Mikhalev, 2008).

Before proceeding to the analysis of prenatal growth, we should summarize other researchers experience. The main challenge in studying whales is that, with the exception of some dolphin species kept in captivity (dolphinariums or aquariums), large-sized whales can be examined only when brought aboard. However, the seasonal pattern of whaling allowed obtaining reliable embryonic material only for the period of whaling season, i.e., during 5 or 6 months of a year. For the rest of the year, the data is either completely absent or too small. The reliability of conclusions made depends on the degree of validity of extrapolation used in the analysis. There have been several such attempts for whales. Below, we mention some the most recognized studies.

Thus, M. Hinton (1925) and then S. Risting (1928) believed that the growth of baleen whale embryos is slow within the first two or three months, and in

Н. Макинтош и Дж. Уиллер (Mackintosh, Wheeler, 1929) построили точечную диаграмму длин эмбрионов крупных видов китов и, ориентируясь на густоту расположения точек на графике и среднемесячные значения длин эмбрионов, вычертили кривую эмбрионального роста в виде вогнутой дуги. То есть считали, что темп роста эмбрионов китов в пренатальный период плавно возрастает.

Н. Петерс (Peters, 1938) для определения пренатального роста китов попытался использовать аналогию с сельскохозяйственными животными. Однако сопоставление размеров разновозрастных эмбрионов им было сделано не по весу, а по длине плодов, но в случае с четвероногими животными, у которых нет постоянной связи между длиной и весом тела, такое сопоставление не корректно.

Эту ошибку Н. Петерса (Peters, 1938) попытались устранить С. Хаггет и У. Виддас (Hugget, Widdas, 1951), которые сопоставили рост эмбрионов китов с ростом сельскохозяйственных животных не по длине тела, а по весу. Они пришли к выводу, что увеличение веса эмбрионов китов является функцией возраста и что их рост описывается кубической зависимостью:

$$P=at^3$$

где P – вес эмбриона; t – возраст, a – коэффициент пропорциональности. Линейный же рост эмбрионов они предлагали описывать формулой:

$$L=b(t-t_0)$$

где t_0– короткий период времени ускоренного (экспоненциального) роста эмбриона от его зачатия до установления плацентарной циркуляции, зависящего от продолжительности беременности у различных видов китов; t – продолжительность периода прямолинейного роста; b – коэффициент, выражающий наклон линии (показатель регрессии) в период равномерного роста, названный ими «*видовой скоростью роста эмбрионов*». На их работу есть много ссылок. Однако, произведенный ими расчёт значений коэффициента t_0, сделанный по длине, дал несколько заниженный результат, чем при расчете по весу. Это обстоятельство указывало на то, что между весом и длиной у китов нет постоянной связи и весовой рост не может быть описан кубической зависимостью.

С. Осуми, М. Нишиваки и Т. Хибия (Ohsumi, Nishiwaki, Hibiya, 1958) для финвалов Северной Пацифики на точечной диаграмме провели вогнутую кривую роста «на глаз» и без каких-либо вычислений приняли ее за пара-

the following nine months it shows a constant daily increase, i.e., a straight linear growth.

N. McIntosh and J. Wheeler (1929) composed a scatter diagram of embryo body lengths of large-sized whale species and, based on the density of points in the graph and the average monthly values of embryo lengths, drew an embryo growth curve having a shape of concave arc. According to them, the growth rate of whale embryos in the prenatal period gradually increases.

N. Peters (1938) attempted to assess the prenatal growth of whales using an analogy with cattle. However, he compared sizes of the different-aged embryos not by weight, but by their body length, which is not correct for quadrupedal animals that do not have a permanent relationship between body length and weight.

S. Hagget and W. Viddas (1951) tried to correct this Peters' error (Peters, 1938) by comparing the embryo growth in whales with that in cattle using weight instead of length. They concluded that the increase of whale embryos in weight is a function of age, and that their growth is described by a cubic equation:

$$P=at^3$$

where P is embryo's weight, t is the age, and a is the proportionality coefficient. They proposed to describe the linear growth of embryos by the following formula:

$$L=b(t-t_0)$$

where t_0 is a short period of time of the accelerated (exponential) embryo's growth from its conception to the establishment of placental circulation, depending on the duration of gestation period in various whale species; t is the duration of the period of linear growth; b is a coefficient determining the slope of the line (regression index) during the period of uniform growth, referred by them to as *"embryo species growth rate"*. There are many references to their work. However, their calculation of the t_0 coefficient values, based on body length, gave a slightly underestimated result compared to that in a calculation based on a weight. This fact indicates that whales do not have a permanent relationship between body weight and length, and the weight growth cannot be described by a cubic equation.

S. Ohsumi, M. Nishivaki, and T. Hibiya (Ohsumi et al., 1958), in a scatter plot for fin whales of the North Pacific, drew a concave growth curve "by eye", and took it for a parabola without any calculations.

болу. Соответствующие коэффициенты к ней были подобраны эмпирическим путем.

Определенный интерес представляет работа Р. Ловса (Laws, 1959) по эмбрионам финвала. Он соглашался с тем, что в первой половине беременности рост эмбрионов соответствует закономерности, предполагаемой С. Хаггетом и У. Виддасом (Hugget, Widdas, 1951). Во второй же половине беременности, по его мнению, темп роста перестает быть прямолинейным, ускоряется и приближается к экспоненциальному, однако ничем это заключение не обосновал.

Как будет показано ниже, основная причина разногласий среди исследователей пренатального роста китов заключалась просто в несоблюдении ими требований норм статистической обработки цифрового материала и незнании методической, и наиболее обоснованной теоретически, работы И.И. Шмальгаузена (1935), который показал, что рост развивающегося организма высших позвоночных животных в эмбриональный период лучше всего отражает степенная функция, так называемая «одночленная парабола»:

$$v=mt^k$$

где v – размер животного (если исследуется вес, то p, если длина, то l), t – возраст эмбриона, m – коэффициент пропорциональности, k – степенной коэффициент. По мнению И.И. Шмальгаузена (1935), отличное согласование теоретических расчетов с эмпирическими данными является доказательством верности формулы. При этом очень важно то обстоятельство, что коэффициенты в формуле *имеют биологический смысл*. Так, m – равен размеру растущего организма в первую единицу времени, а k – показатель интенсивности роста. И так как эта величина *неименованная*, то у исследователей появляется возможность путем сопоставления коэффициентов k сравнивать *интенсивность роста* в различные периоды или же в одном и том же периоде роста, но для различных животных.

Наши исследования пренатального роста китов (Михалев, 2008), проведенные на громадном исходном материале (десятки тысяч эмбрионов разных видов китов) и при строгом соблюдении правил биометрии (вариационной статистики), убедительно показали, что рост как усатых, так и зубатых китов не является исключением в классе млекопитающих и общей закономерностью их пренатального роста также является рост параболический, за исключением (как и у наземных млекопитающих) небольшого периода экспоненциального роста на самой ранней стадии развития (дробление зиготы на

The corresponding coefficients for it were selected empirically.

Of particular interest is the work of R. Laws (1959) on fin whale embryos. He agreed that in the first half of pregnancy the growth of embryos matches the pattern assumed by Hagget and Widdas (1951). But in the second half, in his opinion, the growth ceases to be linear, accelerates, and approaches to exponential one, but he did not prove this conclusion.

As is shown below, the major disagreement among researchers, who considered whales prenatal growth, resulted merely from their neglecting the requirements of standards statistical process of numerical data, as well as from the lack of knowledge of the methodical, theoretically best substantiated, work of I.I. Schmalhausen (1935). According to the latter, growth of a developing organism of higher vertebrate animals in the embryonic period is best described by a power function, or the so-called “monomial parabola”:

$$v=mt^k$$

where v is animal’s size (weight or length), t is embryo’s age, m is the coefficient of proportionality, and k is a power coefficient. Schmalhausen (1935) believed that a good agreement of theoretical estimations with empirical data is a proof of the validity of the formula. It is very important that the coefficients in the formula have a biological sense. Thus, m is equal to the size of a growing organism in the first unit of time, and k is an indicator of growth intensity. Since this is a *dimensionless* quantity, it allows researchers, by comparing k coefficients, to compare *growth intensity* in different periods, or within the same growth period but for different animals.

Our studies of the prenatal growth of whales (Mikhalev, 2008), based on the extensive original material (dozens of thousands of embryos from various whale species) and strictly following the rules of biometrics (variation statistics), convincingly showed that the growth of both baleen and toothed whales is not an exception in the class of mammals, and the general pattern of their prenatal growth is also parabolic, without taking into account (as in terrestrial mammals) a short period of exponential growth at the very early stage of development (zygote cleavage into blastomeres to the stage of gastrula) and some decline in growth in the prenatal period.

Let’s consider the actual material on southern right whales mainly from the Argentine population available

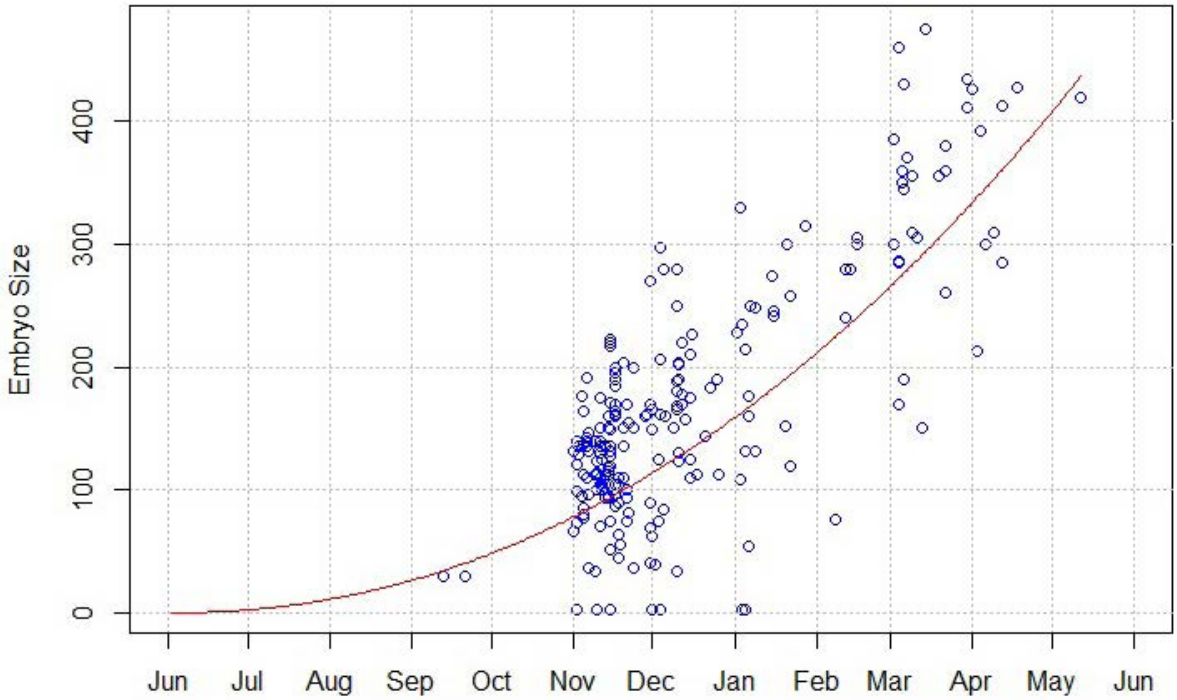


Рис. 1. Точечный график и кривая роста южных гладких китов в натуральной системе координат.

Fig. 1. Scatter plot and growth curve of southern right whales in the natural coordinate system.

бластомеры до стадии гаструлы) и некоторого замедления роста в предродовой период.

Рассмотрим имеющийся у нас фактический материал по южным гладким китам в основном из аргентинской популяции. В нашем распоряжении есть результаты взвешивания лишь 7 эмбрионов гладких китов. Четыре эмбриона самца были: длиною 21 см и весом 350 гр., длиною 36 см и весом 840 гр., длиною 37 см и весом 1 кг, длиною 77 см и весом 7,9 кг; эмбрион самки был длиною 84 см и весом 12 кг. Два эмбриона гладких китов, взвешенные японскими исследователями и взятые из базы данных МКК, были больших размеров: самец 218 см весил 136 кг, самка длиною 270 см весила 257 кг. Несмотря на общее малое число взвешиваний, разброс длин эмбрионов оказался большим: от 21 см до 270 см, что при расчете и определило достаточно высокую достоверность рассчитанной нами связи между длиной и весом эмбрионов семейства гладких китов:

$$P=16{,}9L^{2{,}681\pm0{,}088}$$

Столь постоянная и надежная связь позволила при дальнейшем исследовании пренатального роста гладких китов пользоваться не весом, а длинами эмбрионов, вы-

to us. We have the weight of only seven right whale embryos. Four male embryos were as follows: 21 cm in length and weighed 0.350 kg; 36 cm and 0.840 kg; 37 cm and 1.0 kg; 77 cm and 7.9 kg. The female embryo was 84 cm in length and weighed 12.0 kg. Two right whale embryos, weighed by Japanese researchers and accessed from the IWC database, were large: the male, 218 cm and 136 kg; the female, 270 cm and 257 kg. Despite the generally small number of weight measurents, the range of embryo lengths turned out to be wide: from 21 cm to 270 cm, which determined the fairly high significance of the relationship between length and weight of embryos in the family of right whales, estimated by us:

$$P=16.9L^{2.681\pm0.088}$$

Such a constant and significant relationship allowed us to use the body length, instead of weight, of embryos, the sample of which is rather large (246 embryos), for the further study of the prenatal growth of right whales. We plotted these embryos' lengths with the time (days of month) of their finding in a graph shown in a natural coordinate system (Fig. 1).

борка которых довольно большая – 246 эмбрионов. Эти длины эмбрионов нанесены нами на график в натуральной системе координат в соответствии со временем (дни месяца) их обнаружения (Рис. 1).

На графике видно, что сравнительно многочисленная выборка есть только для части периода беременности – от ноября до апреля. Поэтому, чтобы определить пики периодов спаривания и щенки путем экстраполяции кривой роста в обе стороны, необходимо было выполнить ряд пробных графиков в логарифмической системе координат и отобрать наилучший вариант, то есть вариант с минимальными статистическими ошибками коэффициентов корреляции.

Пробные графики показали, что наиболее удовлетворительно линия регрессии описывает густоту расположения точек при допущении, что она пересекает ось *X в начале июня*. Для более точного определения пика сезона спариваний необходимо учитывать, что на самой ранней стадии развития (образование из зиготы стадии бластулы, а затем морулы) идет экспоненциальный рост зародыша. Обычно за этот период у крупных позвоночных животных зародыш, достигая матки примерно на 7–9-й день, начинает погружаться в ее стенку и присоединяться к материнским кровеносным сосудам. Одновременно с имплантацией идет процесс *дифференциации* клеток зародыша. На это затрачивается еще около полумесяца. В таком случае, при условии, что у китов до начала оплодотворения яйцеклетки и возникновения зиготы нет латентного периода, пик спариваний южных гладких китов скорее всего приходится на *середину июня.*

Размеры новорожденных у южных гладких китов колеблются от 4 м до 6 м, при среднем значении 5,0-5,5м. Такого размера построенная нами линия регрессии пренатального роста достигает в *конце апреля – начале мая*, что и определяет пик сезона деторождений. Следовательно, с некоторой степенью приближенности можно считать, что продолжительность беременности у южных гладких китов длится менее года, как и у других видов усатых китов.

Выражаю глубокую признательность моим сыновьям – Владимиру и Игорю – за помощь в переводе зарубежных статей по теме исследования, создании базы данных по китам и, главное, специальной программы «Кит» для статистической обработки материла.

As seen in the graph, a relatively large sample is available only for a part of the gestation period, from November to April. Therefore, to determine the peaks of the mating and calving periods by extrapolating the growth curve in both directions, it was necessary to compose a series of test graphs in a logarithmic coordinate system and select the best value, that is, the value with the minimum statistical errors of correlation coefficients.

The test graphs showed that the regression line most efficiently describes the density of the points with an assumption that it crosses the *X-axis in early June*. To determine more accurately the mating season peak, it should be taken into account that at the very early stage of development (the formation of blastula and then morula from the zygote) embryo is growing exponentially. During this period, embryo of large vertebrate animals, reaching the uterus approximately on day 7–9, usually begins to burrow (implant) into its wall and connect to maternal blood vessels. The process of *differentiation* of embryo's cells occurs simultaneously with the implantation. It takes approximately two weeks. In this case, provided that whales do not have a latent period before the beginning of fertilization of egg cell and the formation of zygote, the peak of mating in southern right whales most likely occurs in *mid-June*.

The size of newborns in southern right whales ranges from 4 m to 6 m, with an average value of 5.0–5.5 m. The regression line of prenatal growth, built by us, reaches this size in *late April and early May*, which determines the peak of calving season. Consequently, with some degree of approximation, we may conclude that the duration of pregnancy in southern right whales lasts less than a year, as in other baleen whales.

I express my deep gratitude to my sons, Vladimir and Igor, for their help in translating foreign articles on the research topic, for creating a database of whales, and, most importantly, for the special "Kit" software for statistical processing of the material.

Список использованных источников / References

Михалев Ю.А. 2008. Киты Южного полушария: биология, промысел, перспективы восстановления популяций. Одесса ООО "ИНВАЦ", 328 с. [Mikhalev, Y.A. 2008. Whales of the Southern Hemisphere: biology, whaling and perspective of recovery. Odessa, 328p.]

Шмальгаузен И.И. 1935. Определение основных понятий и методика исследования роста. – Рост животных. М.: Биомедгиз. С. 8-60. [Shmalgausen, I.I. 1935. Definitions of main terms and methods to study growth. – Animal growth. M.:Biomedgiz, pp;8-60.]

Hinton M. 1925. Report on the paper left by the late Major Barret-Hamilton to the whales of S. Georgia. – Crown Agents for Colonies, London. P. 57-209.

Hugget St., Widdas W.F. 1951. The relationship between mammalian foetal weight and conception age. – J. Physiol. –CXIV (3), – P. 306-317.

Laws R.M. 1959. The foetal growht rate of whales with special reference to the fin whale, *Balaenoptera physalus* Linn. Discovery Rep. Vol. 29. – P. 281-308.

Lockyer C. 1984. Review of baleen whale (Mysticeti) reproduction and implications for management. *Rep. int. Whal. Commn* (Spec. issue No. 6): 27-50.

Mackintosh N.A., Wheeler J.F.G. 1929. Southern blue and fin whales. // Discovery Repts. Vol 1. – P. 257-540.

Ohsumi S., Nishiwaki M., Hibiya T. 1958. Growth of fin whale in the Northern Pacific. – Tokyo: Scient. Repts Whales Res. Inst. N 13. – P. 97-133.

Peters N. 1938. Der Neue Deutsche Walfang. – Hamburg.

Миязаки Н.[1,2], Сугияма К.[1]

Накопление радионуклидов в морских млекопитающих северной части Тихого океана

1. Институт исследований атмосферы и океана, Токийский университет, Чиба, Япония
2. Японский морской фонд, Токио, Япония

Miyazaki N. [1,2], Sugiyama K. [1]

Accumulation of radionuclides in marine mammals in the North Pacific Ocean

1. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, Chiba, Japan
2. Japan Marine Foundation, Tokyo, Japan
DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-223-234

Введение

Жители Хиросимы и Нагасаки подверглись разрушительной атомной бомбардировке, осуществленной американской армией 6 августа и 8 августа 1945 г. Около 90-166 тыс. человек в Хиросиме и 250-270 тыс. человек в Нагасаки погибли непосредственно от взрыва зарядов, основанных на высокоактивных радионуклидах. Однако, систематического и полного исследования здоровья людей, подвергшихся взрыву с образованием низкоактивных радионуклидов, никогда не было из-за недостаточного политического и технологического внимания к проблеме во время Второй мировой войны и после нее. В 1956 году японское правительство решило сме-

Introduction

Japanese people in Hiroshima and Nagasaki were severely injured by American atomic bombs on 6 August and 8 August 1945, respectively. About 90,000-166,000 people in Hiroshima and 250,000-270,000 in Nagasaki were killed by the explosion involving high-level radionuclides. However, a systematic and comprehensive human health survey concerning low-level radionuclides from the explosions has never been conducted, because of incomplete political and technological treatment during and after World War II. In 1956, the Japanese government decided to shift the strategy of radioactive energy use from nuclear

нить стратегию использования радиоактивной энергии с производства ядерного оружия на атомную энергетику. На сегодняшний день в Японии созданы 54 атомные электростанции. 11 марта 2011 года Великое восточно-японское землетрясение и вызванное им сильнейшее цунами нанесли серьезные повреждения атомной электростанции "Фукусима-дайити" (Фукусима-1) (37°25' с.ш., 141°02' в.д.). Расплавление реакторов № 1, 2 и 3 на Фукусиме-1 произошло, соответственно, 12, 15 и 16 марта 2011 г. 12 мая 520 тонн жидких отходов, содержащих 4 700 триллионов Бк радионуклидов, вылились в Тихий океан через необнаруженные трещины. Концентрации радионуклидов, накапливающихся в морских млекопитающих у тихоокеанского побережья Японии, исследовались японскими учеными еще до аварии на Фукусиме-1 (Sugiyama, 2000; Yoshitome et al., 2003) и результаты были опубликованы Министерством сельского хозяйства, лесных угодий и рыбного промысла Японии. (Ministry of Agriculture…, 2012).

В настоящем исследовании мы описываем накопление радионуклидов в морских млекопитающих до и после аварии на АЭС Фукусима-1, предлагаем создать международную систему мониторинга радионуклидов в морских млекопитающих в северной части Тихого океана, обсуждаем план исследований в области охраны здоровья человека и рекомендуем перенацелить стратегию производства энергии с ядерных источников на возобновляемые.

Авария на АЭС "Фукусима-дайити" (Фукусима-1)

Великое восточно-японское землетрясение магнитудой 9.0 баллов вызвало сильнейшее цунами с высотой волны более 10 м, обрушившееся на северо-восточное побережье Японии 11 марта 2011 года в 14:46. По состоянию на 11 марта 2012 года, 15854 человека погибли и 3155 пропали без вести. Те, кто все еще считаются пропавшими без вести, скорее всего, были похоронены под разрушенными зданиями и грязью или унесены в море с отступающим цунами и никогда уже не будут найдены, несмотря на огромные усилия Агентства морской безопасности Японии (Maritime Safety Agency of Japan), Морских Сил самообороны Японии (Maritime Self Defense Force of Japan), американской армии и других ведомств.

С 1965 года в Японии было построено 54 атомные электростанции для снабжения промышленности, предприятий, домашних хозяйств и пр. электроэнергией. Все эти станции были закрыты или остановлены 5 мая 2012 года до проведения новых проверок безопасности. Первый реактор Фукусимы-1 начал работу 6 марта 1971 г., и сейчас ему более 40 лет. 11 марта 2011 года четыре из шести реакторов, которые производят 87 МВт электроэнергии на Фукусиме-1, запущенной 26 марта 1971,

weapons to nuclear power. So far, 54 nuclear power plants have been established in Japan. On 11 March 2011, the Higashi-Nihon catastrophe was caused by a large-scale earthquake and the resulting massive tsunami. The Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant (FNPP1)(37°25'N, 141°02'E) was severely damaged by the earthquake and tsunami. Meltdown of reactors 1, 2 and 3 at the FNPP1 occurred on 12, 15 and 16 March 2011, respectively. On 12 May, 520 tonnes of waste water containing 4,700 trillion Bq radionuclides were discharged into the Pacific Ocean through unknown cracks. The concentration of radionuclides accumulated in marine mammals off the Pacific coast of Japan had been studied by Japanese scientists prior the Fukushima accident (Sugiyama, 2000; Yoshitome et al., 2003) and was reported by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan (2012).

In the present study, we described accumulation of radionuclides in marine mammals before and after the Fukushima accident, to propose the establishment of an international monitoring survey of radionuclides in marine mammals in the North Pacific Ocean, to discuss research plans on human health management, and to recommend that the people shift their energy strategy from nuclear power to renewable means as the primary energy source.

The Fukushima accident of Dai-ichi Nuclear Power Plant (FNPP1)

The Higashi-Nihon catastrophe was caused by a magnitude 9.0 earthquake followed by a large tsunami involving a wave of more than 10 m in height that struck the northeastern coast of Japan at 14:46 on 11 March 2011. As of 11 March 2012, 15,854 persons are known to have died and 3,155 are missing. Those still missing were probably buried beneath collapsed buildings and mud, or floated out to sea as the tsunami receded; they may never be found despite enormous efforts by the Maritime Safety Agency of Japan, the Maritime Self Defense Force of Japan, the U.S. Military, and others.

Since 1965, 54 nuclear power plants have been built in Japan to supply electric energy to industries, businesses, households, etc. All these plants were shut down or resting on 5 May 2012 until new safety inspections were conducted. The first reactor of FPPN1 began operation on 6 March 1971 is now over 40 years old. On 11 March 2011, four of the six reactors that produce 87 MWatts of electricity at FPPN1, which began operation on 26 March 1971, were severely damaged when the cooling system was shut down by

были серьезно повреждены, когда система охлаждения была остановлена из-за землетрясения и цунами. В результате произошел выброс радиоактивных материалов, оцененный как Уровень 7 по Международной шкале ядерных событий, что превышало выброс радиации (Уровень 5) при аварии на АЭС “Три Майл Айленд” (Three Mile Island Nuclear Generating Station), произошедшей в США в 1979 г., но было аналогично уровню выброса при аварии на Чернобыльской АЭС в СССР в 1986 г. По оценкам японской комиссии по ядерной безопасности, сточные воды радиоактивностью более 10 000 ТБк в час сбрасывались в течение нескольких часов после кризиса, аналогичного Чернобыльскому кризису 1986 года, когда в результате крупной аварии на реакторе около 30 миллионов человек могли попасть в зону радиоактивного загрязнения (Lelievel et al., 2009). О последствиях чернобыльской катастрофы для людей и окружающей среды сообщали Яблоков и др. (Yablokov et al., 2009). Несмотря на то, что Японская атомная энергетическая компания (Japanese Atomic Power Company) пыталась предотвратить расплавление ядерных стержней путем закачки морской и пресной воды в реакторы после отказа системы аварийного охлаждения, ее усилия не увенчались успехом.

11 апреля 2011 года правительство Японии официально проинформировало общественность о расплавлении реакторов 1, 2 и 3 на АЭС “Фукусима-дайити” (09:00 12 марта 2011 года, в 18:43 15 марта 2011 года и в 23:50 16 марта 2011 года соответственно). Уровень радиации, выброшенной в течение первых четырех месяцев после аварии на Фукусиме, оценивался по изотопам ^{137}Cs, ^{134}Cs и ^{131}I. Результаты изменений доводили до общественности компания TEPCO (Tokyo Electric Power Co.) и Министерство культуры, спорта, науки и технологий. TEPCO сообщала, что активность радионуклидов в морской воде, собранной из реакторов 1 и 2, в 7.5 млн раз превышает официальный временно установленный предельно допустимый уровень (ПДУ) (2000 Бк/л) для ^{131}I и в 1.3 млн раз – ПДУ (500 Бк/л) для ^{137}Cs. В общей сложности, по оценкам, 60 тыс. тонн радиоактивной воды затопили подвал реакторного корпуса и подземные коммуникации. Согласно публикациям в газете “Асахи симбун” (Asahi Shimbun), 12 мая через неизвестные трещины вытекло 520 тонн жидких отходов, содержащих 4700 трлн Бк радионуклидов, что в 200 000 раз превышает официально установленный ПДУ. Несмотря на попытки остановить сброс вод со станции с помощью специального ограждения, уровень ^{131}I за пределами станции был в 2,400 раз выше ПДУ, что указывает на утечку некоторого количества загрязненных вод со станции. Buesseler et al. (2011) сообщали, что в июле уровень ^{137}Cs был более чем в 10 000 раз

the earthquake and the tsunami. The resulting release of radioactivity was a Level 7 on the International Nuclear Event Scale; this was higher than the accident (Level 5) at the Three Mile Island Nuclear Generating Station, which occurred in the U.S. in 1979, but was a similar level to the Chernobyl Atomic Power Station Accident of the USSR in 1986. The Japanese Nuclear Safety Commission estimates that waste water involving more than 10,000 TBq per hour was released for several hours after the crisis; this was similar to the Chernobyl crisis in 1986, where a major reactor accident subjected approximately 30 million people to radioactive contamination (Lelievel et al., 2009). The consequences of the Chernobyl catastrophe for people and the environment was reported by Yablokov et al. (2009). Although the Japanese Atomic Power Company tried to prevent the meltdown of nuclear rods by pumping sea water and freshwater into the reactors following the failure of the emergency cooling system, they were not successful.

On 11 April 2011, the Japanese government officially informed the public about the meltdown of reactors 1, 2 and 3 at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, which had occurred at 09:00 on 12 March 2011, 18:43 on 15 March 2011, and 23:50 on 16 March 2011, respectively. The level of radioactivity discharged during the first four months after the Fukushima accident was estimated from data involving ^{137}Cs, ^{134}Cs, and ^{131}I, which was reported by TEPCO (Tokyo Electric Power Co.) and the Ministry of Culture, Sport, Science and Technology (MEXT). TEPCO reported that the activity of radionuclides in the seawater collected from reactors 1 and 2 was 7.5 million times greater than the provisional legal limit (2,000Bq/L) for ^{131}I and 1.3 million times the legal limit (500Bq/L) for ^{137}Cs. In total, 60,000 tonnes of radioactive water was estimated to have flooded the basement of the reactor building and underground trenches. According to Asahi Shimbun, 520 tonnes of waste water containing 4,700 trillion Bq radionuclides flowed out through unknown cracks on 12 May, which was 200,000 times greater than the legal limit. Despite attempts to stop waste water from leaving the plant using a special fence, the ^{131}I levels outside the plant were 2,400 times greater than the legal limit, indicating that some waste water had escaped from the plant.

Buesseler et al., (2011) reported that by July the levels of ^{137}Cs were more than 10,000 times higher than levels measured in 2010 in the coastal waters off Japan. Comparing the levels of radionuclides released into the ocean with known radionuclide levels prior

выше уровня, измеренного в 2010 году в прибрежных водах у берегов Японии. Сравнение уровней радионуклидов, попавших в океан, с известными концентрациями радионуклидов до 11 марта 2011 года показало следующее: 1) уровень радионуклидов, попавших в океан, достиг своего пика в апреле; 2) уровень радионуклидов снизился в мае; 3) в июле 2011 года уровень некоторых радионуклидов продолжил снижаться, но по-прежнему оставался в 10 000 раз выше, чем значения, измеренные у берегов Японии в 2010 г. Согласно Aoyama et al. (2016), после июля 2012 г. активность ^{137}Cs на поверхности воды возле Фукусимы-1 оставалась около 1000 Бк/м, что соответствует скорости выброса около 10 ГБк/день. Радиоактивный цезий с Фукусимы-1 распространялся на восток в поверхностной воде в средних широтах северной части Тихого океана со скоростью 7 км/день (8 см/с) до марта 2012 года и 3 км/день (3.5 см/с) с марта по август 2014 года. В июне 2012 г. активность ^{134}Cs достигла максимума (6.12±0.50 Бк/м) на глубине 151 м в координатах 29º с.ш., 165º в.д. и была выше в центральной части модальных вод, чем во всех окружающих районах северной части Тихого океана. Среднее значение ^{137}Cs и $^{239+240}$Pu в поверхностных водах в северо-западной части Тихого океана составило, соответственно, 0.04±0.28 Бк/л (Honda et al., 2012) и 1.86±0.17 мБк/л (Men et al., 2018).

Накопление радионуклидов в белокрылых морских свиньях до аварии на АЭС “Фукусима-1”

Белокрылая морская свинья (*Phocoenoides dalli*) (БМС), распространенная в открытых водах северной части Тихого океана, а также в Японском море и Беринговом море, считается индикаторным видом для мониторинга загрязнения моря такими поллютантами, как, например, вредные химические вещества, поскольку эти животные являются хищниками, находящимися на вершине пищевой цепи в морской экосистеме, и имеют большую продолжительность жизни (до 20 лет). Кроме того, в Японии данный вид использовался в качестве пищи в течение многих лет. Для мониторинга радионуклидного загрязнения БМС измерялась концентрация ^{137}Cs и $^{239+240}$Pu в органах и тканях животных, пойманных в японских водах в 1998 г. (Sugiyama, 2000). Концентрация ^{137}Cs оказалась самой высокой в печени (в среднем 284.9 мБк/кг); меньшие значения были зарегистрированы (в порядке уменьшения) в поджелудочной железе, почках, скелетной мускулатуре, сердце, диафрагме, пищеводе, мозге, желудке, подкожном жире, легких и кишечнике (табл. 1). Кроме того, концентрация изотопа ^{137}Cs в молоке, который передался бы от матери к детенышу во время лактации, составляла 90 мБк/кг. Концентрация $^{239+240}$Pu также была самой высокой (21.78 мБк/кг сырого веса) в печени, и меньшие значения были обнаружены

to 11 March 2011, they found the following: (1) radionuclides released into the ocean peaked in April, (2) radionuclides decreased in May, and (3) by July 2011, some radionuclides continued to decrease but were still 10,000 times higher than the levels measured off Japan in 2010. According to Aoyama et al. (2016), after July 2012, ^{137}Cs activity in the surface water near FNPP1 remained around 1,000Bq/m, which corresponds to a discharge rate of about 10GBq/day; FNPP1-derived radiocaesium spread eastward in surface water across the mid-latitude North Pacific with a speed of 7km/day (8cm/s) until March 2012, and of 3km/day (3.5cm/s) from March through August 2014. In June 2012, ^{134}Cs activity reached a maximum of 6.12±0.50 Bq/m at 151m depth at 29ºN, 165ºE, and higher in the central mode waters than in any of surrounding waters of the North Pacific Ocean. The mean value of ^{137}Cs and $^{239+240}$Pu in the surface waters in the Northwestern Pacific was 0.04±0.28 Bq/L (Honda et al., 2012) and 1.86±0.17 mBq/L (Men et al., 2018).

Radionuclide accumulation in Dall’s porpoises prior to the Fukushima accident

Dall’s porpoise (*Phocoenoides dalli*), which is distributed in the high-latitude regions of the North Pacific Ocean as well as in the Sea of Japan and Bering Sea, is considered to be a good indicator species for monitoring marine pollution such as hazardous chemicals because they are top predators in the marine ecosystem and have a life expectancy of up to 20 years. In addition, this species has been used as human food in Japan for many years.

For monitoring radionuclide pollution in the species, the concentration of ^{137}Cs and $^{239+240}$Pu was studied in organs and tissues of Dall’s porpoises collected from Japanese waters in 1998 (Sugiyama, 2000). The concentration of ^{137}Cs in liver showed the highest mean value of 284.9 mBq/kg, followed by the pancreas, kidneys, skeletal muscle, heart, diaphragm, esophagus, brain, stomach, blubber, lungs, and intestine, respectively (Table 1). Furthermore, the concentration of ^{137}Cs in milk was 90 mBq/kg; the ^{137}Cs would transfer from mother to calf through milk during lactation. On the other hand, the concentration of $^{239+240}$Pu showed the highest mean value of 21.78mBq/kg wet in liver, followed by bone, brain, esophagus, kidney, stomach, diaphragm, heart, lungs, muscle, intestine, and blubber, respectively (Table 1). The transfer rate of ^{137}Cs and $^{239+240}$Pu from pregnant female Dall’s porpoise (205 cm in body length, 155 kg in body weight) to the baby (53 cm, 1.84kg) was 0.832% and 1.70%, respectively (Fig. 1). As the mean concentration of ^{137}Cs and $^{239+240}$Pu in

Таблица 1. Концентрации ^{137}Cs (мБк/кг сырого веса) в 23 белокрылых морских свиньях и $^{239+240}Pu$ (мБк/кг сырого веса) в 21 белокрылых морских свиньях, добытых в водах Японии в 1998* (Sugiyama, 2000).
Table 1. Concentration of ^{137}Cs (mBq/kg, wet) in 23 Dall's porpoises and $^{239+240}Pu$ (mBq/kg, wet) in 21 Dall's porpoises collected from Japanese waters in 1998* (Sugiyama, 2000).

* ^{137}Cs и $^{239+240}Pu$ определялись в Национальном институте радиологических наук Японии с использованием руководства по анализу радионуклидов, изданного Министерством культуры, спорта, наук и технологий Японии. ^{137}Cs и $^{239+240}Pu$ были измерены, соответственно, β- и α-спектрометрами с кремниевыми полупроводниками.
** 3 половозрелых самца (со средней длиной тела 208 см, диапазон 205–213 см) и 7 половозрелых самок (204 см, 186–220 см) из популяций Японского и Охотского морей, а также 6 половозрелых самцов (203 см, 196–214 см), 2 половозрелые самки (199 см, 193–205 см) и 2 неполовозрелые особи (181.5 см, 181–182см) из популяции у тихоокеанского побережья Японии.
*** 7 половозрелых самцов (со средней длиной тела 213 см, диапазон 199–235 см), 9 половозрелых самок (203 см, 186–220 см) из популяций Японского и Охотского морей, а также 7 половозрелых самцов (203 см, 196–214 см), 6 половозрелых самок (199 см,181–215 см) из популяции у тихоокеанского побережья Японии.

* ^{137}Cs and $^{239+240}Pu$ were analyzed in National Institute of Radiological Sciences, Japan using the analytical manual of radionuclides issued by Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in Japan. ^{137}Cs and $^{239+240}Pu$ were measured by β-ray spectrometer and by α-ray spectrometer with silicon semiconductor, respectively.
** 3 mature males (mean: 208 cm in BL, range: 205-213 cm in BL) and 7 mature females (204 cm, 186-220 cm) from the population in the Sea of Japan and Sea of Okhotsk, and 6 mature males (203 cm, 196-214 cm), 2 mature females (199 cm, 193-205 cm) and 2 immature porpoises (181.5 cm, 181-182cm) from the population of off the Pacific coast of Japan.
*** 7 mature males (mean: 213 cm in BL, range: 199-235 cm in BL), 9 mature females (203 cm, 186-220 cm) from the population in the Sea of Japan and Sea of Okhotsk, and 7 mature males (203 cm, 196-214 cm), 6 mature females (199 cm,181-215 cm) from the population of off the Pacific coast of Japan.

Органы и ткани / Organs & tissue	Кол-во / N	^{137}Cs*** средн. ± ст. откл / mean±SD	Кол-во / N	$^{239+240}Pu$** средн. ± ст. откл / mean±SD
Мышцы / Muscle	6	246±85	2	0.18±0.04
Подкожный жир / Blubber	12	119±32	4	0.13±0.04
Кости / Bone	-	-	1	1.99
Мозг / Brain	3	130±33	2	1.20±1.15
Пищевод / Esophagus	3	139±32	1	0.57
Легкие / Lungs	3	103±16	3	0.19±0.08
Сердце / Heart	3	197±60	3	0.26±0.02
Печень / Liver	23	284±87	21	21.78±29.34
Поджел. железа / Pancreas	2	274±36	-	-
Желудок/ Stomach	3	127±47	3	0.32±0.08
Почки / Kidney	17	266±86	3	0.40±0.31
Диафрагма / Diaphragm	3	147±34	3	0.27±0.03
Кишечник / Intestine	3	76±52	3	0.18±0.15
Матка / Uterus	8	70±33	2	0.22±0
Молочная железа / Mammalian grand	1	90	1	1.81

(в порядке уменьшения) в костях, мозге, пищеводе, почках, желудке, диафрагме, сердце, легких, мышцах, кишечнике и подкожном жире (табл. 1). Процент передачи ^{137}Cs и $^{239+240}$Pu от беременной самки БМС (длиной тела 205 см и весом 155 кг) плоду (53 см и 1.84 кг) составил 0.832% и 1.70% соответственно (рис. 1). Поскольку в северо-западной части Тихого океана средняя концентрация ^{137}Cs была 3.1 мБк/л (Kasamatsu, Inamoto, 1998), а концентрация $^{239+240}$Pu – 1.9 мБк/л (Povinec et al., 2005), индекс концентрации (соотношение концентрации в организме к концентрации в морской воде) для мышц и печени БМС в японских водах составил, соответственно, 82 и 91 для ^{137}Cs и 0.095 и 11 для $^{239+240}$Pu.

Данные предварительные результаты исследования радиоактивного загрязнения в БМС до аварии на Фукусиме-1 указывают на важность усилий по организации систематического мониторинга загрязнения радионуклидами после катастрофы, поскольку он позволяет узнать пространственно-временные изменения радионуклидов, уровни их накопления с течением времени. Продолжительный мониторинг позволяет определить, является ли уровень радионуклидов опасным для здоровья человека, и эти точные данные могут быть использованы для информирования населения.

Накопление радионуклидов в мускулатуре морских млекопитающих после аварии на АЭС "Фукусима-1"

О накоплении радионуклидов в мышцах морских млекопитающих (*Balaenoptera acutorostrata, Balaenoptera edeni и Berardius bairdii*) сообщалось в докладе Министерства сельского хозяйства, лесных угодий и рыбного промысла Японии (Ministry of Agriculture… 2012) (табл. 2). Уровень ^{137}Cs приводился на первую дату, а ^{134}Cs и ^{137}Cs – на последнюю. Уровень ^{137}Cs в 11 особях (61%) из 18 китов *Balaenoptera acutorostrata*, исследованных в северной части Тихого океана, изменялся от 0.7 до 31 Бк/кг (в среднем 14.6 Бк/кг). Концентрация ^{137}Cs измерялась в двух особях (67%) из трех *Balaenoptera edeni* и в одной особи (6.7%) из 15 *Berardius bairdii*, исследованных там же, и составила 7.1, 6.1 и 0.31 Бк/кг соответственно. После аварии на АЭС "Фукусима-1" средняя концентрация ^{137}Cs в поверхностных водах северо-западной части Тихого океана составила 0.048±0.066 Бк/кг (Honda et al., 2010). Индекс концентрации ^{137}Cs для *B. acutorostrata*, *B. edeni* и *B. bairdii* был 304, 138 и 6.5 соответственно. Поскольку индекс концентрации ^{137}Cs у морских млекопитающих значительно различался по видам (от 20 до 444, в среднем 186±141 SD) (Yoshitome et al., 2003), необходимо провести всестороннее исследование этого параметра в будущем. У трех особей малого полосатика *B. acutorostrata*, добытых в северо-западной части Ти-

the northwestern Pacific was 3.1 mBq/L (Kasamatsu and Inamoto, 1998) and 1.9 mBq/L (Povinec et al., 2005), respectively, the concentration factor (CF: concentration in organism/concentration of sea water) in muscle and liver of Dall's porpoises in Japanese waters was 82 and 91 for ^{137}Cs, respectively and was 0.095 and 11 for $^{239+240}$Pu, respectively.

These preliminary results of radioactive pollution in Dall's porpoises prior to the Fukushima accident indicate the importance for a systematic monitoring effort of marine pollution by radionuclides after the crisis in order to assess the temporal-spatial change of the radionuclides, and their accumulation level over time. A continuous monitoring survey is needed to determine whether the radionuclide level is risky for human health, and for disseminating these accurate data to the public.

Radionuclides accumulated in muscles of marine mammals after the Fukushima accident

Accumulation of radionuclides in the muscles of marine mammals (*Balaenoptera acutorostrata, Balaenoptera edeni, and Berardius bairdii*) were reported by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan (2012) (Table 2). The value of ^{137}Cs was described on the former date, while ^{134}Cs and ^{137}Cs was described on the latter date. The ^{137}Cs of 11 individuals (61%) of the total 18 *Balaenoptera acutorostrata* examined in the North Pacific Ocean ranged from 0.7 to 31Bq/kg (mean:14.6 Bq/kg). The ^{137}Cs of 2 individuals (67%) of 3 *Balaenoptera edeni* examined and one individual (6.7%) of 15 *Berardius bairdii* examined showed 7.1 Bq/kg and 6.1Bq/kg, and 0.31Bq/kg, respectively. After the Fukushima accident, the mean concentration of ^{137}Cs in the surface waters of the Northwestern Pacific was 0.048±0.066Bq/kg (Honda et al., 2010). The concentration factor of ^{137}Cs in *B. acutorostrata*, *B. edeni*, and *B. bairdii* was 304, 138, and 6.5, respectively. As the CF value of ^{137}Cs in the marine mammals varied greatly among species (range: from 20 to 444, mean: 186±141 SD)(Yoshitome et al., 2003), a comprehensive research survey of the CF should be conducted in the future. In *B. acutorostrata* collected from the western North Pacific in 2012, the value of ^{134}Cs/^{137}Cs of three minke whales was 0.62, 0.66, and 0.66. Because the half-life periods of ^{134}Cs and ^{137}Cs are 2 years and 30 years, respectively, these three values suggested that these radionuclides originated with the accident of FNPP1.

Fig. 2 shows the worldwide distribution of ^{137}Cs in marine mammals, adding the present data (Table 2) to Fig. 1

Таблица 2. Концентрации радионуклидов, накопленных в мускулатуре морских млекопитающих, согласно докладу Министерства сельского хозяйства, лесных угодий и рыбного промысла Японии (Ministry of Agriculture …, 2012) 30 марта 2012 г. (A) и 12 июля 2012 г. (B).

Table 2. Concentration of radionuclides accumulated in muscles of marine mammals reported by Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan (2012) on 30 March 2012 (A) and 12 July 2012 (B).

* NRIFS: National Research Institute of Fisheries Science, Japanese Fisheries Agency/ Национальный научно-исследовательский институт рыбохозяйственных наук, Японское агентство по рыболовству;

MERI: Marine Ecology Research Institute, Japan/ Научно-исследовательский институт морской экологии, Япония.

"-": нет данных; ND: не обнаружено.

-: no data, ND: not detected.

№	Дата измер./ Date of disclosure	Район сбора проб/ Collected area	^{134}Cs (Бк/кг)/ (Bq/kg)	^{137}Cs (Бк/кг)/ (Bq/kg)	^{134}Cs/ ^{137}Cs	Институт*/ Analysis. Institute*
Balaenoptera acutorostrata						
A-355	24/5/2011	у г. Кусиро / Off Kushiro	-	31	-	NRIFS
A-753	8/6/2011	у г. Кусиро / Off Kushiro	-	24.3	-	NRIFS
A-2189	22/9/2011	с.-в. Тихий океан / NE Pacific Ocean	-	17	-	NRIFS
A-2191	22/9/2011	с.-в. Тихий океан / NE Pacific Ocean	-	21.1	-	NRIFS
A-2553	6/10/2011	у г. Кусиро / Off Kushiro	-	12.5	-	NRIFS
A-2833	18/10/2011	у г. Кусиро / Off Kushiro	-	5.4	-	NRIFS
A-3254	26/10/2011	у г. Кусиро / Off Kushiro	-	21.6	-	NRIFS
B-1016	20/4/2012	р-он Санрику / Off Sanriku	<0.33	0.7	-	NRIFS
B-1824	2/5/2012	р-он Санрику / Off Sanriku	6.2	10.0	0.62	NRIFS
B-2072	10/5/2012	р-он Санрику / Off Sanriku	5.2	7.9	0.66	NRIFS
B-3123	25/5/2012	р-он Санрику / Off Sanriku	6.1	9.3	0.66	NRIFS
Balaenoptera edeni						
A-2196	22/9/2011	с.-в. Тихий океан / NE Pacific Ocean	-	7.1	-	NRIFS
A-2197	22/9/2011	с.-в. Тихий океан / NE Pacific Ocean	-	6.5	-	NRIFS
Berardius bairdii						
B-5506	27/6/2012	у г. Касима / Off Kashima	<0.41	ND	-	NRIFS
B-5507	5/7/2012	у г. Касима / Off Kashima	<0.46	ND	-	NRIFS
B-5508	5/7/2012	у п-ова Босо / Off Boso Peninsula	<0.28	0.31	-	MERI

хого океана в 2012 г., величина соотношения $^{134}Cs/^{137}Cs$ составила 0.62, 0.66 и 0.66. Так как период полураспада ^{134}Cs и ^{137}Cs – 2 года и 30 лет соответственно, три вышеуказанных значения свидетельствуют о том, что источником данных радионуклидов является Фукусима-1 после аварии.

Рисунок 2 показывает распространение ^{137}Cs, обнаруженного в организме морских млекопитающих, по всему миру после добавления данных настоящего исследования (табл. 2) к рис. 1 в работе Yoshitome et al. (2003). До аварии на АЭС "Фукусима-1" уровень ^{137}Cs был выше в Европе и снижался к югу и в направлении Тихого океана. Самая высокая концентрация ^{137}Cs наблюдалась в мышечной ткани длинномордых (серых) тюленей на побережье Великобритании (в среднем 17.9 Бк/кг), немного меньшая – у байкальской нерпы на оз. Байкал (в среднем 14.0 Бк/кг). Чрезвычайно высокий уровень ^{137}Cs на побережье Великобритании можно объяснить сбросами с завода по переработке ядерного топлива в Селлфилде. Сбросы с данного завода начались в 1951 г., достигли максимума в середине и конце 1970-х годов, а затем резко сократились (Strand et al., 1998). Однако после аварии на Фукусиме-1 концентрация ^{137}Cs в мышцах *B. acutorostrata* в северо-западной части Тихого океана увеличилась почти до такого же уровня, как у байкальских тюленей (в среднем 14.6 Бк/кг).

Направления работы в будущем

После повреждения четырех реакторов, вызванного Великим восточно-японским землетрясением 11 марта 2011 г., утечка радионуклидов, таких как ^{131}I, ^{137}Cs, ^{90}Sr, $^{239+240}Pu$, в окружающую среду продолжается. Хотя информация о концентрациях ^{131}I и ^{137}Cs была частично доведена до общественности через средства массовой информации – газеты и телевидение, очень мало сообщалось о концентрациях ^{90}Sr и $^{239+240}Pu$ до 30 сентября 2011 года. Радионуклиды ^{131}I (с периодом полураспада 8 дней), ^{137}Cs (30 лет), ^{90}Sr (28.8 лет), ^{238}Pu (87.7 лет), ^{239}Pu (24100 лет) и ^{240}Pu (6564 года) очень токсичны и представляют угрозу для здоровья диких животных и человека. В частности, считается, что воздействие радиоактивного изотопа ^{131}I на организм детей, потребляющих зараженные им продукты питания, молоко и питьевую воду, является наиболее вероятной причиной развития рака щитовидной железы. В статье газеты "Асахи симбун" 17 августа 2011 г. Комиссия по ядерной безопасности (Nuclear Safety Commission) Японии сообщила, что у 1080 детей в возрасте 0–15 лет, которые проживают в г. Иваки, пос. Кавамата и с. Иитате, расположенных неподалеку от АЭС "Фукусима", заражение щитовидной железы изотопом ^{131}I было на уровне менее 0.10 мЗв/ч и что уровень заражения 55%, 20% и 11% детей был ниже

of Yoshitome et al. (2003). Prior to the Fukushima accident, the ^{137}Cs level was higher in Europe and decreased towards the south and the Pacific Ocean. The highest ^{137}Cs concentration was observed in the muscle of grey seals from U.K. coast (mean: 17.9Bq/kg), followed by Baikal seals from Lake Baikal (mean: 14.0Bq/kg). The extremely high level of ^{137}Cs in the U.K. coast may be attributed to the discharges from the nuclear fuel reprocessing plant at Sellfield, U. K. The discharge from Sellafield started in 1951, reached a maximum in the mid- to late-1970s, and then decreased rapidly (Strand et al., 1998). However, after the Fukushima accident, the ^{137}Cs concentration in muscle of *B. acutorostrata* in the western North Pacific (mean: 14.6 Bq/kg) increased and was close to that of Baikal seals.

Future direction

The Higashi-Nihon catastrophe occurred on 11 March 2011, and the damaged four reactors continue to leak radionuclides such as ^{131}I, ^{137}Cs, ^{90}Sr, $^{239+240}Pu$ into the environment. Although partial information on the concentrations of ^{131}I and ^{137}Cs that were released has been reported to the public through mass media like newspapers and TV, very little information was reported on concentrations of ^{90}Sr, $^{239+240}Pu$ until 30 September, 2011. These radionuclides such as ^{131}I(half-life: 8 days), ^{137}Cs (30 years), ^{90}Sr (28.8 years), ^{238}Pu (87.7 years), ^{239}Pu (24,100 years), and ^{240}Pu (6,564 years) are very toxic to the health of wild animals and humans. The effect of ^{131}I on children is considered to be a major cause of thyroid cancer via radioactivity in contaminated food, milk and drinking water. According to the Asahi Shimbun on 17 August 2011, the Nuclear Safety Commission of Japan reported contaminant levels of 1,080 children ranging in age from 0-15 years, who lived in neighboring areas of the Fukushima Nuclear Power Plant, Iwaki City, Kawamata Cho, and Iidate Mura. Reported levels were less than 0.10 mSv/h of ^{131}I in the thyroid organ, and that their 55%, 20% and 11% were polluted at less than detected limit, 0.01 mSv/h, and 0.02 mSv/h, respectively.

Tsuda et al. (2016) studied thyroid cancer detection by ultrasound among residents aged 18 years and younger in Fukushima Japan in 2011 to 2014. They reported that among 2,251 ultrasound screen-positive cases by the end of December 2014, 2,067 cases were examined in secondary examinations; these detected 110 thyroid cancer cases, representing an approximately 30-fold increase in the number of thyroid cancers relative to other areas. It is very important to conduct further

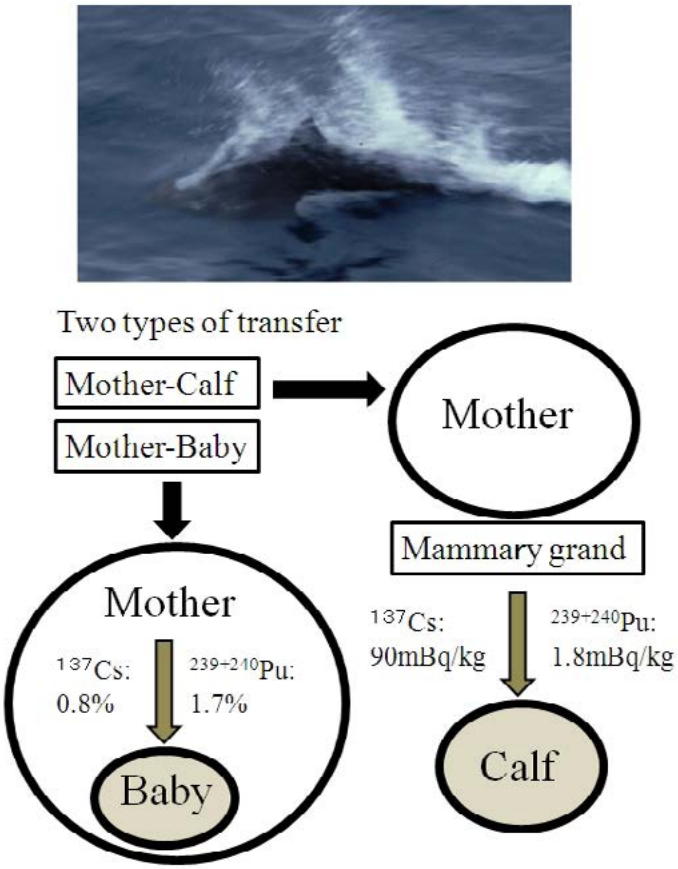


Рис. 1. Вверху: белокрылая морская свинья (*Phocoenoides dalli*); внизу: процент ^{137}Cs и $^{239+240}$Pu, передаваемых от беременной самки БМС плоду и от кормящей самки детенышу в японских водах до аварии на Фукусиме-1.
Ключ:
Two types of transfer → Два пути передачи
Mother → Мать
Calf →Детеныш
Baby → Плод
Mammary gland → Молочная железа
mBq/kg → мБк/кг

Fig. 1. Upper: Dall's porpoise (*Phocoenoides dalli*); Lower: transfer rate of ^{137}Cs and $^{239+240}$Pu between mother-baby and between mother-calf in Dall's porpoises in Japanese waters prior to the Fukushima accident.

обнаруженного предела – 0.01 мЗв/ч и 0.02 мЗв/ч соответственно. Tsuda et al. (2016) изучали заболеваемость раком щитовидной железы среди жителей в возрасте 18 лет и младше в префектуре Фукусима в Японии с 2011 до 2014 гг. при помощи УЗИ. Они сообщали, что из 2251 первоначально обследованных, которые показали положительный результат УЗИ, 2067 были обследованы повторно к концу декабря 2014 г., и это позволило выявить 110 случаев рака, что указывает на примерно 30-кратное увеличение числа случаев заболевания раком щитовидной железы при внешнем сравнении. В этой связи необ-

surveys of the relationship between human health and contamination of toxic radionuclides exposed by the crisis of FNPP1, and to establish a long-term systematic monitoring survey with the cooperation of a distinguished international scientific team.

In the previous section, we showed preliminary data concerning the accumulation of ^{137}Cs and $^{239+240}$Pu in Dall's porpoises off the northwestern Pacific coast of Japan prior to the crisis of FNPP1. These data contained useful information on the characteristic distribution of

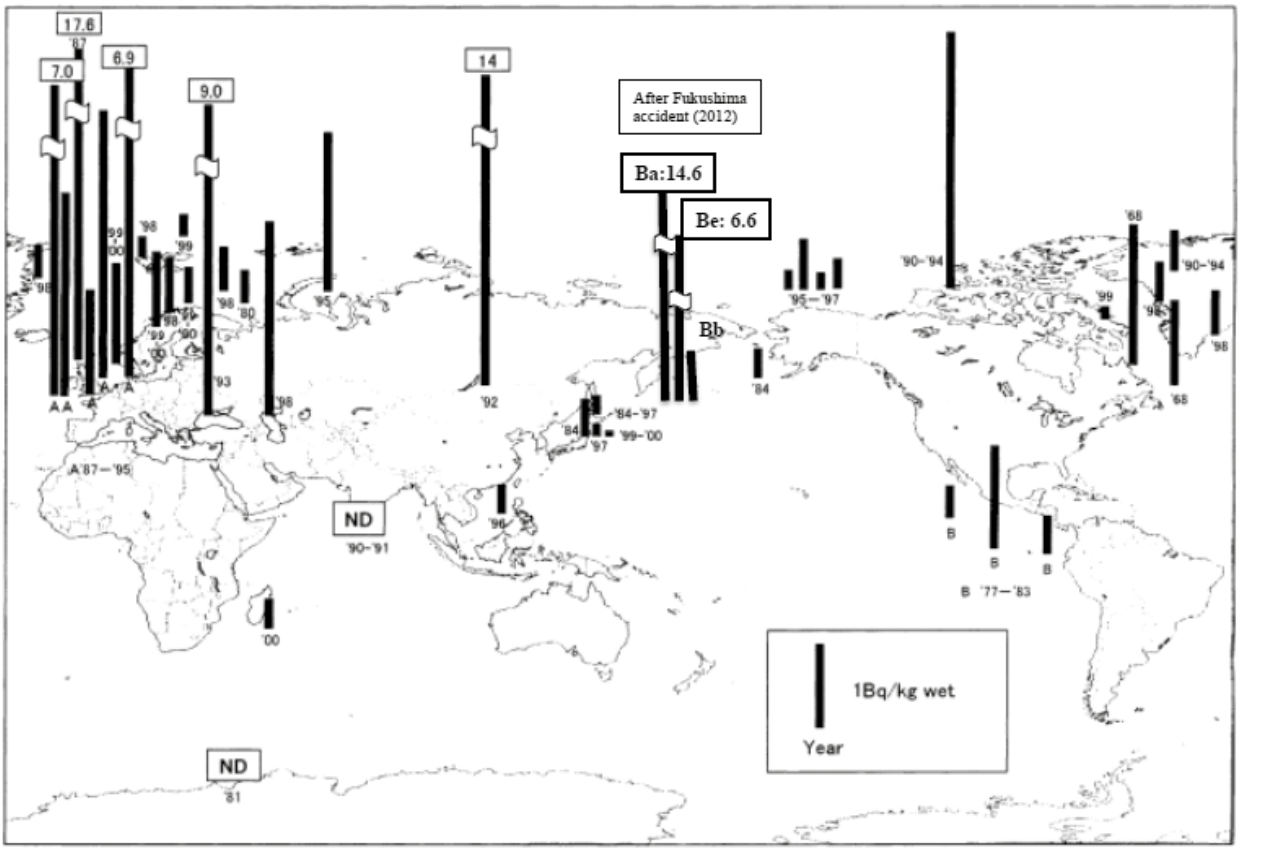


Рис. 2. Обновленная диаграмма распространения ^{137}Cs, обнаруженного в морских млекопитающих, в мировых водах, согласно исследованию Yoshitome et al. (2003). Данные по ^{137}Cs в *Balaenoptera acutorostrata* (Ba), *Balaenoptera edeni* (Be) и *Berardius bairdii* (Bb), собранные после аварии на Фукусиме-1 (табл. 2), были добавлены в рис. 1 в работе Yoshitome et al. (2003).

Ключ:

After the Fukushima accident → После аварии на Фукусиме

Bq/kg wet → мБк/кг сыр. веса

Year → год

Fig. 2. Revised worldwide distribution of ^{137}Cs in marine mammals, modified from Yoshitome et al. (2003). The ^{137}Cs data of *Balaenoptera acutorostrata* (Ba), *Balaenoptera edeni* (Be) and *Berardius bairdii* (Bb) collected after the Fukushima accident (Table 2) were added to Figure 1 of Yoshitome et al. (2003).

ходимо дальнейшее изучение взаимосвязи между состоянием здоровья человека и загрязнением токсичными радионуклидами, произошедшим вследствие аварии на Фукусиме-1. Также очень важно наладить долгосрочный систематический мониторинг усилиями авторитетной международной научной группы.

В предыдущем разделе мы привели предварительные данные о накоплении ^{137}Cs и $^{239+240}$Pu в белокрылых морских свиньях (БМС) в северо-западной части Тихого океана у побережья Японии до аварии на Фукусиме-1. Эти данные содержали информацию о характере рас-

^{137}Cs and $^{239+240}$Pu in tissues and organs of the species, their transfer rates from mother to baby through the placenta, and their transfer rates from mother to calf through milk. They are useful for understanding accumulation patterns of radionuclides in mammals like humans in the ecosystem, because it is difficult to analyze living human tissues. In addition, higher concentrations of ^{137}Cs and $^{239+240}$Pu were accumulated in liver and muscle of Dall's porpoises, which are used as human food in Japan. Thus, the temporal and spatial monitoring survey of radionuclides leaked from FNPP1 is very important for the health of people living

пределения ^{137}Cs и $^{239+240}Pu$ в тканях и органах вида, а также их передаче от матери к детенышу через плаценту и через молоко. Они полезны для понимания закономерностей накопления радионуклидов у млекопитающих, таких как человек, в экосистеме, поскольку анализ тканей у живого человека представляет определенные трудности. Кроме того, более высокие концентрации ^{137}Cs и $^{239+240}Pu$ были обнаружены в печени и мускулатуре БМС, которые используются в пищу жителями Японии. Таким образом, проведение мониторинга изменений радионуклидов, вытекших из Фукусимы-1, во времени и пространстве очень важно для охраны здоровья людей, живущих на побережье Тихого океана. С его помощью мы сможем оценить последствия аварии и их воздействие на экосистему и океан посредством проведения комплексного исследования радионуклидов в морских организмах и воде.

В ближайшие десятилетия мы предлагаем реализовать два подхода к решению проблемы аварии на АЭС "Фукусима-1" – научный и политический. Для научного подхода нам необходимо разработать программу исследований на следующие десять лет: 1) мониторинг радионуклидов в больших пространственно-временных масштабах в северной части Тихого океана; 2) определение бионакопления радионуклидов в морских животных по пищевым цепям или в пищевой сети; 3) публикация точной информации для общественности. Что касается политического подхода, г-н Кан, бывший премьер-министр Японии (прослуживший на данном посту с 8 июня 2010 г. до 2 сентября 2011 г.), сделал важное заявление о том, что, хотя текущая энергетическая политика Японии основывается на двух основных столпах – ископаемое топливо и ядерная энергия, к ним необходимо добавить еще два столпа, а именно: возобновляемую энергию и энергосбережение. Таким образом, мы настоятельно рекомендуем японскому обществу перенацелить свою энергетическую стратегию с ядерной энергетики на возобновляемые источники энергии в ближайшие 40 лет, что является сроком службы атомных электростанций. Кроме того, Японии необходимо разработать новые возобновляемые источники энергии, такие как солнечные батареи, ветряные электрогенераторы, а также совместная выработка энергии.

Благодарности
Мы благодарны проф. Масао Амано (Masao Amano), г-ну Кену Накамацу (Ken Nakamatsu) и сотрудникам Международного центра прибрежных морских исследований (International Coastal Marine Research Center), Института исследований океана (Ocean Research Institute) Токийского университета за их любезную помощь в сборе образцов белокрылых морских свиней. Мы также

along the Pacific Ocean. We will be able to evaluate of impacts on the ecosystem and the ocean by the crisis through establishing a comprehensive investigation of radionuclides in marine organisms and oceanic waters.

We propose two approaches in the coming decades; one is a scientific approach and the other is political approach for resolving problems in the crisis of the Fukushima Nuclear Power Plant. For the scientific approach, we need to establish the following research program in the coming ten years: (1) to monitor radionuclides over large temporal-spatial scales in the North Pacific Ocean, (2) to determine the bio-accumulation of radionuclides in marine animals through the food chain or food web, and (3) to disseminate accurate information to the public.

For the political approach, Mr. Kan, former prime minister of Japan (Term of office: 8 June 2010 -2 Sept. 2011), provided an impressive statement that while Japan's existing energy policy has been constructed on the two main pillars of fossil fuels and nuclear energy, it is necessary to add another two pillars, namely renewable energy and energy conservation. Thus, we strongly recommend that the Japanese people shift their energy strategy from nuclear power to renewable energy sources in the coming 40 years (the life-span of nuclear power plants), and that Japan should develop new renewable energy sources such as solar panels, wind power, and co-generation.

Acknowledgement
We are grateful to Prof. Masao Amano, Mr. Ken Nakamatsu, and staff of International Coastal Marine Research Center, Ocean Research Institute, the University Tokyo for their kind help in samples collection of Dall's poipoises. We also thank to Dr. Ryoichi Nakamura, Dr. Masatoshi Yamada, and Dr. Tatsuo Aono, National Institute of Radiological Sciences, Japan, for their kind help in analysis of radionuclides accumulated in Dall's porpoises. We express our gratitude to Prof. Randall Davis, Texas A & M University, USA, for giving useful comments on the draft manuscript.

благодарим д-ра Рёити Накамуру (Ryoichi Nakamura), д-ра Масатоши Ямаду (Masatoshi Yamada) и д-ра Тацуо Аоно (Tatsuo Aono) из Национального института радиологических наук (National Institute of Radiological Sciences), Япония, за их любезную помощь в анализе радионуклидов, накопленных в белокрылых морских свиньях. Мы выражаем благодарность проф. Рэндаллу Дэвису (Randall Davis) из Техасского университета A&M (Texas A & M University), США, за полезные комментарии к рукописи.

Список использованных источников / References

Aoyama M., Hamajima Y., Hult M., Uematsu M., Oka E., Tsumune D., Kumamoto Y. 2016. ^{134}Cs and ^{137}Cs in the North Pacific Ocean derived from the March 2011 TEPCO Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, Japan. Part one: surface pathway and vertical distributions. J Oceanogr, 72: 53-65.

Buesseler K., Aoyama M. 2011. Fukasawa M. Impacts of the Fukushima Nuclear Power Plants on marine radioactivity. Environmental Science & Technology 45: 9931-9935.

Honda M. C., Aono T., Aoyama M., Hamajima Y., Kawakami H., Kitamura M., Matsumoto Y., Miyazawa Y., Takigawa M., Saino T. 2012. Dispersion of artificial caesium-134 and -137 in the western North Pacific one month after the Fukushima accident. Geochemical Journal, 46: e1-e9.

Kasamatsu F., Inamoto N. 1998. Effective environmental half-lives of ^{90}Sr and ^{137}Cs in the coastal seawater of Japan. Journal of Geophysical Research 103: 1209-1217.

Lelieveld J., Kunkel D., Lawrence M. G. 2012. Global risk of radioactive fallout after major nuclear reactor accidents. Atmos. Chem. Phys, 12: 4245-4258.

Men W., Zheng W., Wang H., Ni Y., Aono Y., Maxwell S. L., Tagami K., Uchida S., Yamada M. 2018. Establishing rapid analysis of Pu isotopes in seawater to study the impact of Fukushima nuclear accident in the Northwest Pacific. Scientific Reports/8: 1892/DOI: 10. 1038/s41598-018-20151-4: 1-11.

Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan. Research survey of radionuclides in the marine food. 2012. (http://www.jfa.maff.go.jp/j/sigen/housyaseibussitutyousakekka/index.html)

Pauly D., Trites A. W., Capuli E., Christesen V. 1998. Diet composition and trophic levels of marine mammals. ICES J. Mar. Sci. 55: 467-481.

Povinec P. P., Aarkrog A., Buesseler K. O., Delfanti R., Hirose K., Hong G. H., Ito T., Livingston H. D., Nies H., Noshkin V. E., Shima S., Togawa O. 2005. J. Environ. Radioact. 81: 63.

Strand P. 1998. AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues; Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP): Oslo, Norway. 525-619. pp. 859.

Sugiyama K. 2000. Radinuclides ($^{239+240}$Pu and ^{137}Cs) in Dall's porpoise (*Phocoenoides dalli*) from the Japanese coastal waters. Master thesis of the University of Tokyo. pp.52.

Tsuda T., Tokinobu A., Yamamoto E., Suzuki E. 2016. Thyroid cancer detection by ultrasound among residents ages 18 years and yonger in Fukushima, Japan: 2011 to 2014. Epidemiology, 27 (3): 316-322.

Yablokov V. A., Nesternko V. B., Nesterenko A. V. 2009. Chernobyl Consequences of the catastrophe for people and the environment (Consulting Editor: Sherman-Nevinger J. D.). Annals of the New York Academy of Sciences, Volume 1181, pp.327.

Yoshitome R., Kunito T., Ikemoto T., Tanabe S., Zenke H., Yamauchi M., Miyazaki N. 2003. Global distribution of radionucleides (^{137}Cs and ^{40}K) in marine mammals. Environ. Sci. Technol. 37: 4597-4602.

Палазюк А.В., Баранов Г.Г., Ермоленко А.Ж., Телига А.В.

Автоматизированная система контроля физиологического состояния морских животных, содержащихся в неволе

198 научно-исследовательский центр Министерства обороны Российской федерации, Севастополь, Россия

Palazyuk A.V., Baranov G.G., Ermolenko A.Z., Teliga A.V.

An automated system for monitoring the physiological state of marine mammals in captivity

198 Research Center, Ministry of Defense of the Russian Federation, Sevastopol, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-235-243

Целью контроля физиологического состояния морских животных (МЖ) при содержании в условиях дельфинариев и океанариумов является поддержание его параметров в норме и своевременное реагирование на их отклонение. Основными этапами процесса контроля физиологического состояния МЖ являются:

- сбор необходимой первичной информации о МЖ и среде их содержания;

- анализ полученной информации и определение физиологического состояния МЖ;

- принятие решения о допуске МЖ к дальнейшей работе или о проведении ветеринарных мероприятий.

Графически процесс контроля физиологического состояния можно представить в виде концептуальной модели (Рис. 1).

Сбор первичной информации о морском животном и среде его содержания осуществляется соответствующими специалистами в ходе ежедневного осмотра. Сбору подлежат приведенные на рисунке физиологические и поведенческие параметры МЖ и параметры среды содержания. Кроме того, периодически проводится плановая диспансеризация, в ходе которой исследуются пробы крови, выдыхаемого воздуха, кожных покровов и снимаются зоометрические обмеры.

Полученная информация обрабатывается и анализируется ветеринарным врачом, в результате чего им делается заключение о физиологическом состоянии МЖ. При отсутствии отклонений в контролируемых параметрах МЖ допускается к дальнейшей работе. В случае если показатели физиологического состояния МЖ отклоняются от нормы, животное освобождается от работы и с ним проводятся лечебные мероприятия.

Анализ концептуальной модели процесса контроля физиологического состояния МЖ показал, что боль-

The purpose of monitoring the physiological state of marine mammals (MMs) kept in dolphinariums and aquariums is to maintain their health condition within normal range and timely respond to the deviations from the norm. The main phases of physiological state monitoring are as follows:

- collection of necessary primary information on MMs and their environment;

- analysis of the obtained information and evaluation of a physiological state of MMs;

- making a decision to permit an animal to work or to take veterinary measures.

Graphically the entire process of physiological state monitoring can be represented as a conceptual model (Fig. 1).

Primary information on MMs and their environment is collected by appropriate personnel during daily examinations. The physiological and behavioral parameters of MMs and the environmental parameters listed in Fig. 1 are necessary to collect. Moreover, systematic preventive veterinary examinations should be carried out. These procedures include sampling of blood, exhaled air, and skin examinations, as well as zoometric measurements.

The obtained information is processed and analyzed by a veterinarian, who then composes a medical report on the physiological state of the animal. If the results of the examination are normal, the animal is admitted to work. In case of observed abnormalities, the examined animal is freed from work and subjected to further veterinary procedures.

An analysis of the conceptual model has shown that majority of the data collected during daily examinations, scheduled preventive prophylactics,

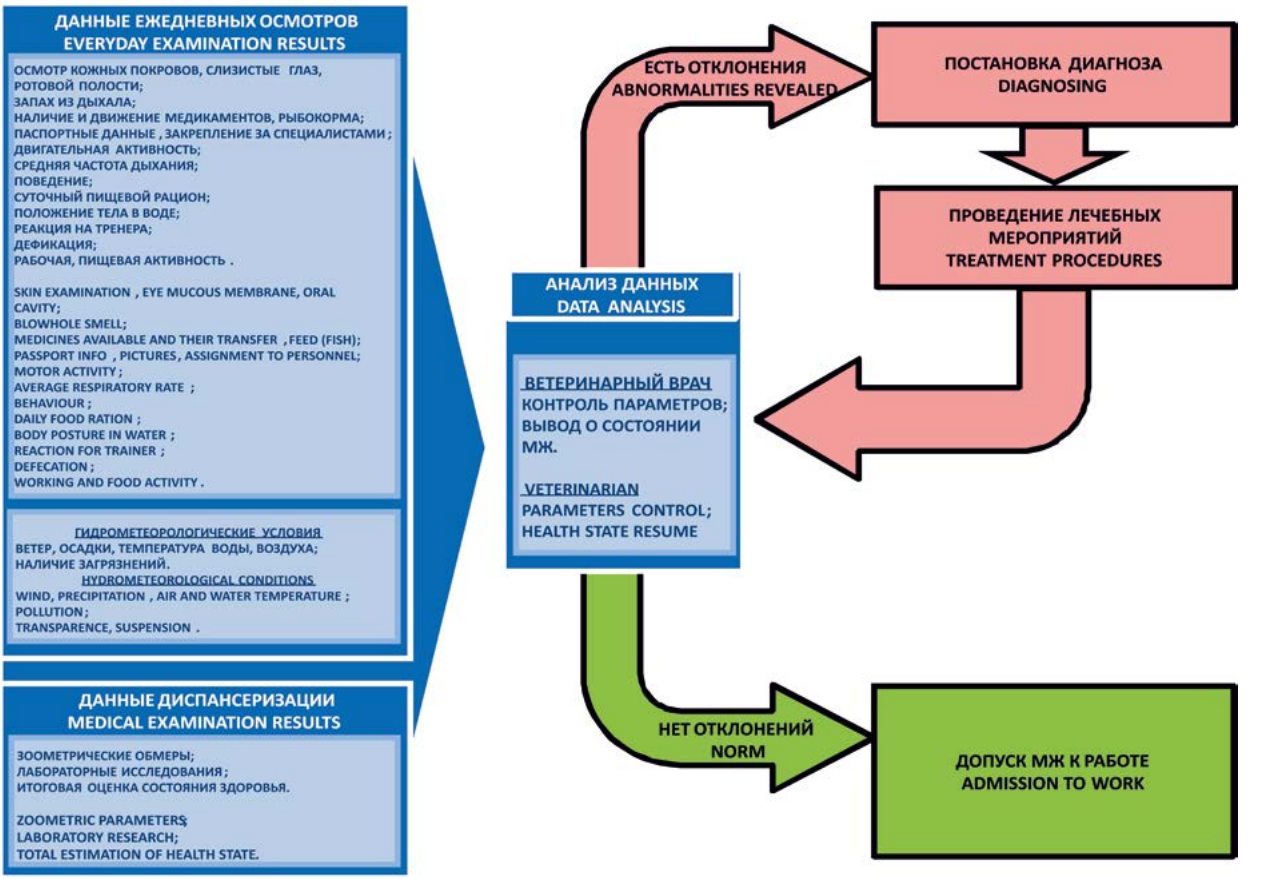


Рис. 1. Концептуальная модель процесса контроля физиологического состояния МЖ.
Fig. 1. Conceptual model for monitoring of the physiological state of marine animals.

шинство данных, полученных в ходе ежедневных осмотров, диспансеризаций и лечебного процесса, сохраняются и поступают для анализа ветеринарному врачу в рукописном или распечатанном виде. Весьма неудобны и громоздки стандартные архивы хранения результатов анализов, рентгеновских снимков и т. п. Проведение анализа или исследований на основе этих данных требует значительного времени, а иногда невозможно из-за того, что нужная информация безвозвратно утеряна. Архаичными представляются также процессы снятия некоторых физиологических параметров (в частности, средней частоты дыхания МЖ и распределения дыхательных пауз), учета и распределения лекарственных средств, параметров среды содержания. Наличие перечисленных выше недостатков привело к необходимости проведения исследования по созданию автоматизированной системы (АС), устраняющей или уменьшающей их влияние на эффективность процесса контроля физиологического состояния МЖ. Объектом этого исследования являлся

and treatment procedures are stored and submitted to a veterinarian in a handwritten or printed form. The traditional way of storage of laboratory tests' results and X-ray images is rather bulky and cumbersome. The analysis or examination based on these data takes too much time or is sometimes impossible as necessary information may be completely lost due to an inappropriate storage. Also, out-of-date approaches are used to record some of the physiological parameters (e.g. respiratory rate, distribution of respiratory pauses), environment parameters, and inventory and distribution of medicines. All of the problems listed above necessitated this study to develop an automated system (AS), which would minimize or eliminate these difficulties and make the process of physiological state monitoring more efficient. The subject of this study is to develop a domain-specific AS for collection and processing of data on physiological state of marine mammals.

процесс контроля физиологического состояния МЖ, а предметом – разработка предметно ориентированной АС сбора и обработки данных физиологического состояния морских животных.

В ходе исследования на основе представленной концептуальной модели процесса контроля физиологического состояния МЖ была создана даталогическая модель предметной области (Рис. 2).

Даталогическая модель состоит из 4 независимых и 24 зависимых сущностей, 28 идентифицирующих связей «один ко многим», 292 ключевых и неключевых атрибутов. Эта модель в дальнейшем послужила основой для создания структуры базы данных (БД) подсистемы хранения данных АС.

Результатом проведенных исследований стало создание (с использованием концептуальной и датологической модели) и введение в опытную эксплуатацию автоматизированной системы сбора и обработки данных физиологического состояния морских животных «DolphinsDB», состоящей из четырех основных функциональных подсистем:

- интерфейс пользователя;

- подсистема автоматизированного сбора информации;

- подсистема хранения данных;

- подсистема формирования отчетности.

Интерфейс пользователя предназначен для общего управления режимами функционирования АС, реализации процессов ввода данных для наполнения подсистемы хранения данных и визуализации отображения информации, сформированной подсистемой формирования отчетности.

Примером работы интерфейса пользователя служит экранная форма (Рис. 3), предназначенная для вывода информации об изменениях физиологических показателей МЖ на фоне гидрометеорологических данных среды его содержания.

Подсистема автоматизированного сбора информации предназначена для автоматизированного ввода данных о физиологических параметрах животного и состоянии окружающей среды в подсистему хранения данных.

Примером автоматизированного ввода служит процесс съема и занесения в автоматизированную систему информации о дыхательном ритме МЖ. Ранее

In the course of the study, a Logical Data model of the object domain was created (Fig. 2) based on the presented conceptual model of monitoring the physiological state of MMs.

The Logical Data model consists of 4 independent and 24 dependent entities, 28 identifying one-to-many relationships, and 292 key and non-key attributes. This model later served as the basis for creating a database structure for the data storage subsystem of AS.

The result of the study was creating (using conceptual and Logical Datal models) and putting into test operation the “DolphinsDB” AS for collecting and processing data on physiological state of marine animals, consisting of four main functional subsystems:

- user interface subsystem;

- automated data collection subsystem;

- data storage subsystem;

- reporting subsystem.

The user interface is designed for the general control of the AS operating modes, the implementation of data input processes to fill the data storage subsystem, and the visualization of the displayed information which is generated by the reporting subsystem.

An example of the user interface is an on-screen form (Fig. 3), which displays information on the physiological parameters changes in MM against the background of hydrometeorological data of its environment.

The automated data collection subsystem is designed for the automated input of data on physiological parameters of an animal and environment parameters into the data storage subsystem.

An example of automated input is the process of reading the information on the MM’s respiratory rhythms and recording it to the automated data system. Earlier this process included measurement of a MM’s exhalations during 5 minutes period using a stopwatch. The data were recorded in a notepad, and a MM’s average respiratory rate was calculated based on that. The process of recording the parameters from a large number of MMs took a long time and was performed in an ergonomically inconvenient manner. In addition, an average respiratory rate cannot be considered a sufficiently informative parameter of the respiratory rhythm; therefore, it is reasonable to use histograms

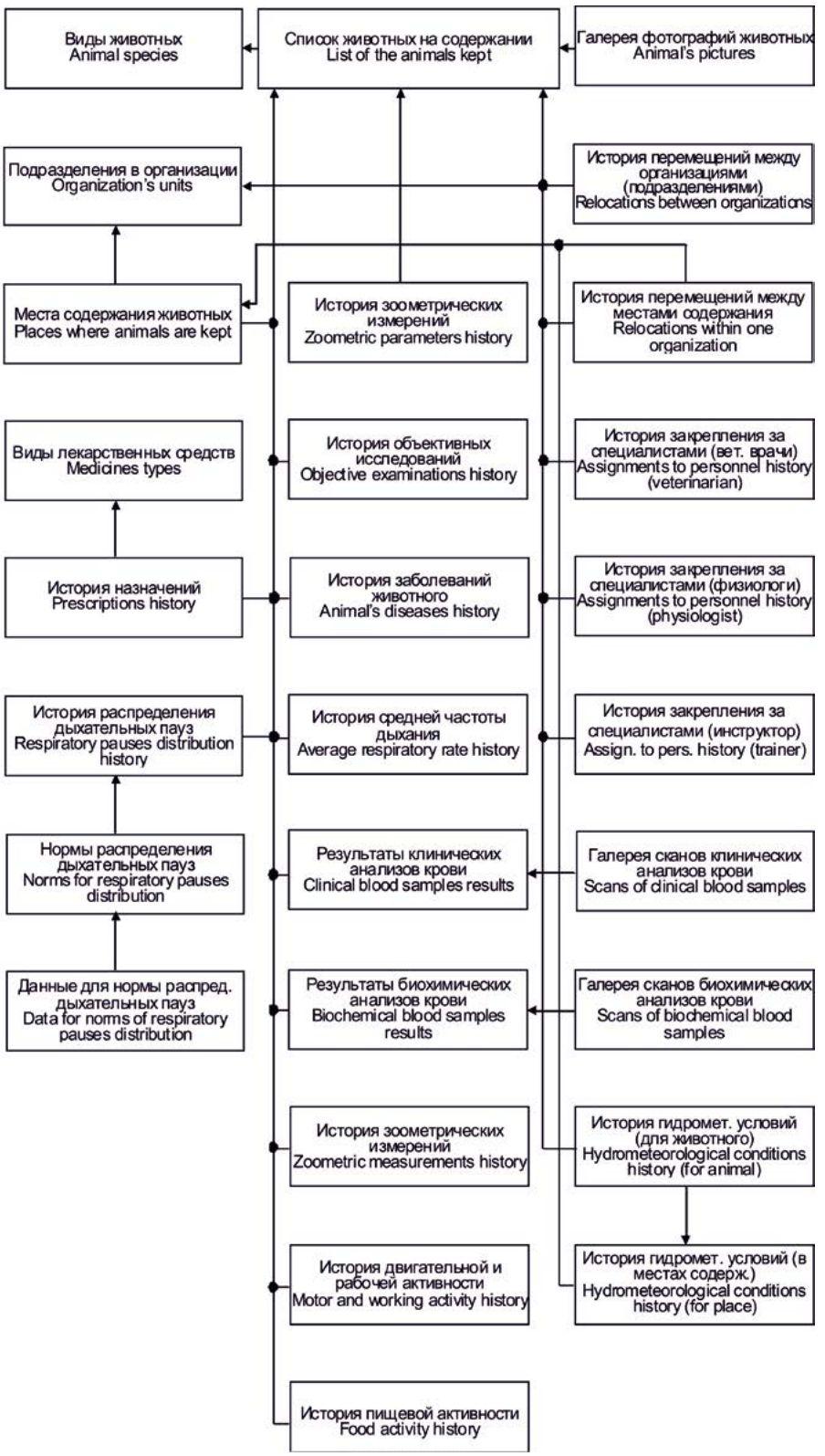


Рис. 2. Даталогическая модель предметной области.
Fig. 2. The datalogical model of the object domain.

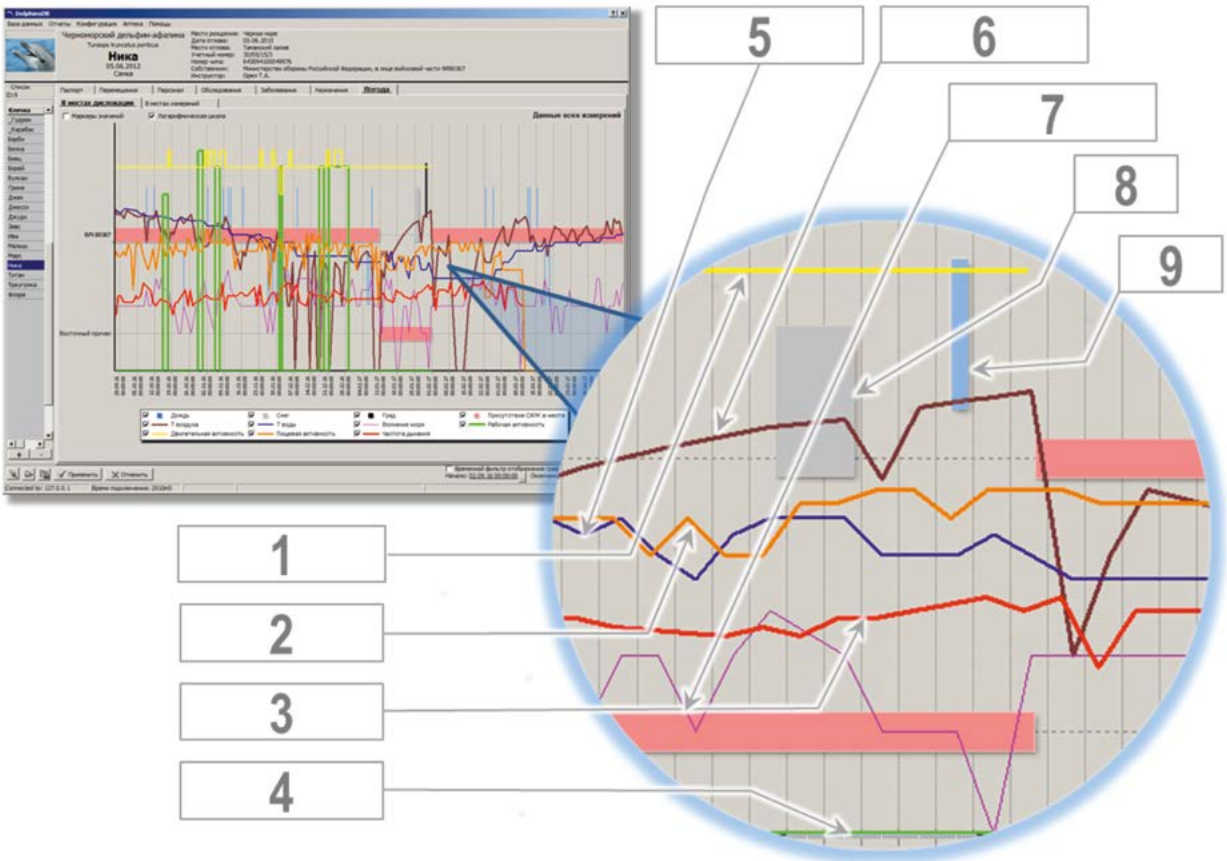


Рис. 3. Изменения физиологических показателей МЖ на фоне гидрометеорологической информации.

1 – График изменения двигательной активности МЖ; 2 – График изменения пищевой активности МЖ; 3 – График изменения частоты дыхания МЖ; 4 – График изменения рабочей активности МЖ; 5 – График изменения температуры воды в местах содержания МЖ; 6 – График изменения температуры воздуха в местах содержания МЖ; 7 – График изменения волнения моря в местах содержания МЖ; 8 – График выпадения града в местах содержания МЖ; 9 – График выпадения снега в местах содержания МЖ

Fig. 3. Changes in physiological parameters of MMs against the background of hydrometeorological information.
1 – Curve of locomotor activity changes in MMs; 2 – Curve of feeding activity changes in MMs; 3 – Curve of respiratory rate changes in MMs; 4 – Curve of working activity changes in MMs; 5 – Curve of water temperature variations in places where MMs have been kept; 6 – Curve of air temperature variations in places where MMs have been kept; 7 – Curve of sea state (wave height) in places where MMs have been kept; 8 – Curve of hailfall events in places where MMs have been kept; 9 – Curve of snowfall events in places where MMs have been kept.

этот процесс заключался в измерении при помощи секундомера моментов выдоха МЖ на протяжении 5 минут. Данные записывались в блокнот и на их основании рассчитывалась средняя частота дыхания МЖ. Этот процесс занимал много времени при снятии показателей с большого количества МЖ и производился в неудобных с точки зрения эргономики условиях. К

of respiratory pause distribution (Manikovskaya et al., 1980, Kolchinckaya et al., 1971). To eliminate the above-mentioned difficulties, in the process of creating the AS we developed a combined hardware and software system, which consists of a device running on the Android operating system (smartphone, tablet computer, etc.) and the “Forms” application.

тому же средняя частота дыхания не может считаться достаточно информативным показателем дыхательного ритма, поэтому для его характеристики целесообразно использовать гистограммы распределения дыхательной паузы (Маньковская и др., 1980; Колчинская и др., 1971). Для устранения вышеперечисленных недостатков при создании АС был разработан аппаратно-программный комплекс, состоящий из устройства под управлением операционной системы Android (смартфон, планшет и т.п.) и приложения Forms.

Процесс съема и занесения в АС информации о дыхательном ритме МЖ заключается в:

- выборе из выпадающего списка (в поле «Врач») имени специалиста, производящего измерения;

- выборе из выпадающего списка (в поле «Животное») клички МЖ, для которого производятся измерения;

- снятии показателей дыхательного ритма животного путем нажатия кнопки «Метка» на устройстве в момент выдоха в течение 5 минут;

- сохранении результатов измерений (кнопка «Сохранить»).

Данный процесс, изменяя значения в поле «Животное», можно производить неограниченное количество раз для всех животных, находящихся в выпадающем списке. Затем устройство соединяется (проводным или беспроводным способом) с компьютером, входящим в состав АС, и производится автоматический перенос данных всех произведенных измерений в подсистему хранения информации с построением для каждого МЖ гистограммы распределения дыхательной паузы. При этом обновляется содержание выпадающих списков с именами специалистов и кличками животных на подсоединяемом устройстве. Для отображения результатов проведенных измерений служит экранная форма. В средней части формы отображается гистограмма изменения средней частоты дыхательного ритма МЖ как за весь промежуток времени накопления данных, так и за период, ограниченный временным фильтром. В левой нижней части формы отображена гистограмма распределения дыхательной паузы МЖ для выбранного времени измерения, которая наложена на гистограмму нормы распределения дыхательной паузы для выбранного животного.

Подсистема хранения данных предназначена для хранения информации:

- паспортных данных морского животного;

The process of recording the information on MM's respiratory rhythm to the AS is as follows:

- selecting the name of the specialist from the drop-down list (in the field "Doctor") responsible for recording the parameters;

- selecting the name of the animal (from the drop-down list in the field "Animal") whose parameters are recorded;

- recording the MM's respiratory rhythm parameters by pressing the "Mark" button on the device at the moment of exhalation within 5 minutes;

- saving the results of measurements ("Save" button).

This process can be repeated an unlimited number of times for all the animals in the drop-down list by changing the value in the "Animal" field. The device is then connected (via a data cable or wireless network) to the computer that is a part of the AS and automatically transfers all the measurements to the data storage subsystem, simultaneously building a histogram of respiratory pause distribution for each MM. At the same time, the content of the drop-down lists with the names of specialists and animals in the connected device is updated. To display the results of the measurements we use an on-screen form. In the middle of the form, a histogram of changes in MM's average respiratory rate is displayed both for the entire period of data collection and for the period limited by a time filter. In the left bottom part of the form is a histogram of respiratory pause distribution for the selected time period. These data are superimposed on the histogram of the normal respiratory rate distribution sample for the selected animal.

The data storage subsystem is designed to store the following information:

- passport data of the MMs;

- animal movement between the places of containment;

- assignment of personnel responsible for the MMs;

- results of examinations;

- weather and environmental conditions in the places where the MMs are kept;

- receipts and application of medications;

- time schedule and dosage of medications.

- перемещениях МЖ между местами содержания;

- закреплении МЖ за специалистами (персоналом);

- результатах объективных исследований;

- состоянии погоды и окружающей среды в местах содержания МЖ;

- поступлении и расходовании лекарственных препаратов;

- расписании приема лекарственных препаратов.

Основой подсистемы является БД, структура которой создана на основе датологической модели предметной области, представленной на рисунке 2. БД функционирует под управлением системы управления базами данных MySQL. Выбор данной СУБД обусловлен ее надежностью, простотой и открытым исходным кодом.

Взаимодействие подсистемы хранения данных с интерфейсом пользователя осуществляется с использованием технологии «клиент-сервер». Использование данной технологии снимает большинство проблем работы большого количества пользователей в режиме реального времени, т.к. ее реализация обеспечивает устойчивость и надежность (Крёнке, 2003).

Наименование параметров, сохраняемых в подсистеме хранения данных, может отличаться для различных видов МЖ. Так, например, для черноморского дельфина афалина (*Tursiops truncatus ponticus*) сохраняемыми параметрами являются длина рострума, размах хвостового плавника, высота спинного плавника и т.д. Очевидно, что для сивуча (*Eumetopias jubatus*) перечень параметров будет несколько отличаться. Для обеспечения возможности сохранения данных различных видов животных в одной таблице в состав базы данных АС введена таблица соответствия видов МЖ и наименований полей данных. Введение этой таблицы обеспечивает гибкость АС путем предоставления возможности пользователю самостоятельно определять наименование параметров для любого вида МЖ.

Подсистема формирования отчетности предназначена для формирования и предоставления посредством интерфейса пользователя отчетности в виде:

- экранных форм представления информации;

- бумажных документов по шаблонам, содержание которых задается пользователем.

АС может функционировать в двух вариантах: сетевом и автономном (т.н. режим портфеля (Осипов,

The basis of this subsystem is a database with its structure based on the Logical Data model of the object domain, shown in Fig. 2. The database is operated under the MySQL database control system. This database control system was chosen because of its reliability, simplicity, and open source code.

The interaction of the data storage subsystem with the user interface is performed using the “client-server” technology. The use of this technology resolves most of the problems when a large number of users are working in the real time mode, because its implementation provides stability and reliability (Krenke, 2003).

The names of the parameters stored in the data storage subsystem may differ for different species of MMs. Thus, for the Black Sea bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus ponticus*), such parameters as rostrum length, size of tail flukes, dorsal fin height etc. has been preserved. Obviously, for the Steller’s sea lions (*Eumetopias jubatus*), the list of parameters will be slightly different. In order to ensure that data were saved from various species in a single table, another table for matching between the species of MMs and the names of their data fields has been added to the AS database. It provides AS with the flexibility that allows a user personally select the parameters for any of the MM species.

The reporting subsystem is designed to compose reports via the user interface in the form of:

- on-screen forms of representation of information;

- paper documents based on templates, the content of which is set by user.

The AS can function in two versions: network and autonomous (so-called portfolio mode (Osipov, 2012)). The network version is the main one. The autonomous version is used only to account for medications.

The network version of the AS is implemented by organizing a system of automated workstations for the personnel with the main server. The information is exchanged between them via the local computer network.

This scheme may vary depending on the structure of organization and the functional duties of the specialists. In particular, the main server can be combined with any workstation. It is also possible to install the entire system on one computer, but it

2012)). Сетевой вариант функционирования является основным. Автономный вариант реализован только для работы по учету лекарственных препаратов.

Сетевой вариант функционирования АС реализуется путем организации автоматизированных рабочих мест (АРМ) специалистов и главного сервера. Обмен информацией между ними происходит по локальной вычислительной сети.

Данная схема может изменяться в зависимости от организационной структуры конкретной организации и функциональных обязанностей специалистов. В частности, главный сервер можно совместить с каким-либо АРМ. Также возможен вариант размещения всей системы на одном компьютере, но при этом возникает необходимость распараллеливания рабочего времени разных специалистов за одним компьютером.

В настоящее время проводятся исследования по адаптации системы для учета состояния окружающей среды при содержании животных в закрытых помещениях (вольерах), а также по учету параметров физиологического состояния других видов млекопитающих (служебных собак).

При разработке программного обеспечения АС были использованы: среда программирования Embarcadero CodeGear Delphi 2009, система управления базами данных MySQL 5.5.54, система генерации отчетов FastReport 4.9.31, программа создания установочных пакетов Wise InstallMaster 8.1.

Функционирование разработанного программного обеспечения протестировано на совместимость работы с операционными системами Microsoft Windows (XP (sp3 32-bit), 7 (32, 64-bit), 8 (32, 64-bit)), Android 4.4, антивирусным программным обеспечением Dr. Web.

Программное обеспечение АС заявлено для государственной регистрации в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (правообладатель - Федеральное казенное учреждение «Войсковая часть 40056», 125413, Российская Федерация, г. Москва А-413, ул. Онежская д. 26 А, (RU)). После регистрации правообладателем будет принято решение о возможности распространения программного обеспечения.

Таким образом, применение описанной АС позволяет повысить эффективность процесса контроля физиологического состояния морских животных за счет:

- повышения качества и скорости обработки информации, необходимой ветеринарному врачу для оценки физиологического состояния морских животных;

becomes necessary to schedule the working time of different specialists on the same computer.

Currently, the studies are carried out to adapt the system for registration of environment conditions in case animals are kept in closed spaces (open-air cages), and also for registration of physiological state parameters of other mammal species (service dogs).

The AS software was developed with the help of: Embarcadero CodeGear Delphi 2009 programming environment, MySQL 5.5.54 database control system, FastReport reporting system 4.9.31, and Wise InstallMaster 8.1, a program for creating installation packages.

The developed software has been tested for compatibility with: the Microsoft Windows operating system (XP (sp3 32-bit), 7 (32, 64-bit), 8 (32, 64-bit)), Android 4.4, and Dr. Web antivirus software.

The software is pending the state registration by the Federal Service for Intellectual Property (the legal owner: Federal governmental institution “Military unit 40056”, 125413, Russian Federation, Moscow A-413, ul. Onezhskaya, 26A, (RU)). After registration, the legal owner will take a decision concerning the distribution of the software.

In conclusion, the use of this AS makes it possible to increase the efficiency of physiological state monitoring of marine mammals by:

- improving the quality and rate of processing the information necessary for a specialist to evaluate the physiological state of marine mammals;

- increasing the diagnostic accuracy and improving the control of treatment procedures;

- opportunity of rapid inventory of medications and assessment of treatment procedure costs;

- reduction of paper workflow and shorter time to compose and issue the standard reporting documents.

- повышения точности постановки диагноза и улучшения оперативности контроля за ходом лечебного процесса;

- возможности оперативного учета лекарственных средств и затрат на лечение;

- сокращения бумажного документооборота и повышения скорости формирования и выдачи типовых отчетных документов.

Список использованных источников / References

Маньковская Т. Н., Колчинская А. З., Мисюра А. Г. 1980. Дыхание и кислородные режимы организма дельфинов. Киев : Наукова думка. [Manikovskaya T.N., Kolchinckaya A.Z., Misiura A.G. 1980. Breathing and oxygen modes of dolphin's organism. Kiev: Naukova dumka. IN RUSSIAN].

Колчинская А.З., Карандеева О.Г., Мищенко В.С., Шапунов В.М., Матишева С.К.,Степанов Ю.В. 1971. О дыхании афалин. Киев : Бионика. [Kolchinckaya A.Z., Karandeeva O.G., Mischenko V.S., Shapunov V.M., Matisheva S.K., Stepanov Y.V. 1971. On respiration in Black Sea bottlenose dolphins. Kiev: Bionics. IN RUSSIAN].

Крёнке Д. 2003. Теория и практика постороения баз данных. СПб : Питер. [Krenke D. 2003. The theory and practice of databases constructing. St.-Petersburg: Piter. IN RUSSIAN].

Осипов Д.Л. 2012. Delphi XE2 - разработка VCL приложений под Win32 и Win64. СПб : БХВ - Петербург. [Osipov D.L. 2012. Delphi XE2 - Development VCL applications under Win32 and Win64. St.-Petersburg: BHV - Peterburg. IN RUSSIAN].

Пахомов М.В.

Исследование способности серых и гренландских тюленей ассоциировать объекты по признаку цветности

Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра Российской академии наук (ММБИ КНЦ РАН), Мурманск, Россия

Pakhomov M.V.

Investigation of the ability of gray and harp seals to associate objects on the basis of chromaticity

Murmansk Marine Biological Institute of Kolsky Science Center of the Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-243-249

Многие анатомические и физиологические особенности органов зрительной системы ластоногих указывают на то, что зрение играет в их жизни важную роль для различных биологических функций, таких как добыча пищи, ориентация и коммуникация. Зрительная система ластоногих функционирует в двух кардинально отлич-

Many anatomical and physiological features of the visual system in pinnipeds indicate that vision plays an important role in their life, being involved in various biological functions such as feeding, orientation, and communication. The visual system of pinnipeds perform in two environments, air and water, that radically

ных по оптическим характеристикам средах – воздушной и водной, а также подвергается резким перепадам освещенности. Если в воздушной среде световой поток мало изменяется на дистанциях зрительного восприятия, то в водной среде световой поток подвергается более сильному преломлению, ослаблению, рассеянию и спектральным смещениям.

Исследования поведенческих реакций позволяют оценить весь зрительный процесс – от рецепции до изменения поведения – и поэтому могут быть применены для изучения таких процессов, как цветовое зрение ластоногих.

В ходе предыдущих работ была показана возможность выработки дифференцировочного условного рефлекса у кольчатых нерп, гренландских и серых тюленей (Войнов и др. 2013; Пахомов и др. 2017). Гренландские тюлени были способны дифференцировать только синий и красный цвета. Серые тюлени и кольчатые нерпы оказались способны отличать друг от друга пять основных спектральных цветов (красный, желтый, зеленый, голубой, синий), а также отличать эти цвета от аналогичных им по «светлоте» оттенков серого.

Тем не менее, результаты этих экспериментов демонстрировали только тот факт, что подопытные животные способны запомнить один цвет и выбирать объект того же цвета из двух предложенных, таким образом действуя методом исключения. В то же время наиболее современная трактовка цветового зрения постулирует, что цветовосприятие – это способность фотоактивного излучения с определенным набором длин волн вызывать схожие реакции фотофиксирующих устройств для биологических объектов с развитой нервной системой – ощущения (Исаев, Теплых 2011). Это означает, что если животное ощущает цвет, то оно способно, во-первых, запомнить это ощущение, во-вторых, сравнить это ощущение с ощущением той же модальности и, в-третьих, ассоциировать его с ощущением другой модальности. Одним из методов исследования такой сенсорно-когнитивной функции ластоногих, как цветовосприятие, является метод обучения животного «Выбору по образцу», используя в качестве основного стимула цвет объекта, а в качестве ассоциативного – звук. Если исследуемый тюлень будет способен сравнить цвет демонстрируемого объекта и цвет объекта цели, а также ассоциировать цвет с определенным звуком, то можно будет заключить, что цвет объекта является для тюленя значимым стимулом, участвующим в когнитивной деятельности животного. С этой целью была проведена экспериментальная работа с группой тюленей.

different in optical characteristics, and also undergoes sharp drops in illumination. In the air, the luminous flux changes very little at distances of visual perception, whereas in the aquatic environment, the luminous flux is a subject to more pronounced refraction, attenuation, scattering, and spectral shifts.

Studies of behavioral reactions make it possible to evaluate the entire visual process from reception to behavioral change and, therefore, can be applied to investigate such processes as the color vision in pinnipeds.

In the course of previous studies, we showed the possibility of developing a differentiating conditioned reflex in the ringed, harp, and gray seals (Voynov et al. 2013; Pakhomov et al. 2017). Harp seals were only able to distinguish between blue and red. Gray and ringed seals were able to differentiate five main spectral colors (red, yellow, green, cyan, and blue) from each other, and also to differentiate these colors from shades of gray similar to them in lightness.

However, the results of these experiments demonstrated only the fact that the experimental animals were able to memorize one color and select an object of the same color from the two proposed, thus, acting by the method of elimination. At the same time, the most recent interpretation of the color vision concept postulates that color perception is the capability of photoactive radiation with a specific set of wavelengths to cause similar reactions of photo-fixing devices, or, for biological objects with a developed nervous system, sensations (Isaev, Teplykh 2011). This means that, if an animal feels a color, it is able, first, to remember this sensation; second, to compare this sensation with the sensation of the same modality; and, third, to associate it with a sensation of another modality. One of the methods for studying such sensory-cognitive function in pinnipeds as color perception is the method of teaching an animal “Choice by example”, using the color of an object as the main stimulus, and the sound as an associative stimulus. If the examined seal is able to compare the color of the object being shown and the color of the target object, and also associates the color with a specific sound, then it can be concluded that the color of an object is a significant stimulus for the seal that involved in its cognitive activity. For this purpose, an experimental work was carried out with a group of seals.

The study was carried out at the Murmansk Marine Biological Institute (MMBI) aquacomplex, Polyarny town, from 2013 to 2015. The experimental animals were four harp seals (*Pagophilus groenlandicus*

Работы проводились на аквакомплексе ММБИ в г. Полярный в период с 2013 по 2015 годы. Исследуемыми животными были 4 особи гренландского тюленя (*Pagophilus groenlandicus* Erxleben, 1777) и 4 особи серого тюленя (*Halichoerus grypus* Fabricius, 1791). Животные длительное время содержались в вольерах, были доместицированы, питались размороженной рыбой. Ранее данные особи уже участвовали в работах по изучению цветового зрения, в ходе которых обучались дифференцировочному условному рефлексу, где стимулом выступал цвет объекта. К началу данных экспериментальных работ все животные были здоровы, имели стабильную «установку на обучение», в ходе ряда научно-исследовательских и научно-практических работ были обучены парадигме «выбор по образцу».

Концепция эксперимента заключалась в исследовании способности подопытных особей запомнить три цвета и при демонстрации объекта выбрать табличку того же цвета. Также исследовалась способность подопытных особей связывать цвет с определенной голосовой командой.

Для проведения эксперимента были изготовлены три таблички из пластика размерами 20 на 20 см (Рис.). Таблички размещались на штативе на расстоянии 40 см друг от друга, штатив крепился на стенку вольера на высоту 5 см от уровня воды. Крепление табличек позволяло быстро изменять их взаиморасположение, чтобы тюлень не ассоциировал цвет объекта или голосовую команду с местоположением таблички. Также были изготовлены три группы демонстрационных объектов: объекты с простой геометрией (кегля, цилиндр, куб, параллелепипед, шар) и объекты со сложной геометрией (макеты утюга и утенка). Таблички и демонстрационные объекты были окрашены водостойкими акриловыми красками: RAL 3001 «Сигнальный красный», RAL 6029 «Зеленый», RAL 5015 «Небесно-синий». Согласно стандарту RAL, данные красители обладают схожими показателями светлоты и насыщенности и отличаются только по цветовому тону, что должно затруднять распознание объектов «по яркости».

В качестве звуковых стимулов использовались голосовые команды «Рэд» - для красного цвета, «Грин» - для зеленого цвета и «Блю» - для синего цвета.

Работы проводили в светлое время суток при естественной дневной освещенности (прямые солнечные лучи: 1200 – 1400 Лк у поверхности воды; рассеянная освещенность при облачности: 800 – 1100 Лк у поверхности воды) в отсутствие атмосферных осадков,

Erxleben, 1777) and four gray seals (*Halichoerus grypus* Fabricius, 1791). The animals had been kept in enclosures for a long time, domesticated, and fed with a defrosted fish. Previously, the same individuals had already been involved in the color vision research, in the course of which they had learnt a differentiation conditioned reflex, with the color of objects being the stimulus. At the beginning of these experiments, all animals were healthy, had a stable “fixation on training”, and, during a number of research and practical science projects, were trained based on the “choice by example” paradigm.

The concept of the experiment was to study the ability of the experimental animals to memorize three colors and, when an object is shown, choose a plate of the same color. The ability of the animals to associate color with a specific voice command was also investigated.

For the experiment, three plastic plates 20 × 20 cm were made (Fig.). The plates were attached to a holder at a distance of 40 cm from each other; the holder was mounted on the wall of the enclosure to a height of 5 cm from the water level. The design of plates’ mounting made it possible to quickly change their positions respective to each other so that the seal could not associate a color of the object or a voice command with the position of the plate. Three groups of demonstration objects were also made: objects with simple geometry (a pin, cylinder, cube, parallelepiped, and sphere) and objects with complex geometry (models of an iron and a duckling). The plates and the demonstration objects were painted with waterproof acrylic paints: RAL 3001 “Signal red”, RAL 6029 “Green”, and RAL 5015 “Sky blue”. According to the RAL standard, these paints have similar values of lightness and saturation, and differ only in color tone, which should make it difficult to recognize objects “by brightness”.

The following voice commands were used as sound stimuli: “Red” for the red color, “Green” for the green color, and “Blue” for the blue color.

The study was carried out in the daytime under a natural ambient light (1200–1400 lx on the water surface under a direct sunlight; 800–1100 lx on the water surface under diffuse illumination in a cloudy weather), in the absence of precipitation that affects visibility, and irritating factors (such as active operations in the adjacent waters, high waves, and strong wind).

As food reinforcement and encouragement, we used defrosted herring sliced to 80-gram (for gray seals) and 40-gram pieces (for harp seals). The total weight

влияющих на видимость, а также раздражающих факторов (активные работы на акватории, значительное волнение и сильный ветер).

В качестве пищевого подкрепления и поощрения использовалась нарезанная кусочками по 80 г (серые тюлени) и по 40 г (гренландские тюлени) дефростированная сельдь. Общий вес корма во время проведения эксперимента составлял 75% от обычной нормы кормления каждого животного.

Схема эксперимента выглядела следующим образом (Рис.): в вольере закреплялся штатив с табличками; тюлень по команде тренера занимал стартовую позицию на расстоянии двух метров от табличек; тюленю в течение 5-10 секунд предъявлялся демонстрационный объект, затем подавалась команда «Ищи» (только жестом) и параллельно произносилась голосовая команда, соответствующая демонстрируемому цвету; если тюлень касался таблички того же, что и демонстрационный объект, цвета, то получал пищевое подкрепление.

Эксперимент разделялся на два этапа: этап обучения и этап тестирования. На этапе обучения тюленя тренировали, во-первых, по команде «Рядом» занимать стартовую позицию и по команде «Ищи» касаться таблички, во-вторых, рассматривать демонстрационный объект в руке тренера.

Затем постепенной заменой голосового варианта команды «Ищи» вводили голосовую команду, соответствующую одному из трех цветов. Тюленей последовательно обучали ассоциировать красный цвет, затем синий и зеленый, при этом на штатив крепилась только табличка соответствующего цвета. Данный этап занимал в среднем по 5 тренировок на каждый цвет у серых тюленей и по 10 тренировок на каждый цвет у гренландских тюленей. На этом этапе общее количество предъявлений было не ограничено, тренировка заканчивалась, когда тюлень суммарно набирал 10 верных выборов. Тренер был не ограничен в методиках обучения, и в ряде случаев применялся метод «наталкивания» на верный выбор, поэтому данные по динамике обучения носили субъективный характер и в статье не приводятся.

На этапе тестирования с каждым животным было проведено три серии испытаний по 20 тестовых занятий. На каждом занятии было строго по 15 предъявлений (каждый цвет демонстрировался 5 раз за «тренировку»). Такое относительно небольшое количество предъявлений за занятие было выбрано для того, чтобы исключить влияние усталости и насыщения у подопытного животного. Тюленю предъявляли стразу все три таблички, закрепленные на штативе.

of the feed during the experiment was 75% of the normal feeding ration of an each animal.

The scheme of the experiment was as follows (Fig.): the holder with the plates is mounted onto the enclosure wall; by the command of the trainer, a seal takes a starting position at a distance of two meters from the plates; a demonstration object is presented to the seal for 5–10 seconds, then the command “Search” (a gesture only) is given, and a voice command corresponding to the shown color is pronounced simultaneously; if the seal touches the plate of the same color as that of the demonstration object, it received food reinforcement.

The experiment was divided into two stages: learning and testing. At the learning stage, the seals were trained (1) to hold the starting position by the command “Near”, touch the plate by the command “Search”, and (2) look at the demo object in the trainer’s hand.

Then, the voice variant of the “Search” command was gradually replaced by the voice command corresponding to one of the three colors. The seals were consecutively trained to associate red, then blue, and green with the plate of only the corresponding color attached to the holder. This stage took an average of 5 training sessions for each color in gray seals and 10 sessions for each color in harp seals. At this stage, the total number of presentations was not limited; the training was completed when a seal gained a total of 10 correct choices. The trainer was not limited in teaching methods, and, in some cases, the “pushing” method was used to make the right choice; therefore, the data on the learning dynamics were subjective and are not provided in the article.

At the testing stage, three test series of 20 test sessions were performed with each animal. Each session included strictly 15 presentations (each color was demonstrated 5 times per “training”). Such a relatively small number of presentations per session was set up in order to eliminate the effect of fatigue and saturation in an experimental animal. Each seal was presented all three plates, mounted on the holder, at a time.

Thus, in each series for each color, a cumulative sample of 300 tests was obtained. The “randomness” of the choice was tested using the binomial distribution (B), where the number of tests per each session (n) was 100; the success rate (p) was 0.33, since a choice was made from three plates.

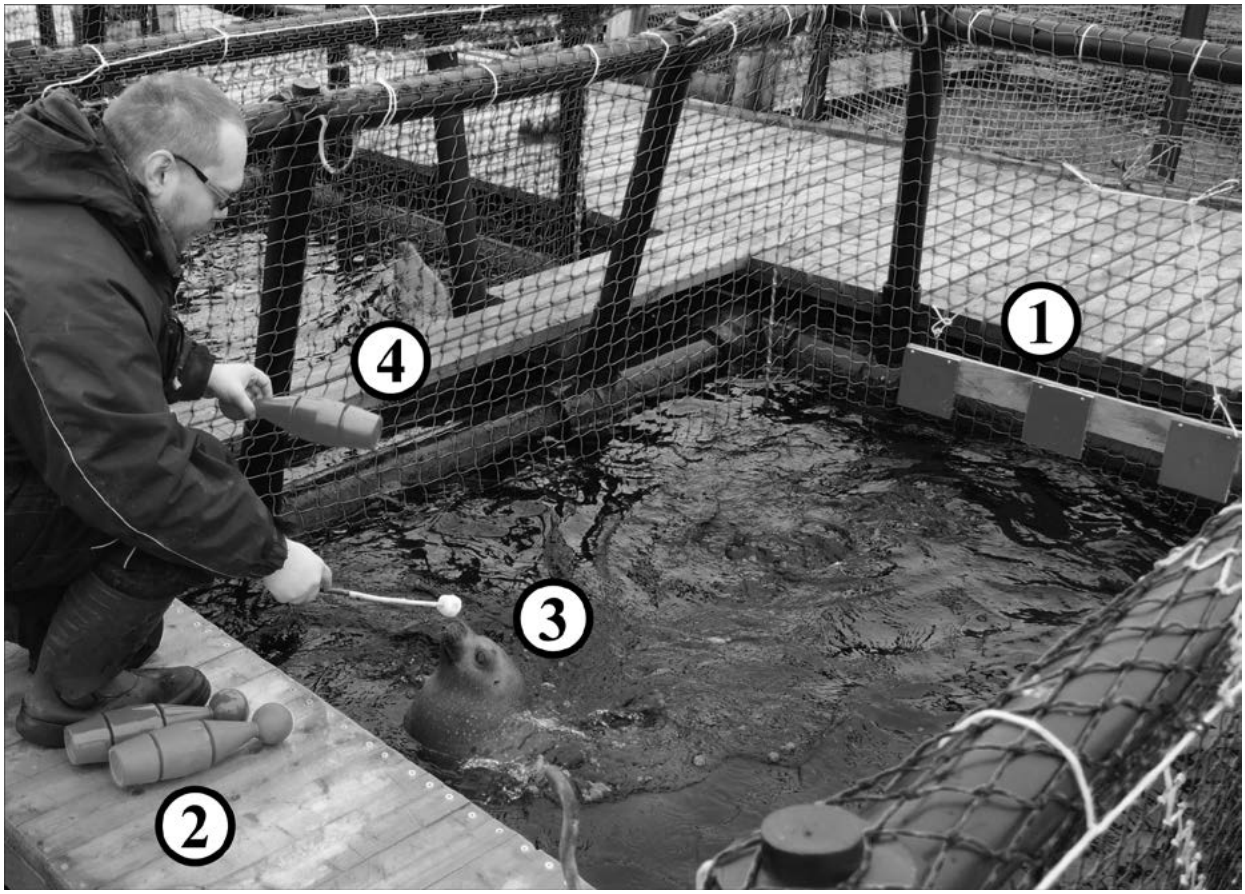


Рис. Схема проведения экспериментальных работ: 1 – штатив с табличками; 2 – демонстрационные объекты; 3 – тюлень в стартовой позиции; 4 – демонстрация объекта тюленю.

Fig. Scheme of the experimental work: (1) the holder with plates; (2) demonstration objects; (3) a seal in the starting position; (4) an object demonstrated to the seal.

Таким образом, в каждой серии для каждого цвета была получена совокупная выборка в 300 испытаний. Проверку на «случайность» выбора проводили с помощью биномиального распределения (B), где количество испытаний на каждую сессию (n) составляло 100, вероятность успеха (p) – 0.33, так как выбор осуществлялся из трех табличек.

На первой серии тестовых занятий тюленю предъявлялись и демонстрационный объект, и голосовая команда. На второй серии – только демонстрационный объект, голосовая команда не подавалась. На третьей серии тюленю подавалась только голосовая команда, без предъявления демонстрационного объекта.

Анализ результатов эксперимента показал, что все 4 особи гренландского тюленя смогли достоверно ассоциировать (B=1) только красный цвет: доля верных ответов составила в среднем 83.50% – при предъяв-

In the first series of test sessions, both a demonstration object and a voice command were presented to the seal. In the second series, only the demo object was presented, and the voice command was not given. In the third series, only the voice command was given without presenting the demo object.

An analysis of the results of the experiment showed that all four harp seals could reliably associate (B = 1) only red color: the proportion of correct answers averaged at 83.50% with presenting a demonstration object and giving a voice command (standard deviation was 1.75%); 84.75 ± 2.25%, with presenting only the demo object and giving the “Search” gesture command; and 85 ± 5.50%, with giving a voice command only. At that, recognition errors distributed relatively evenly between blue and green (45% and 55%, respectively). In the case of demonstrating blue and green colors, the proportion

лении демонстрационного объекта и голосовой команды (стандартное отклонение составило 1.75%); 84.75 ± 2.25% – при предъявлении только демонстрационного объекта и жестовой команды «Ищи»; 85 ± 5.50% – при подаче только голосовой команды. Причем ошибки распознавания разделились относительно равномерно между синим и зеленым цветом (45% и 55% соответственно). При демонстрации синего и зеленого цветов доля верных ответов во всех сериях не превышала 49.25 % (B=0.47) – для зеленого цвета и 47.00% (B=0.34) – для синего, показывая случайность выбора. В 94% неверных ответов гренландские тюлени «путали» синий и зеленый цвета между собой и только в 4% случаев «путали» эти цвета с красным.

В первой серии тестовых занятий, когда предъявлялись и демонстрационный объект, и голосовая команда, серые тюлени достоверно (B=1) распознавали красный цвет в 96 ± 1.00% испытаний, зеленый цвет – в 87.75 ± 0.75% и синий цвет – в 94.25 ± 0.75% испытаний. Во второй серии тестовых занятий, когда тюленю демонстрировался только объект, доля верных ответов снизилась и составила: красный – 84 ± 0.5%, зеленый – 82 ± 0.5%, синий – 93 ± 1.5%. В третьей серии тестовых тренировок, когда тюленю подавалась только голосовая команда, без демонстрации объекта, доля верных ответов относительно первой серии изменилась незначительно: красный – 84 ± 1%, зеленый – 81 ± 0.5%, синий – 81.5 ± 1%. Ошибки распознавания распределились равномерно между всеми цветами.

Ряд исследований, представленных в научной литературе, показали отсутствие у ластоногих синечувствительных пигментов (Peichl at all. 2001) и неспособность некоторых представителей дифференцировать цвет, несмотря на наличие колбочек в сетчатке (Scholtyssek at all. 2015), что согласуется с результатами для подопытных гренландских тюленей, которых традиционно относят к монохроматам (Peichl at all. 2001). Можно заключить, что гренландские тюлени используют колбочковый аппарат только с длинноволновыми фотопигментами, так как в данном исследовании они четко дифференцировали красный цвет от средневолнового зеленого и коротковолнового синего. Если бы подопытные тюлени ориентировались только по «светлоте», то, учитывая спектр поглощения родопсина палочек ластоногих, зеленый цвет должен был отличаться от красного и синего цветов, которые являются более темными.

Способность подопытных особей серого тюленя дифференцировать друг от друга объекты разных цветов и

of correct answers in all the series did not exceed 49.25% (B = 0.47) for green and 47.00% (B = 0.34) for blue, which indicates randomness of the choice. In 94% of incorrect answers, the harp seals “confused” the blue and green colors with each other, and only in 4% of the cases they “confused” these colors with red.

In the first series of test sessions, when both a demonstration object and a voice command were presented, gray seals reliably (B = 1) recognized the red color in 96 ± 1.00% of the tests, the green color in 87.75 ± 0.75%, and the blue color in 94.25 ± 0.75%. In the second series of tests, when only the object was demonstrated to the seal, the proportion of correct answers decreased and amounted to: 84 ± 0.5% for red, 82 ± 0.5% for green, and 93 ± 1.5% for blue. In the third series, when only a voice command was given to a seal, without demonstrating an object, the proportion of correct answers changed slightly compared to the first series: 84 ± 1% for red; 81 ± 0.5% for green, and 81.5 ± 1% for blue. The recognition errors distributed evenly among all colors.

A number of studies published in the scientific literature report the lack of blue-sensitive pigments in pinnipeds (Peichl at al., 2001) and the inability of some members of this clade to differentiate colors, despite the presence of cones in the retina (Scholtyssek at al., 2015), which is consistent with the results of experiments with harp seals, traditionally referred to as monochromats (Peichl at al., 2001). It can be concluded that harp seals only use the cone apparatus with long-wave photopigments, because in this study they clearly differentiated the red color from the medium-wave green and short-wave blue. If the experimental seals were oriented only by “lightness”, then, taking into account the absorption spectrum of rhodopsin in pinnipeds, the green color should be different from the red and blue colors, the later ones being darker.

The ability of the experimental gray seals to differentiate objects of different colors from each other and to associate several colors with sound stimuli indicates that these animals have a sufficiently developed color perception apparatus. The discrepancy between the results of the study and the expected results for gray seals, which are supposedly weak dichromats, can be explained by the fact that modern theories on color perception have a lot of contradictions. Isaev and Teplykh (2011) summarized that: according to some cytological and immunological studies, certain photo pigments are absent from the cones of the retina in these animals, and, therefore, they are claimed to be

ассоциировать несколько цветов со звуковыми стимулами показывает наличие у этих животных достаточно развитого аппарата цветовосприятия. Несоответствие результатов исследования с ожидаемыми результатами для серых тюленей, которые предположительно являются слабыми дихроматами, можно объяснить тем, что современные теории цветовосприятия имеют массу противоречий (Исаев, Теплых, 2011), когда цитологические и иммунологические исследования показывают отсутствие у животного определенных фотопигментов в колбочках сетчатки и, следовательно, отказывают таким животным в цветовом зрении, в то время как поведенческие эксперименты демонстрируют способность этих животных различать цвета. Так, опыты, проведенные с лошадьми (Carroll et al., 2001), крысами (Chiao et al., 2000), летучими мышами (Wang, Oakley 2004), собаками и лисами (Jacobs, et al., 1993), показали, что эти животные, несмотря на отсутствие некоторых типов фотопигментов, были способны дифференцировать цвет объектов.

devoid of color vision, while behavioral experiments demonstrate their ability to distinguish between colors. Thus, experiments with the horses (Carroll et al., 2001), rats (Chiao et al., 2000), bats (Wang, Oakley 2004), dogs, and foxes (Jacobs, et al., 1993) showed that these animals, despite the lack of some types of photopigments, are able to differentiate objects colors.

Список использованных источников / References

Исаев А.А., Теплых Д.А. 2011. Философия Цвета. Феномен цвета в мышлении и творчестве. Москва: Флинта, 180 стр. [Isaev A.A., Teplykh D.A. 2011. The phenomenon of color in thinking and creativity. Moskow: Flinta, 180 p. IN RUSSIAN]

Войнов В.Б., Зайцев А.А., Литвинов Ю.В., Михайлюк А.Л., Пахомов М.В. 2013. Сенсорные возможности арктических тюленей в морских биотехнических системах // Вестник Южного Научного Центра РАН, 9(4): 87-95. [Voinov V.B., Zaytsev A.A., Litvinov U.B., Mikhaylyuk A.L., Pakhomov M.V. 2013. Sensory abilities of the Arctic seals in marine biotechnical systems. Vestnik of Southern Scientific Center of Russian Academy of Sciences, 9(4): 87-95. IN RUSSIAN]

Пахомов М.В., Ишкулов Д.Г., Зайцев А.А. 2017. Влияние оптических характеристик среды на цветовое зрение настоящих тюленей // Вестник Мурманского государственного технического университета, 2017. Т. 20(2):472-479. [Pakhomov M. V., Ishkulov D. G., Zaytsev A. A. The influence of the optical characteristics of the environment on color vision of earless seals // Vestnik of MSTU. 2017. 20(2): 472-479. IN RUSSIAN]

Carroll J., Murphy C. J., Neitz M., Ver Hoeve J. N., Neitz J. 2001. Photopigment basis for dichromatic color vision in the horse // Journal of Vision, 1: 80–87.

Chiao C.C., Vorobyev M., Cronin T. W., Osorio D. 2000. Spectral tuning of dichromats to natural scenes // Vision Research, 40: 3257–3271.

Jacobs G. H., Deegan J. F., Crognale M. A., Fenwick J. A. 1993. Photopigments of dogs and foxes and their implications for canid vision // Visual Neuroscience, 10: 173–180.

Peichl L., Behrmann G., Kroger R.H.H. 2001. For whales and seals the ocean is not blue: a visual pigment loss in marine mammals // European Journal of Neuroscience, 13: 1520-1528.

Scholtyssek C., Kelber A., Dehnhardt G. 2015. Why do seals have cones? Behavioural evidence for colourblindness in harbour seals // Animal cognition, 18(2): 551–560.

Wang D., Oakley T. 2004. Molecular evolution of bat color vision genes // Molecular Biology and Evolution, 21: 295–302.

Романов В. В.[1], Алекнайте И.А.[2], Волков С.М.[2], Кирилюк П.В.[2]

Медико-ветеринарный мониторинг байкальских нерп (*Pusa sibirica*) в условиях океанариума. Показатели состояния здоровья животных первых 2,5 лет жизни

1. ООО “Белый кит”, Москва, Россия
2. Центр океанографии и морской биологии “Дельфиния”, Новосибирск, Россия

Romanov V.V.[1], Aleknaite I.A.[2], Volkov S.M.[2], Kirilyuk P.V.[2]

Medical and veterinary monitoring of captive Baikal seals (*Pusa sibirica*) kept in an aquarium. The health parameters during the early 2.5 years of life

1. “Bely Kit”, Moscow, Russia
2. “Delfiniya” Center of Oceanography and Marine Biology, Novosibirsk, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-250-259

Неотъемлемым условием успешного содержания байкальских нерп в океанариуме является регулярное медико-ветеринарное наблюдение, базирующееся на анализе объективных показателей состояния здоровья животных. Корректная интерпретация результатов обследований конкретных особей опирается на знание видовых и индивидуальных нормативов клинически значимых показателей. В то же время спектр таких индикаторных показателей для байкальских тюленей ещё не определён, а общепринятые нормативы большинства традиционно используемых с этой целью параметров в доступной литературе отсутствуют.

С целью поиска объективных критериев состояния здоровья и разработки видовых и индивидуальных нормативов диагностически значимых показателей для содержащихся в неволе байкальских нерп было организовано диспансерное наблюдения за тюленями ЦД с ежемесячными плановыми медико-ветеринарными обследованиями. Обобщённые результаты первых двух с половиной лет наблюдений представлены в данном сообщении.

Объектами для исследования послужили 6 самок и 9 самцов байкальских нерп (*Pusa sibirica*), поступивших в ЦД в 3-4-месячном возрасте и находившихся под нашим наблюдением в период 2016-2018 гг. Животные содержались в экспозициях с пресноводными бассейнами, снабженными системами фильтрации (с угольным и диатомитовым фильтрами), аэрации и ультрафиолетового обеззараживания (LifeUVM 0120-30-MW-AMP-LD) и охлаждения воды. Температура воды поддерживалась в пределах 10-14С°. В павильонах использовалось смешанное освещение:

An essential requirement for successful long-term captivity of Baikal seals in an aquarium is regular veterinary observation based on the analysis of objective parameters of the animals’ health. Correct interpretation of the results of examinations of each individual is based on the knowledge of species-specific and individual standards of clinically significant parameters. Nevertheless, the range of values of such parameters for Baikal seals has not yet been determined, and no generally accepted standards for the majority of the parameters (traditionally used for this purpose) can be found in the available literature.

Our goal was to establish objective criteria for health conditions and to develop species-specific and individual standards of diagnostically significant parameters for Baikal seals kept in captivity. We organized a study of the seals kept at the “Delfiniya” Center of Oceanography and Marine Biology (DC) with scheduled monthly veterinary examinations. The summarized results of the first two and a half years of observations are provided in this paper.

The subjects for the study were 6 female and 9 male Baikal seals (*Pusa sibirica*), delivered to the DC at 3–4 months of age and supervised by us during the period 2016–2018. The animals were kept in the exhibits with freshwater pools equipped with systems of filtration (with coal and diatomite filters), aeration, UV disinfection (LifeUVM 0120-30-MW-AMP-LD), and cooling of water. The water temperature was maintained within 10–14°C. The lighting of the rooms was mixed: natural (through glazed windows in the ceiling) and additional artificial (with DRI-250 lamps,

естественное (через застеклённые окна, установленные в потолке) и дополнительное искусственное (лампы ДРИ-250, функционирующие ежедневно в период с 8-30 до 20-30). Для коррекции спектра света ограниченно применялись эритемные люминесцентные лампы (ЛЭР-40). Обеззараживание воздуха осуществлялось с использованием проточного бактерицидного рециркулятора.

Медико-ветеринарное обследование нерп включало наружный осмотр, морфометрию (взвешивание, измерение длины тела и обхвата туловища на уровне подмышечных впадин), ректальную термометрию, взятие мазков из ануса для микробиологического исследования в транспортную среду Amies (Китай), образцов желудочного сока (периодически) для цитологического исследования, а также проб крови для общеклинического, биохимического и гормонального исследования. Забор желудочного сока осуществляли с использованием одноразовых желудочных катетеров (Inekta CH16), взятие крови производили из межпальцевых вен задних ластов, предварительно согретых с использованием тёплой воды (или грелок), с помощью одноразовых катетеров (KD-FIX, 24G). Общеклиническое исследование осуществлялось стандартным ручным методом. Гематокрит определяли с использованием центрифуги CM70 (Латвия). Биохимические и коагулометрические тесты выполнялись на анализаторах Spotchem EZ SP4430 (Япония), Clot SP (Испания), EasyLyte Na/K (США) и фотометре Эксперт-003 (Россия). Микробиологические исследования проводились в лаборатории ШАНС-Био (Москва), гормональные – методом CLIA в ШАНС-Био и ELISA (Неовет, Москва). Полученные результаты подвергались статистической обработке с использованием “Пакета анализа данных” Microsoft Office Excel 2013. При разработке референсных значений лабораторных показателей байкальских нерп использовались данные, полученные при обследовании клинически здоровых особей вне периода активной линьки.

С первых дней нахождения в ЦД байкальских нерп кормили рыбой. Основу рациона питания составляла мойва. Среднесуточное количество скармливаемой животному рыбы исходно составляло около 300 г (1,8-2% от массы тела, 320-350 Ккал) с постепенным увеличением до 1,2 -1,4 кг. В возрасте 1,5-2-х лет животные получали с пищей до 4-5,6% от массы тела (1200-1400 Ккал) в сутки. Нерп кормили ежедневно трижды в день и, начиная с 1,5-летнего возраста, в состав диеты помимо мойвы включали также терпуг, желтохвост и голец. При появлении у животных во время кормления признаков насыщения скармливание рыбы сразу же

turned on daily from 8:30 to 20:30). For the correction of the light spectrum, fluorescent sunlamps (LER-40) were also used for a limited time. Air disinfection was performed using a flow-through bactericidal air recirculator.

The veterinary exam of seals included external visual checkup, morphometry (weighing, measurement of body length and body girth at the level of armpits), rectal thermometry, taking anal swabs for microbiological testing, samples of gastric acid (periodically) for cytological examination, as well as blood samples for general clinical, biochemical, and hormonal tests. Gastric acid was collected using a disposable gastric catheter (Inekta CH16); blood samples were taken from interdigital veins of the hind flippers, pre-warmed in warm water (or with warmers), using disposable blood catheters (KD-FIX, 24G). The general clinical examination was carried out by the standard manual method. Hematocrit was determined using a CM70 centrifuge (Latvia). Biochemical and coagulometric tests were performed using analyzers Spotchem EZ SP4430 (Japan), Clot SP (Spain), EasyLyte Na/K (USA), and an Ekspert-003 photometer (Russia). Microbiological tests were conducted at the ShANS-Bio laboratory (Moscow); hormonal tests, by the CLIA method at ShANS-Bio and ELISA (Neovet, Moscow). The obtained results were statistically analyzed using the Microsoft Office Excel 2013 software package. When determining the reference values of laboratory parameters of Baikal seals, we used the data collected during the exames of clinically healthy individuals outside the period of active molting.

From the beginning at the DC, the Baikal seals were fed on fish. The diet consisted mainly of capelin. The mean daily amount of fish fed to each animal was initially ca. 300 g (1.8–2% of body weight, 320–350 kcal) with a subsequent gradual increase up to 1.2–1.4 kg. At an age of 1.5–2 years, the animals ingested an amount of food up to 4–5.6% of body weight (1200–1400 kcal) per day. Seals were fed daily, three times a day. Starting from 1.5 years of age, their diet, in addition to capelin, also included Atka mackerel, yellowtail, and char. During a feeding, when the animals showed signs of satiation, feeding was immediately stopped. A change in food fish batches and an expansion of the species composition of the diet were sometimes accompanied by a moderate decrease in animals’ feeding activity. The most pronounced decrease in appetite was observed during the periods of active molting and in sick individuals. Furthermore, in the summer of 2018, we recorded episodes with two males refusing

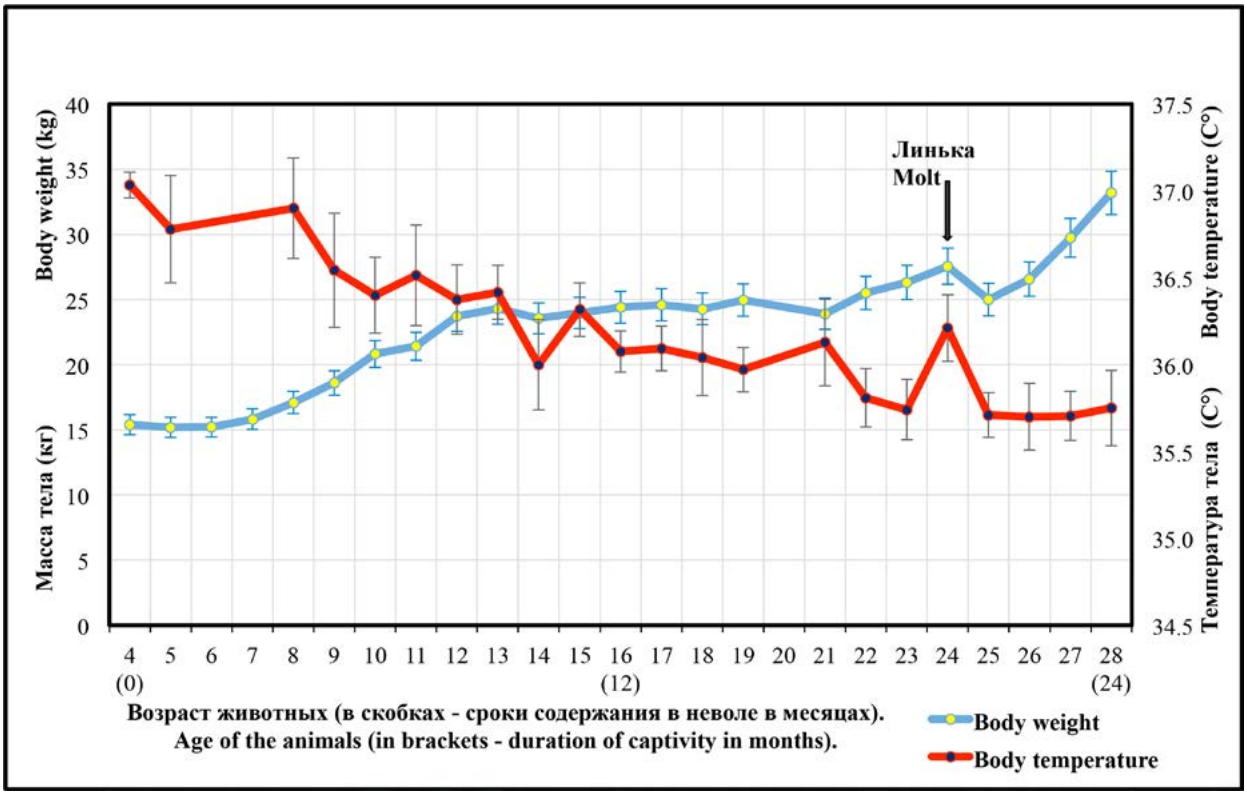


Рис. 1. Временны́е динамики массы и температуры тела байкальских нерп ЦД

Fig. 1. Temporal dynamics of body weight and temperature in captive Baikal seals.

(X ± 95% CI; N=15)

N – количество животных (number of animals); *X* – средняя арифметическая (mean); *m* – стандартная ошибка (standard error); CI – доверительный интервал (confidence interval)

прекращали. Смены партий рыбы и расширение видового состава рациона питания иногда сопровождались умеренным уменьшением пищевой активности животных. Наиболее выраженное снижение аппетита наблюдалось в периоды активной линьки и у больных особей. Кроме того, летом 2018 г. у двух самцов были отмечены эпизоды длительного (до 3-х недель) полного отказа от приёма пищи без видимых клинических и лабораторных признаков заболеваний. Существенно меньшее потребление рыбы животными ЦД в сравнении со свободно живущими особями сходного возраста (Петров 2003), вероятно, обусловлено особенностями условий содержания тюленей и сниженными энергозатратами при ином образе жизни.

Временная динамика средних значений массы тела 10-ти обследованных нерп представлена на рис. 1. Байкальские тюлени прибыли в ЦД с исходно низкими значениями показателя (11,6-20 кг) для особей данного

to eat for a prolonged period (up to 3 weeks) without visible clinical and laboratory signs of any sickness. The significantly lower consumption of fish by the DC animals, as compared to free-living individuals of a similar age (Petrov, 2003), could be explained by the specifics of living in captivity and the associated reduced energy costs.

The temporal dynamics of the mean body weight of the 10 examined seals is shown in Fig. 1. The Baikal seals arrived in the DC with initially low values of weight (11.6–20 kg) for individuals of this age. From the first weeks of adaptation and during the following 9 months the animals gradually gained weight. Upon reaching the level of ~25 kg, there was quite a long period of stabilization. The subsequent weight gain by animals was observed before and after the molt. Molt was quick and complete for those individuals whose body weight had increased by 6–9% within a few weeks before the

возраста, и с первых недель адаптации на протяжении 9 месяцев животные постоянно прибавляли в весе. По достижении уровня ~25кг отмечался достаточно длительный период стабилизации. Дальнейшая прибавка массы тела животных наблюдалась перед линькой и затем – после её завершения. Линька протекала быстро и полноценно у тех особей, которые в течение нескольких недель до её начала увеличили массу тела на 6-9%, у нерп, набравших менее 1,5%, процесс смены шерсти начинался, но не завершался. У активно линяющих нерп масса тела снижалась. Животные с минимальной массой тела чаще болели инфекционно-воспалительными заболеваниями (ИВЗ).

Индекс упитанности (масса/длина тела, body condition index) и соотношение длина/обхват туловища оценивались у тюленей, начиная со второго года жизни; значения показателей у здоровых особей варьировали в пределах 0,28-0,35 и 0,98-1,05 соответственно.

У поступивших в ЦД байкальских тюленей температура тела находилась в переделах 36,8-37,3 С°. В последующий период, вплоть до 20 месяца пребывания в неволе, отмечалась тенденция к плавному снижению средних значений показателя до ~35,7С° (35,7± 0,03; X± m; N=10, n= 50) с последующей стабилизацией на этом уровне (рис.1). Сравнительно более высокие значения температуры тела, выявляющиеся у тюленей первого года жизни, вероятно, могут быть объяснены повышенным энергообменом, характерным для мелких нерп (Петров 2003), а также являться одним из проявлений активных иммунных перестроек в ходе микробиологической адаптации животных к условиям содержания в неволе (Рис. 1). Повышение температуры тела в среднем на 0,5-1,0 С° в сравнении с предшествующим периодом отмечалось у животных в период активной линьки, а выраженное, вплоть до 38,9 С°, - при ИВЗ.

У клинически здоровых особей желудочный сок имел вид прозрачной или слегка мутноватой жидкости (иногда с мелкими хлопьями), бледно-жёлтого цвета с pH от 1 до 3 (1,7±0,1; N=15, n=25). При прижизненной микроскопии осадка выявлялись единичные лейкоциты, клетки плоского эпителия, бактерии (кокки и палочки), эпизодически клетки и (или) споры кандид, а также неидентифицированные простейшие. При единичных микробиологических исследованиях проб желудочного сока роста бактерий и грибов выявлено не было.

Аэробная ректальная микрофлора нерп, вновь прибывших в ЦД, в 47% случаев была представлена монокультурой, в 53% проб выявлялись ассоциации

onset of molt; in seals that had gained less than 1.5%, the process of fur change began, but was not complete. In actively molting seals, body weight decreased. Animals with the lowest body weight were more prone to infectious inflammatory diseases (IID).

The body condition index (body weight/body length) and the body length to girth ratio was estimated for the seals, starting from the second year of life; values of these parameters in healthy individuals ranged within 0.28–0.35 and 0.98–1.05, respectively.

The body temperature of the Baikal seals delivered to the DC was within 36.8–37.3°C. In the following period, over up to 20 months in captivity, mean values of this parameter showed a tendency to gradually decrease to ~35.7°C (35.7±0.03; X±m; N=10, n=50), with subsequent stabilization at this level (Fig. 1). Relatively higher values of body temperature observed in seals in the first year of life can probably be explained by the increased energy metabolism of smaller individuals (Petrov 2003), and may also be a manifestation of the active immune rearrangements during the microbiological adaptation of animals to the captivity conditions (Fig. 1). An increase in body temperature of an average of 0.5–1.0°C, compared to the previous period, was recorded from animals during active molting; and in the case of IID up to 38.9°C.

In the clinically healthy individuals, gastric acid liquid was transparent or slightly turbid (sometimes with small flakes), pale yellow in color, with pH from 1 to 3 (1.7±0.1; N=15, n=25). An intravital microscopy of sediment showed single leukocytes, squamous epithelial cells, bacteria (cocci and bacilli), episodic cells and (or) spores of *Candida*, as well as unidentified protozoans. In selected microbiological tests of gastric acid samples, no growth of bacteria and fungi was revealed.

The aerobic rectal microflora of the seals that had recently arrived in the DC was represented by a monoculture in 47% of cases; associations of several microorganisms (or their strains) were detected in 53% of samples. *E. coli* dominated (identified in 93% of cases with an abundance of 10^4–10^6 CFU/sample). Hemolytic strains were found in 80% of individuals; non-hemolytic, in 33%; both strains simultaneously, in 13%. In addition, we detected the hemolytic *Aeromonas hydrophila* (20%; 10^4–10^6 CFU/sample), *Enterobacter aerogenes* (7%; 10^4–10^6 CFU/sample), and *Candida albicans* (13%; 10^2 CFU/sample). During the observation period, the composition of the rectal microflora significantly varied, but the non-hemolytic

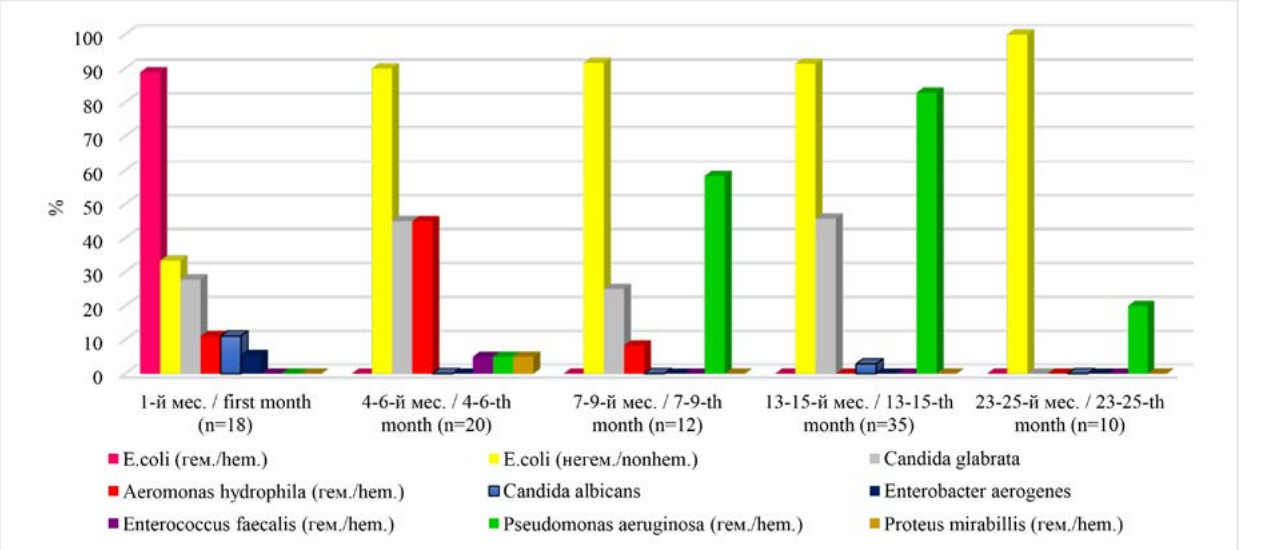


Рис. 2. Становление ректальной микрофлоры байкальских тюленей ЦД в ходе адаптации к условиям неволи

Fig. 2. Formation of the rectal microflora in the Baikal seals during their adaptation to captivity conditions

гем./hem. – штаммы с гемолитическими свойствами (strains with hemolytic properties);

негем./nonhem. – штаммы без гемолитических свойств (non-hemolytic strains);

n – количество определений (number of samples).

нескольких микроорганизмов (или их штаммов). Преобладала *E.coli* (выявлялась в 93% случаев в количестве 10^4 - 10^6 КОЕ/образец), гемолитические штаммы обнаруживались у 80%, негемолитические – у 33%, одновременно оба штамма – у 13% особей; кроме того, высевались гемолитическая *Aeromonas hydrophila* (20%; 10^4 - 10^6 КОЕ/образец), *Enterobacter aerogenes* (7%; 10^4 - 10^6 КОЕ/образец) и *Candida albicans* (13%; 10^2 КОЕ/образец). В течение периода наблюдения состав ректальной микрофлоры претерпевал существенные изменения, но при этом в ассоциатах микрофлоры постоянно присутствовали негемолитические штаммы *E.coli* (Рис. 2). Выраженная перестройка ректальной микрофлоры у животных происходила в первое полугодие пребывания в ЦД: отмечалось практически полное исчезновение гемолитического штамма *E.coli* и *Aeromonas hydrophila* с одновременным появлением грибов *Candida albicans* и *Candida glabrata*, в период с 7-го по 22-й месяц стабильно выявлялась *Pseudomonas aeruginosa* (10^4 - 10^6 КОЕ/образец). В дальнейшем отмечалась устойчивая тенденция к снижению доли *Pseudomonas aeruginosa*, и к концу срока наблюдения в составе аэробной микрофлоры доминировала негемолитическая *E.coli*. Вышеописанные перестройки ректальной микрофлоры нерп в ходе адаптации к

strains of *E. coli* were always present in the microflora associations (Fig. 2). A pronounced rearrangement of rectal microflora in the animals occurred within the first six months of being at the DC: the almost complete disappearance of the hemolytic strain of *E. coli* and *Aeromonas hydrophila* with the simultaneous emergence of the fungi *Candida albicans* and *Candida glabrata*; in the period from the 7th to the 22nd month, *Pseudomonas aeruginosa* was constantly found (10^4–10^6 CFU/sample). Subsequently, we observed a steady tendency of the proportion of *Pseudomonas aeruginosa* to reduce; by the end of the observation period, the non-hemolytic *E. coli* dominated the aerobic microflora. The above-described rearrangements in the rectal microflora of the seals during their adaptation to the captivity conditions were mainly unaccompanied by any symptoms.

The summarized results of hematological, biochemical, and hormonal tests performed for the clinically healthy Baikal seals are provided in Tables 1–3. The values of red blood parameters in the DC seals are close to those in wild individuals of this age group (Petrov, 1982, 2009); however, the sodium, potassium, and calcium concentrations in blood serum proved to be

Таблица 1. Гематологические показатели клинически здоровых байкальских нерп
Table 1. Hematological parameters in clinically healthy captive Baikal seals

Условные обозначения (Note): MCV – средний объём эритроцита (mean corpuscular volume); MCH – среднее содержание гемоглобина в эритроците (mean corpuscular hemoglobin); MCHC – средняя концентрация гемоглобина в эритроците (mean corpuscular hemoglobin concentration), RDW - показатель распределения эритроцитов по объёму (red cell distribution width), nRBC – ядросодержащие эритроциты (нормобласты) (nucleated red blood cells), СОЭ – скорость оседания эритроцитов (erythrocyte sedimentation rate). n – количество определений (number of samples); X – средняя арифметическая (mean); m – стандартная ошибка (standard error); σ – среднеквадратичное отклонение (standard deviation); n/c – not calculated (расчёт не проводился).

Показатели (Parameters)	Единицы (Units)	n	X ± m	Лимиты (Limits)	Ranges (X±2σ)
Эритроциты (Erythrocytes, RBC)	10^{12}/L	252	5.1 ± 0.0	4.0 – 6.6	4.3 – 6.0
Гемоглобин (Hb)	г/л (g/L)		249.5 ±1.3	203.0 – 313.0	206– 293
Гематокрит (Ht)	%	250	63.7 ±0.2	54.4 – 73.0	57 – 70
MCV	фл (fL)	246	124.9 ±0.7	94.0 – 155.7	102 – 147
MCH	пг (pg)		49.0 ±0.4	34.8 – 66.2	37 – 61
MCHC	г/дл (g/dL)		39.2 ±0.2	33.4 – 46.7	33 – 45
RDW	%	24	17.1 ±0.7	11.4 – 23.5	n/c
Ретикулоциты (Reticulocytes)	%	104	0.4 ±0.3	0.1 – 1.6	0 – 0.9
nRBC	1:100	252	n/c	0 – 1	0 – 1
СОЭ (ESR)	mm/h		0.1 ±0.0	0 – 2	0 – 1
Тромбоциты (Platelets)	10^9/L	16	257.1 ±17.5	158 – 372	n/c
MPV	фл (fL)		11.0 ±0.2	10.0 – 12.3	n/c
Лейкоциты (WBC)	10^9/L	249	6.0 ±0.1	3.75 – 10.0	3.7 – 8.2
Нейтрофильные палочкоядерные (Banded neutrophils)	%	245	1.1 ±0.0	0 – 2.5	0 – 1
	10^9/L		0.01 ±0.00	0 – 0.2	0 – 0.1
Нейтрофильные сегментоядерные (Segmented neutrophils)	%		58.1 ±0.5	34.0 – 76.0	42 – 74
	10^9/L		3.5 ±0.1	1.7 – 6.4	1.6 – 5.4
Эозинофильные (Eosinophils)	%		3.2 ±0.2	0 - 13	0 - 8
	10^9/L		0.2 ±0.0	0 – 1.3	0 – 0.5
Базофильные (Basophils)	%		1.4 ±0.1	0 – 7.0	0 – 4
	10^9/L		0.1 ±0.0	0 – 0.5	0 – 0.3
Моноциты (Monocytes)	%		6.8 ±0.2	1 – 15.5	1 - 12
	10^9/L		0.4 ±0.0	0.0 -1.2	0 – 0.8
Лимфоциты (Lymphocytes)	%		30.4 ±0.5	11 - 56	14 - 47
	10^9/L		1.8 ±0.0	0.6 – 3.36	0.8 – 2.8

Таблица 2. Биохимические показатели сыворотки крови байкальских нерп, содержащихся в неволе.
Table 2. Serum biochemistry parameters in captive Baikal seals

Условные обозначения (Note): IU/L - ЕД/л; µmol/L - мкмоль/л; mmol/L - ммоль/л; nmol/L - нмоль/л; pmol/L - пмоль/л; n – количество определений (number of samples); X – средняя арифметическая (mean); m – стандартная ошибка (standard error); σ – среднеквадратичное отклонение (standard deviation); n/c – not calculated (расчёт не проводился).

Показатели (Parameters)	Единицы (Units)	n	X ±m	Лимиты (Limits)	Ranges (X±σ)
АЛТ (Alanine transaminase, AST)	IU/L	153	59.7 ±1.6	20 – 126	20 – 99
АСТ (Aspartate aminotransferase, ALT)	IU/L	136	79.4 ±2.4	24 – 172	23 –136
Коэф. де Ритиса (AST/ALT)		136	0.8 ±0.0	0.3 – 1.4	0.4 – 1.2
Общ. билирубин (Bilirubin total)	µmol/L	97	7.2 ±0.2	4 – 13	3.7 – 10.7
КФК (Creatine phosphokinase)	IU/L	128	209.1 ±8.3	90 – 578	21 – 397
ГГТ (Gamma-glutamyltransferase)	IU/L	85	26.8 ±0.8	15 – 58	12 – 42
Мочевина (Urea)	mmol/L	129	12.1 ±0.2	6.0 – 18.0	7.5 – 16.7
Креатинин (Creatinine)	µmol/L	155	122.5 ±1.5	60.0 – 167.0	86 – 159
Urea/Creatinine ratio		123	100.3 ±1.5	56.6 – 186.7	52 – 149
ЛДГ (Lactate dehydrogenase)	IU/L	117	926.7 ±19.2	578 – 1523	510 – 1342
Щелочная фосфатаза (Alkaline phosphatase)	IU/L	143	182.7 ±5.3	97 – 377	57 – 309
Амилаза (Amylase)	IU/L	84	337.3 ±6.0	148 - 468	228- 446
Глюкоза (Glucose)	mmol/L	136	8.3 ±0.1	4.9 – 11.2	5.7 – 10.9
Триглицериды (Triglycerides)	mmol/L	116	0.8 ±0.0	0.5 – 1.4	0.4 – 1.2
Холестерин (Cholesterol)	mmol/L	123	6.5 ±0.1	4.9 – 8.7	4.5 – 8.4
Общий белок (Protein total)	г/л (g/L)	120	66.2 ±0.5	53 – 73	56 – 73
Альбумины (Albumin, chem.)		117	26.8 ±0.2	24 – 34	24 – 30
Глобулины (Globulin, chem.)			39.3 ±0.4	28 - 49	30 - 49
Albumin/Globulin ratio			0.7 ±0.0	0.5 – 1.1	0.5 – 0.9
Albumin (электрофорез/electrophoresis, SPEP)	г/л (g/L)	29	29.6 ±1.2	18.6 – 44.6	n/c
Globulin (электрофорез/electrophoresis, SPEP)			40.0 ±1.2	26.7 – 52.7	n/c
α_1-globulin			8.0 ±0.6	3.6 – 14.0	n/c
α_2-globulin			6.7 ±0.5	2 – 12.6	n/c
β_{1+2}-globulin			14.0 ±0.5	8.1 – 19.5	n/c
γ-globulin			11.2 ±0.6	6.6 – 18.7	n/c
Albumin/Globulin ratio (SPEP)			0.8 ±0.0	0.5 – 1.7	n/c
Фибриноген (Fibrinogen)	г/л (g/L)	98	1.3 ±0.0	0.5 – 1.7	0.3 – 1.3
Натрий (Sodium)	mmol/L	184	151.9 ±0.1	147 – 159	148 – 156
Калий (Potassium)	mmol/L	150	4.8 ±0.0	4.0 – 6.3	4.0 – 5.8
Кальций (Calcium)	mmol/L	136	2.5 ±0.0	2.1 – 3.0	2.1 – 2.9
Фосфор (Phosphorus)	mmol/L	128	1.5 ±0.0	0.9 – 2.3	0.9 – 2.1
Calcium/Phosphorus ratio		117	1.8 ±0.0	1.1 – 3.0	1.1 – 2.4
Железо (Iron)	mmol/L	128	41.2 ±1.3	12.0 – 82.2	11.1 – 71.0

Таблица 3. Уровни гормонов в сыворотке крови байкальских нерп
Table 3. Levels of hormones in serum of captive Baikal seals

Условные обозначения (Note): n – количество определений (number of samples); X – средняя арифметическая (mean); m – стандартная ошибка (standard error); σ – среднеквадратичное отклонение (standard deviation); n/c – not calculated (расчёт не проводился).

Показатели (Parameters)		Единицы (Units)	n	X ± m	Лимиты (Limits)	Ranges (X±2σ)
Тестостерон (Testosterone)		nmol/L	69	0.42 ±0.0	0.08 – 1.6	0 – 1.0
Прогестерон (Progesterone)	Самцы (males) (N=7)	ng/mL	41	1.9 ±0.2	0.3 – 6.9	n/c
	Самки (females) (N=5)		27	2.5 ±0.3	0.3 – 6.4	n/c
	Всего (total)		68	2.2 ±0.2	0.3 – 6.9	0 – 5.0
Эстрадиол (Estradiol)	Самцы (males) (N=7)	pg/mL	42	32.7 ±2.9	5.0 – 80.0	n/c
	Самки (females) (N=5)		27	41.1 ±4.1	8.0 – 89.9	n/c
	Всего (total)		69	36.0 ±2.4	5.0 – 89.9	0 – 76.4
АКТГ (Adrenocorticotropin)		pg/mL	8	37.0 ±6.7	20.5 – 72.5	n/c
Альдостерон (Aldosterone)		pg/mL	7	112.6 ±32.2	43.7 – 258.4	n/c
Кортизол (Cortisol)		nmol/L	70	254.5 ±8.3	105.7 – 454.0	116 – 393
T_3 общий (total)		nmol/L	70	0.8 ±0.0	0.4 – 2.6	0.1 – 1.5
T_4 общий (total)		nmol/L	70	30.7 ±2.1	9.9 – 123.6	0 – 65
T_4 свободный (free)		pmol/L	70	11.7 ±0.7	4.7 – 30.7	0 - 23

условиям содержания в неволе протекали преимущественно бессимптомно.

Обобщённые результаты гематологических, биохимических и гормональных тестов, выполненных у клинически здоровых байкальских нерп, представлены в Таблицах 1-3. Значения показателей красной крови у нерп ЦД близки к таковым у диких особей данной возрастной группы (Петров 1982; 2009), однако концентрации натрия, калия и кальция в сыворотке оказались существенно меньшими, чем у диких нерп в исследовании Петрова, 1982, и сходными с данными, полученными на единичных, содержащихся в неволе тюленях (Ronald, Kay 1982). Средние значения содержания тироксина (T_4) в сыворотке свободно живущих байкальских тюленей (40,5 нмоль/л, Kunisue et al. 2011) также оказались сравнительно более высокими.

significantly lower than those in wild seals according to the Petrov's study (1982) and similar data obtained from solitary seals kept in captivity (Ronald, Kay 1982). The mean values of the thyroxine (T_4) content of serum in free-living Baikal seal (40.5 nmol/L, Kunisue et al. 2011) were also relatively higher. For most other biochemical and hormonal parameters listed in the table, the reference values in the available literature are either absent or obtained from solitary animals. The young female Baikal seals, examined by us, showed relatively higher mean values of estradiol and progesterone concentrations than males (Table 3), but these differences were insignificant statistically; there were no evident sex-based differences in testosterone level.

По большинству других представленных в таблице биохимических и гормональных показателей референсные значения в доступной литературе либо отсутствуют, либо получены для единичных животных. У обследованных нами самок молодых байкальских нерп определялись сравнительно более высокие средние значения концентраций эстрадиола и прогестерона, чем у самцов (Таб. 3), однако, эти различия были статистически недостоверными; половых различий по уровню тестостерона выявлено не было.

В период активной линьки у нерп ЦД гематологические показатели существенно не изменялись, но отмечалось увеличение активности КФК (в 1,5-2,5 раза) и ЛДГ, в 2-5 раз повышался уровень общего и свободного T_4. У особей, у которых линька началась, но вскоре приостановилась и не завершилась, подобных изменений не отмечали. За период наблюдения у нерп ЦД были отмечены единичные случаи очаговых кожных бактериальных инфекций, сопровождавшихся минимальными отклонениями в картине крови. Выраженные изменения гематологических и биохимических показателей наблюдались у больного животного при ИВЗ вирусной этиологии (см. сообщение Романова В.В. с соавторами “Случай инфекции, вызванной парвовирусом…” в данном сборнике).

Таким образом, итогом 2,5-летних диспансерных наблюдений за байкальскими нерпами в ЦД явился сбор информации и определение ряда перспективных, на наш взгляд, показателей для объективной оценки здоровья содержащихся в неволе байкальских нерп. По мере накопления информации и опыта значимость конкретных показателей для корректной интерпретации различных физиологических и патологических состояний у байкальских нерп будет уточняться. Представленные данные получены при обследовании ограниченного количества содержащихся в неволе особей, тем не менее, они могут служить ориентирами при оценке состояния здоровья содержащихся в неволе байкальских нерп первых лет жизни. Исследования предполагается продолжить с акцентом на выявление сезонных, половых, возрастных и индивидуальных различий, а также – на отбор индикаторных показателей для ранней диагностики ИВЗ. При работе с морскими млекопитающими и, в частности, байкальскими нерпами, предпочтительным, на наш взгляд, является персонализированный комплексный подход, основывающийся на регулярных плановых обследованиях всех животных, их паспортизации и использовании при оценке состояния здоровья индивидуальных нормативов клинически значимых показателей.

During the period of active molting, the hematological parameters of the DC seals did not change significantly, but we noted an increase in the activity of creatine phosphokinase and lactate dehydrogenase (1.5–2.5 times), as well as in the level of total and free T_4 (2–5 times). No such changes were observed in the individuals in which molting began, but did not complete. During the observation period, single cases of focal skin bacterial infections, accompanied by minimum deviations in the blood condition, were recorded from the DC seals. Marked changes in the hematological and biochemical parameters were found in an animal affected by a viral IID (see the report of Romanov V.V. with co-authors “A case of canine parvovirus infection...” in the present Collection)

Thus, as a result of the 2.5-year observations of the Baikal seals kept at the DC, we could collect information and determine a number of parameters that are promising, in our opinion, for the objective evaluation of health of captive Baikal seals. With the accumulation of information and experience, the significance of certain parameters for the correct interpretation of various physiological and pathological conditions in Baikal seals will be clarified. The data presented here have been obtained through a study of a limited number of individuals in captivity; nevertheless, they can be used as a guideline in evaluating health of captive Baikal seals during the first years of life. The study is to be continued with an emphasis on identification of seasonal, sex- and age-based, and individual differences, as well as on selection of the indicator parameters for early diagnostics of IID. When dealing with marine mammals, particularly with Baikal seals, it is preferable, in our opinion, to implement a personalized integrated approach based on regular scheduled examinations of all animals, their “passportization”, and the use of individual standards of clinically significant parameters in assessing their health condition.

Список использованных источников / References

Петров Е.А. 1982. Эколого-физиологическая характеристика красной крови байкальской нерпы. В: Морфо-физиологические исследования байкальской нерпы (под ред. Пастухова В.Д.), Новосибирск: Наука, с. 66-86. [Petrov E.A. 1982. Ecological and physiological characteristics of the red blood of the Baikal seal. In: Morphological and physiological studies of the Baikal seal (Pastukhov V.D., ed.), Novosibirsk, Nauka, p.66-86. IN RUSSIAN].

Петров Е.А. 2003. Байкальская нерпа: эколого-эволюционные аспекты. Автореферат дисс. докт. биол. наук. Улан-Удэ, 40с. [Petrov E.A. 2003. Baikal seal: ecological and evolutionary aspects. Abstract of the thesis Dr.Sci. Biol., Ulan-Udae , 40p. IN RUSSIAN].

Петров Е.А. 2009. Байкальская нерпа. Улан-Удэ: ИД “ЭКОС”, 176 с. [Petrov E.A. 2009. The Baikal seal. Ulan-Udae: ID “AEKOS”, 176 p. IN RUSSIAN].

Kunisue T., Eguchi A., Iwata H. et al. 2011. Analysis of thyroid hormones in serum of Baikal seals and humans by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) and immunoassay methods: application of the LC-MS/MS method to wildlife tissues. Environmental Science & Technology, 45: 10140-10147.

Ronald K., Kay J. 1982. Haematology and plasma chemistry of captive Baikal seals *Pusa sibirica*. Aquatic mammals, 9 (3): 83-94.

Романов В. В.[1], Алекнайте И.А.[2], Волков С.М.[2], Кирилюк П.В.[2]

Случай инфекции, вызванной парвовирусом собак, у байкальской нерпы (*Pusa sibirica*) в океанариуме

1. ООО “Белый кит”, Москва, Россия
2. Центр океанографии и морской биологии “Дельфиния”, Новосибирск, Россия

Romanov V.V.[1], Aleknaite I.A.[2], Volkov S.M.[2], Kirilyuk P.V.[2]

A case of canine parvovirus infection in a captive Baikal seal (*Pusa sibirica*) kept in aquarium

1. “Bely Kit”, Moscow, Russia
2. “Delfiniya” Center of Oceanography and Marine Biology, Novosibirsk, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-259-267

ДНК-вирусы семейства *Parvoviridae* широко распространены в природе и отличаются высокой устойчивостью в окружающей среде. Различные их виды являются этиологическими агентами многих контагиозных заболеваний диких, сельскохозяйственных и домашних животных, а также человека. Описаны случаи парвовирусной инфекции у водных млекопитающих: диких калифорнийских каланов (Siqueira et al. 2017), обыкновенных тюленей (Bodewes et al. 2013), речных выдр (Bowman et al. 2014) и диких байкальских тюленей (по сообщению РИА Новости энтерит парвовирусной этиологии явился причиной массовой гибели диких байкальских нерп в 2017 году, Бузина 2018).

DNA viruses of the family *Parvoviridae* are widely distributed in nature and characterized by high survivability in the environment. Their various species are causative agents of many contagious diseases in wild animals, livestock, and pets, as well as viral infections in humans. Cases of parvovirus infections were also recorded from the aquatic mammals such as Californian sea otters (Siqueira et al., 2017), harbor seals (Bodewes et al., 2013), river otters (Bowman et al., 2014), and wild Baikal seals (according to RIA News (Buzina, 2018) the mortality of wild Baikal seals in 2017 was caused by parvovirus enteritis).

Данная публикация посвящена описанию клинического случая острого инфекционного заболевания, вызванного парвовирусом собак (CPV), развившегося в ЦД у 2-летней самки байкальской нерпы, массой 25.2 кг, в период линьки. Подробная характеристика условий содержания байкальский тюленей в экспозиции приведена в публикации Романова В.В. и соавторов "Медико-ветеринарный мониторинг…" в данном сборнике.

Из анамнеза жизни. Самка байкальского тюленя по кличке Марта была отловлена на о. Байкал в 2016 году в 3-месячном возрасте. По прибытии в ЦД, после раскорма и прохождения карантина, нерпа отличалась минимальной массой тела (11.6 кг) в группе из 15-ти животных, в период адаптации отставала в росте и имела сравнительно низкие значения морфометрических индексов упитанности (масса/длина тела: 0.27-0.29) и соотношения длина/обхват туловища (0.9-0.95). Чаще других особей болела инфекционно-воспалительными заболеваниями. В первое полугодие пребывания в ЦД перенесла эндогенный кератит неуточнённой этиологии, по поводу которого получала лечение, завершившееся полным выздоровлением животного. Первая линька в условиях неволи, начавшаяся у Марты в апреле 2017 года, оказалась в итоге незавершённой. В середине января 2018 года, за 10 дней до начала заболевания, явившегося предметом данного сообщения, процесс линьки активизировался. По результатам диспансерного обследования, проводившегося за 2 недели до начала болезни, животное было признано клинически здоровым: данные термометрии, гематологического, биохимического, гормонального исследования соответствовали индивидуальным нормативам и не выходили за рамки референсных значений байкальских нерп данной возрастной группы.

Anamnesis morbi. На протяжении 2-х дней, непосредственно предшествовавших болезни, у Марты отмечалась нестабильная пищевая активность и минимальные диспептические явления (избыточное отхождение газов, нетипичные оформленные фекалии желто-коричневого цвета с примесью слизи, эпизодически – жидкий стул в виде тёмно-жёлтых хлопьев), расцененные первоначально как следствие совпавших по времени изменений в рационе питания байкальских нерп: сходные отклонения в этот период наблюдались у большинства тюленей в экспозиции и не сопровождались изменениями в поведении, двигательной и игровой активности животных.

На третьи сутки с момента появления вышеописанных признаков у Марты снизилась двигательная активность, во второй половине дня изменилась плавучесть

In this report, we describe a clinical case of an acute infectious disease caused by the canine parvovirus (CPV) in a captive 2-year-old female Baikal seal (weighing 25.2 kg, during molting) at the "Delfiniya" Center of Oceanography and Marine Biology (DC). The detailed characteristics of the captivity conditions for the Baikal seals in the aquarium are provided in the paper by Romanov V.V. and co-authors "Medical and veterinary monitoring..." in the present Collection.

Life history. The female Baikal seal, named Marta, was caught from Lake Baikal in 2016 at an age of 3 months. When this individual arrived in the DC, after the food conditioning (the process of adaptation of an animal to a different form of food it will be fed in captivity) and quarantine, it had the lowest body weight (11.6 kg) in the group of 15 animals, showed retarded growth during the adaptation period and relatively low values of morphometric indices of body condition (body weight/length ratio, 0.27–0.29; body length/girth ratio, 0.9–0.95). This seal had more frequent infectious and inflammatory diseases than the other individuals. In the first six months of being at the Center, it had endogenous keratitis of an undetermined etiology and received the relevant treatment, which resulted in complete recovery of the animal. The first Marta's molt in captivity, which began in April 2017, was eventually incomplete. In mid-January 2018, 10 days before the onset of the disease described in this report, the molting process intensified. According to the results of the examination, performed 2 weeks before the onset of the disease, the animal was clinically healthy: the results of thermometry, hematological, biochemical, and hormonal tests matched the individual standards and did not go beyond the reference values for Baikal seals of this age group.

Anamnesis morbi. For two days before the disease, Marta showed an unstable feeding activity and minimal dyspeptic symptoms (excessive gas discharge; atypically formed feces, yellow-brown in color, with a mixture of mucus; and, episodically, liquid stool in the form of dark yellow flakes), initially regarded as a consequence of the change in the diet of the Baikal seals. At the same time similar deviations were observed in most seals in the aquarium in this period and were not accompanied by changes in the behavior, locomotor, and game activity of the animals.

On the third day since the appearance of these signs, Marta's locomotor activity decreased; in the second half of the day, her buoyancy changed (from time to time, she began to hover in a horizontal position in

(время от времени она стала зависать в горизонтальном положении в поверхностных слоях воды), появилась сонливость. Эти отклонения чередовались с короткими периодами нормальной активности животного со спокойным плаваньем по всему объёму воды. Перед вечерним кормлением Марта начала сворачивать и поджимать задние ласты, чуть позже отказалась от приёма предложенной пищи, и вскоре после этого у неё был отмечен обильный стул в виде жидких жёлто-зелёных фекалий с примесью слизи и газов.

Проведено экстренное медико-ветеринарное обследование с детальным осмотром животного, ректальной термометрией, забором проб крови для общеклинического, биохимического анализов и серологических тестов, взятием мазков из ануса для анализа микрофлоры, ректальных смывов для экспресс-тестов на парвовирусную, коронавирусную инфекции, клостридиальные токсины А и В, а также ПЦР исследований на морбилливирусную, ротавирусную, аденовирусную, коронавирусную, парвовирусную инфекции и клостридиальный энтеротоксин.

По результатам осмотра, у Марты отмечалось депрессивное состояние с исчезновением оборонительной реакции, умеренная отёчность мягких тканей в области головы и туловища, повышение ректальной температуры до 38.3 С°. Картина крови характеризовалась выраженной лейкопенией с крайней нейтропенией, эозинопенией, моноцитопенией на фоне относительного лимфоцитоза, подъёма уровня билирубина, увеличения активности АСТ, АЛТ, ЛДГ, амилазы, содержания глобулинов (за счёт α_1 и α_2 фракций), глюкозы и снижения активности ЩФ, содержания альбуминов, железа и натрия в сыворотке крови (Табл. 1). Результаты всех проведенных экспресс-тестов оказались отрицательными. По завершении обследования Марта была переведена в карантин с рабочим диагнозом “энтероколит, предположительно вирусной этиологии”, и сразу же было начато лечение животного.

На вторые сутки с момента выявления клинически выраженной инфекции у Марты появились выделения цельной крови из половых путей. Вскоре обнаружились и очевидные проявления геморрагического энтероколита: присоединились многочисленные эпизоды обильных дефекаций с примесью большого количества густой тёмно-бордовой крови и характерным зловонным запахом. В этот же период времени на слизистой ротовой полости начали появляться петехии, вначале единичные мелкие, позже обильные яркоокрашенные. На фоне анорексии при сохранении сниженной двигательной, игровой активности и нару-

the surface layer of water), and drowsiness appeared. These deviations alternated with short periods of animal’s normal activity with calm swimming around the pool. Before the evening feeding, Marta started to curl up and draw up the hind flippers; she refused the food and, soon after, discharged abundant liquid yellow-green feces with mucus and gases.

We carried out an emergency veterinary examination with a detailed analysis of the animal: rectal thermometry, blood sampling for general clinical, biochemical, and serological tests, took anal swabs for microflora analysis, rectal flushes for rapid tests for parvovirus and coronavirus infections, clostridial toxins A and B, as well as performed PCR tests for morbillivirus, rotavirus, adenovirus, coronavirus, parvovirus infections, and clostridial enterotoxin.

According to the results of the examination, Marta had a depressive state with disappearance of the defensive reaction, moderate swelling of soft tissues in the regions of head and trunk, and an increase in rectal temperature to 38.3°C. The hematological condition was characterized by a pronounced leukopenia with extreme neutropenia, eosinopenia, and monocytopenia against the background of relative lymphocytosis, an increased bilirubin level, increased activity of AST, ALT, LDH, amylase, higher globulin (due to α_1 and α_2 fractions) and glucose contents, and a decrease in the activity of alkaline phosphate (ALP) and in the levels of albumin, iron, and sodium in blood serum (Table 1). The results of all the rapid tests were negative. Upon completion of the examination, Marta was placed on a quarantine with a preliminary diagnosis of “enterocolitis of presumably viral etiology” and immediately provided with relevant treatment.

On the second day since the detection of clinically expressed infection in Marta, blood discharges appeared from her genital tract. Soon the evident manifestations of hemorrhagic enterocolitis were observed: numerous episodes of profuse defecation with a mixture of large amounts of thick maroon blood and the characteristic malodorous smell. In the same period of time, petechiae, initially solitary and small, then abundant and brightly colored, began to appear on the oral mucosa. Against the background of anorexia, while showing reduced locomotor, playing activity and abnormal buoyancy, the animal recovered the defensive reaction and emitted vocalizations with moaning sounds. According to the results of the examination, the body temperature decreased to normal values, and the hematological condition showed pronounced negative

Таблица 1. Динамика гематологических и биохимических показателей байкальской нерпы при парвовирусной инфекции

Table 1. Dynamics of the hematological and biochemical parameters of the Baikal seal with parvovirus infection

Условные обозначения (Acronyms): nRBC – ядросодержащие эритроциты (нормобласты) (nucleated red blood cells); SPEP – электрофорез белков сыворотки (serum protein electrophoresis); n/d – данные отсутствуют (no data).

Показатели (Parameters)	Единицы (Units)	Дни с момента начала заболевания / Days since the onset of the disease				Индивидуальные нормативы / Individual standards
		0	1	3	7	
Эритроциты (Erythrocytes, RBC)	10^{12}/л (10^{12}/L)	5.1	4.5	3.7	2.1	5.0 – 6.0
Гемоглобин (Hb)	г/л (g/L)	218	180	149	82.4	218 – 276
Гематокрит (Ht)	%	55	49	42	20	52 – 67
СОЭ (ESR)	mm/h	0.5	0	0.5	0.5	0 – 0.5
Ретикулоциты (Reticulocytes)	%	n/d	n/d	0.1	0.3	0.1 – 0.3
nRBC		0	0	0	8:100	0 – 0.5:100
Лейкоциты (Leucocytes, WBC)	10^9/L	3.2	2.6	2.4	1.9	5.0 – 8.0
Нейтрофильные палочкоядерные (Banded neutrophils)	%	1.5	0	0	0	0 – 1
	10^9/L	0.05 05	0	0	0	0 – 0.08
Нейтрофильные сегментоядерные (Segmented neutrophils)	%	3	1	3	0	52 – 66
	10^9/L	0.1	0.03	0.07	0	2.90 – 5.25
Эозинофильные (Eosinophils)	%	0	0	0	0	0 – 4
	10^9/L	0	0	0	0	0 – 0.28
Моноциты (Monocytes)	%	0	0	0	1	3 – 8
	10^9/L	0	0	0	0.02	0.13 – 0.45
Лимфоциты (Lymphocytes)	%	95.5	99	97	99	23 – 38
	10^9/L	3.06	2.57	2.33	1.81	1 .17 – 3.04
Общ. билирубин (Bilirubin total)	µmol/L	18	30	45	20	6 – 13
АЛТ (ALT)	IU/L	128	239	201	28	40 – 67
АСТ (AST)	IU/L	228	693	889	385	82 – 97
КФК (CPK)	IU/L	158	25725	>2000	15876	80 – 266
ЛДГ (LDH)	IU/L	1389	10190	>4000	10765	665 – 1026
Щелочная фосфатаза (ALP)	IU/L	104	99	117	55	135 - 310
Амилаза (Amylase)	IU/L	432	477	488	794	290 – 353
Глюкоза (Glucose)	mmol/L	11.5	8.5	6.5	9.2	6.9 – 9.4
Железо (Iron)	mmol/L	12.4	27.5	43.2	9.5	27.5 – 65.0
Натрий (Sodium)	mmol/L	144.9	145.3	147.7	142.9	149.5 – 153.3
Общий белок (Total protein)	г/л (g/L)	70	58	58	38	62 – 74
Альбумины (Albumin)	г/л (g/L)	23	19	18	11	26 – 30
Глобулины (Globulin)	г/л (g/L)	47	39	40	27	36 – 44
Albumin / Globulin ratio		0.49	0.49	0.45	0.4	0.61 – 0.73
α_1-glob. (SPEP)	г/л (g/L)	9.9	5.5	n/d	0.8	n/d
α_2- glob. (SPEP)	г/л (g/L)	14.5	12.9	n/d	1.7	n/d
β_{1+2}- glob. (SPEP)	г/л (g/L)	8.2	7.6	n/d	8.3	n/d
γ- glob. (SPEP)	г/л (g/L)	13.1	12.9	n/d	15.8	n/d
Фибриноген (Fibrinogen)	г/л (g/L)	n/d	1.8	n/d	n/d	1.2 – 1.6

шений плавучести у животного отмечено восстановление оборонительной реакции и появление вокализации со стонущими звуками. По результатам обследования, температура тела снизилась до нормальных значений, в картине крови отмечена выраженная отрицательная динамика: снижение количества эритроцитов, содержания гемоглобина и гематокрита, прогрессирование ферментемии с резким повышением активности АЛТ, АСТ, КФК, ЛДГ и значительным снижением уровня общего белка и альбуминов (Табл. 1).

В дальнейшем инфекция протекала в форме крайне тяжёлого геморрагического и некротического энтероколита на фоне апластической анемии и ДВС-синдрома при сохранении сниженной двигательной и минимальной игровой активности животного. В период с 3-х по 5-е сутки максимальной выраженности достигли геморрагические поражения на слизистых оболочках ротовой полости, в фекалиях по-прежнему определялась примесь крови, наблюдались признаки кровотечения из половых путей. На 5-е – 6-е сутки на фоне существенного снижения геморрагических проявлений было отмечено появление в фекалиях многочисленных фрагментов слизистой оболочки кишечника. На 7-е – 8-е сутки изменилось поведение животного: вновь исчезла оборонительная реакция, снизилась двигательная активность, полностью исчезла игровая активность, Марта стала подолгу задерживаться на суше. В этот же период прекратилось выделение крови с фекалиями, исчезли геморрагии на слизистых ротовой полости, отмечались подъёмы ректальной температуры до 37,3 С°. По результатам гематологического исследования выявлено прогрессирование анемии и лейкопении вплоть до полного исчезновения гранулоцитов из периферической крови, повышение активности амилазы сыворотки крови на фоне крайне высоких значений КФК и ЛДГ, нарастание гипопротеинемии и гипонатриемии, дальнейшее снижение активности ЩФ (Табл. 1). В ночь на 9-е сутки с момента развития клинически выраженной картины заболевания Марта погибла.

Результаты проведенного патологоанатомического исследования свидетельствуют о вовлечении в патологический процесс практически всех отделов пищеварительного тракта. Многочисленные геморрагии обнаруживались в слизистой оболочке желудка, при этом наибольшей выраженности они достигали в пилорическом отделе, где, кроме того, отмечалось формирование нескольких острых язв. Геморрагические и некротические поражения выявлялись на всём протяжении тонкой (Рис. 1) и толстой кишки. При гистологическом исследовании обнаруживался многоочаговый некроз

dynamics: a decrease in the number of red blood cells, hemoglobin content, and hematocrit, progressing enzymemia with a sharp increase in the activity of ALT, AST, CPK, LDH, and a significant decrease in the level of total protein and albumins (Table 1).

Subsequently, the infection progressed in the form of extremely severe hemorrhagic and necrotizing enterocolitis against the background of aplastic anemia and disseminated intravascular coagulation (DIC) with retaining the low locomotor and minimal playing activity of the animal. During the period from day 3 to day 5, hemorrhagic lesions on the mucous membranes of the oral cavity reached the maximum expression; feces still included an admixture of blood; there were signs of bleeding from the genital tract. On days 5–6, numerous fragments of the intestinal mucosa in the feces were observed, with a simultaneous significant reduction in hemorrhagic manifestations. On days 7–8, the animal's behavior changed: the defensive reaction disappeared again, the locomotor activity decreased, and the playing activity also completely disappeared; Marta began to stay out of water for a long time. During the same period, blood discharges with feces stopped, hemorrhages disappeared from the mucous membranes of the oral cavity, and the rectal temperature rose to 37.3°C. According to the results of hematological tests, there was a progression of anemia and leukopenia up to the complete disappearance of granulocytes from the peripheral blood, a higher activity of serum amylase along with extremely high values of CPK and LDH, an increase in hypoproteinemia and hyponatremia, and further decrease in the activity of ALP (Table 1). Marta died on the night of day 9 after the development of clinically expressed symptoms of the disease.

The results of the pathoanatomical study showed the involvement of almost all parts of the digestive tract in the pathological process. Numerous hemorrhages were found in the mucous membrane of the stomach; they reached the highest degree of expression in the pyloric region, where several forming acute ulcers were also noted. Hemorrhagic and necrotic lesions were observed throughout the small (Fig. 1) and large intestines. A histological examination revealed multi-focal necrosis of small intestine villi (up to their complete disappearance), destruction of crypts, hemorrhages in the mucous membrane and submucosa (Fig. 2); numerous necrotic and hemorrhagic lesions of the large intestine mucosa (Fig. 3); multifocal small-drop degeneration of hepatocytes; and dystrophic changes in tubules epithelium of kidneys. In lymph nodes, hemorrhages and patterns of sinusal erythrocytosis

Рис. 1. Байкальская нерпа Марта, фрагмент тонкого кишечника. Картина геморрагического энтерита.
Fig. 1. A fragment of the small intestine with hemorrhagic enteritis from the Baikal seal Marta.

ворсинок тонкой кишки (вплоть до их полного исчезновения), картины деструкции крипт, кровоизлияния в слизистую и подслизистую оболочки (Рис. 2), множественные некротические и геморрагические поражения слизистой толстой кишки (Рис. 3), многоочаговая мелкокапельная дегенерация гепатоцитов, а также дистрофические изменения эпителия канальцев почек. В лимфатических узлах выявлялись кровоизлияния и картины синусового эритроцитоза на фоне запустения центров размножения значительной части фолликулов; в ряде делимфатизированных центров фолликулов определялись скопления гистиоцитов. В селезёнке обнаруживалась гипоплазия белой пульпы при минимальном плазмоцитозе красной пульпы.

Парвовирусная (CPV) этиология заболевания была подтверждена методом ПЦР в реальном времени (лаборатория ИНВИТРО, г. Москва) на 7 сутки с момента начала заболевания. Результаты микробиологического исследования свидетельствовали о сохранении неизменным состава аэробной ректальной микрофлоры Марты: на момент начала заболевания она была представлена теми же видами бактерий, что и вне болезни – негемолитической *E.coli* и гемолитической *Pseudomonas aeruginosa* в концентрациях 10^4 - 10^6 КОЕ/образец.

Лечение. В период, непосредственно предшествовавший началу заболевания, Марта получала сорбенты (активированный уголь, фильтрум) и ферментные препараты (мезим-форте, креон). После проведенного экстренного обследования и подтверждения факта бо-

were revealed against the background of emptying of the reproductive centers in a considerable part of follicles; in some delymphatized centers of follicles, aggregations of histiocytes were found. Spleen showed white pulp hypoplasia with minimal plasmacytosis of red pulp.

The CPV etiology of the disease was confirmed by real-time PCR (INVITRO laboratory, Moscow) on day 7 after the onset of the disease. According to the results of the microbiological study, the composition of the aerobic rectal microflora remained unchanged. At the beginning of the disease, it was represented by the same species of bacteria as those before the viral infection: non-hemolytic *E. coli* and hemolytic *Pseudomonas aeruginosa* at concentrations of 10^4–10^6 CFU/sample.

Treatment. During the period immediately preceding the onset of the disease, Marta received sorbents (activated carbon and Filtrum) and enzyme preparations (Mezim Forte and Kreon). After the emergency examination and confirmation of the disease, the animal was assigned a combined treatment, which at different stages included: specific antiviral serotherapy using Giskan-5 and Vitafel sera; rehydration therapy (subcutaneous injection of sodium chloride, Ringer's, and glucose solutions, as well as administration of a Rehydron solution through the gastric probe); antibiotic therapy (initially a combined use of ceftazidime and amikacin with subsequent addition of metronidazole);

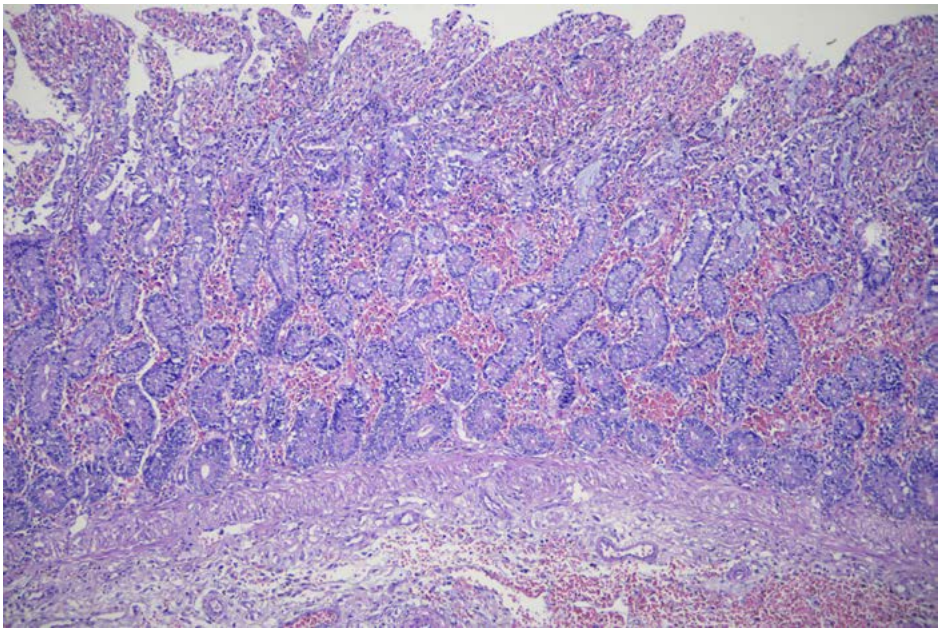


Рис. 2. Байкальская нерпа Марта, геморрагический и некротический энтероколит. Многоочаговый некроз ворсинок тонкой кишки с кровоизлияниями в слизистую и подслизистую оболочки. Окраска гематоксилин-эозином. Объектив x10

Fig. 2. Hemorrhagic and necrotic enterocolitis in the Baikal seal Marta. Multifocal necrosis of small intestine villi with hemorrhages in the mucosa and submucosal membrane. Hematoxylin-eosin staining. Lens x10

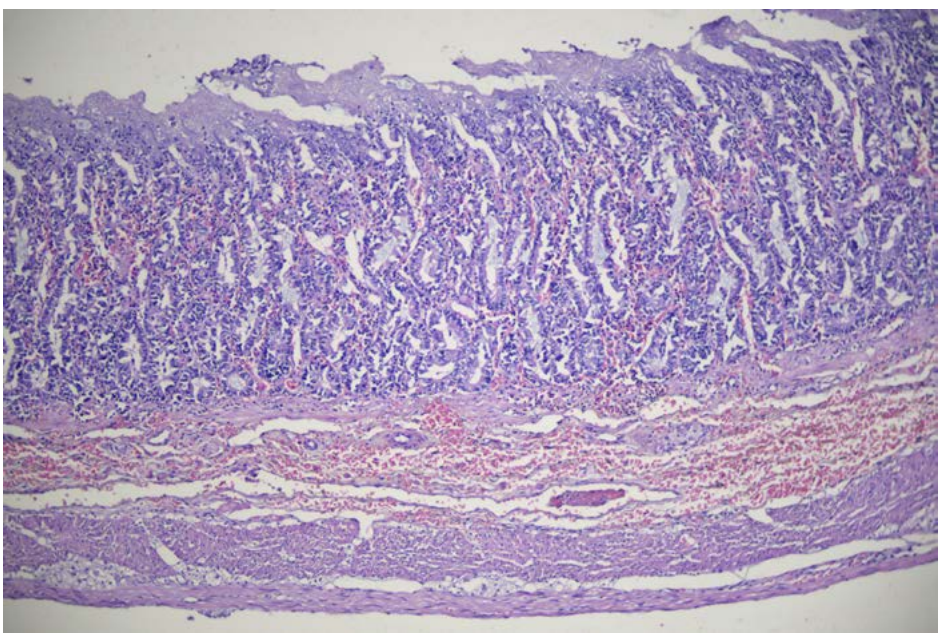


Рис. 3. Байкальская нерпа Марта, геморрагический и некротический энтероколит. Деструкция крипт толстой кишки, сморщивание и некроз эпителия крипт, полнокровие сосудов и кровоизлияния в стенку кишки. Окраска гематоксилин-эозином. Объектив x10

Fig. 3. Hemorrhagic and necrotic enterocolitis in the Baikal seal Marta. Destruction of crypts in the large intestine, wrinkling and necrosis of the crypt epithelium, and vascular congestion and hemorrhages in the intestinal wall. Hematoxylin-eosin staining. Lens x10

лезни животному было назначено комплексное лечение, включавшее на разных этапах: специфическую противовирусную серотерапию с использованием сывороток Гискан-5 и Витафел; регидратационную терапию (подкожное введение растворов хлористого натрия, Рингера и глюкозы, а также раствора Регидрона через желудочный зонд); антибиотикотерапию (стартовое комбинированное применение цефтазидима и амикацина с последующим добавлением в схему метронидазола); гемостатическую терапию (викасол, Юньнань-Байяо, этамзилат); витамино- и поддерживающую терапию (Витам, Дюфалайт); спазмолитическую терапию (но-шпа); цитопротективную терапию (вентер); гормонотерапию (эритропоэтин). Начиная с 7-х суток осуществлялось дробное кормление жидким рыбным фаршем через желудочный зонд.

Молекулярные исследования ректальных смывов, проведенные в очаге инфекции, выявили факт циркуляции парвовируса у всех контактных байкальских нерп ЦД. Животным был незамедлительно назначен курс лечения индуктором интерферона циклофероном. Выделение с фекалиями парвовируса собак, подтверждённое результатами ПЦР исследований смывов из прямой кишки, отмечалось у всех нерп на протяжении 3-х недель с момента выявления острой формы заболевания у Марты. Тем не менее, более никто из байкальских нерп в экспозиции не заболел. Вопрос об источнике инфицирования тюленей в экспозиции ЦД остаётся открытым. Наиболее вероятной представляется версия заноса возбудителя персоналом извне.

Данный случай, по всей видимости, является первым клиническим описанием инфекции CPV у байкальских нерп, содержащихся в условиях неволи: в доступной литературе нам не удалось найти сообщений на данную тему. Полученный опыт свидетельствует о том, что инфекция, вызванная парвовирусом собак, может протекать у байкальских нерп как субклинически, так и в форме крайне тяжёлого геморрагического и некротического энтероколита. Подобно тому, как это бывает при парвовирусных инфекциях у кошек и собак (Boosinger et al. 1982; Kearns, Ewing 2006) и заболеваниях, ассоциированных с парвовирусом B19 у человека (Brown K.E. 2005), при инфекциях CPV у байкальских нерп возможно развитие апластической анемии, резко утяжеляющей течение болезни и ухудшающей прогноз заболевания. В большей мере подвержены заболеванию ослабленные животные со сниженной иммунологической реактивностью. Линька, в особенности у таких особей, является периодом повышенного риска развития инфекций и дополнительным отягощающим фактором в случае возникновения болезни. Диспепти-

haemostatic therapy (Vikasol, Yunnan-Baiyao, and Etamsylatum); vitamin and supportive therapy (Vitam and Duphalyte); spasmolytic therapy (No-Spa); cytoprotective therapy (Venter); hormone therapy (Erythropoietin). Starting from day 7, the seal was fed fractionally with liquid minced fish meat introduced through a gastric probe.

The molecular tests of rectal washouts, carried out at the center of the infection, revealed the fact of CPV circulation in all the Baikal seals at the DC that were in contact. Animals were immediately assigned a course of treatment with an interferon inducer, Cycloferon. The presence of CPV in feces, confirmed by the results of PCR tests of rectal washouts, persisted in all the seals for 3 weeks from the moment of manifestation of the acute form of the disease in Marta. However, none of the other Baikal seals in the aquarium fell ill. The question on the source of the infection in seals at the DC still remains open. Most likely, the pathogen had been introduced by the personnel from the outside.

This case is possibly the first clinical description of a CPV infection in Baikal seals held in captivity: we could not find any dedicated information in the available literature. The gained experience shows that the infection caused by CPV can occur in Baikal seals both subclinically and in the form of extremely severe hemorrhagic and necrotic enterocolitis. Similarly to parvovirus infections in cats and dogs (Boosinger et al., 1982; Kearns, Ewing, 2006) and diseases associated with B19 parvovirus in humans (Brown, 2005), CPV infections in Baikal seals may result in development of aplastic anemia, sharply aggravating the progress of disease and worsening the prognosis. Weakened animals with reduced immunological reactivity are more susceptible to the disease. Molt is a period of an increased risk of infection and an additional aggravating factor in case of a disease, especially for weak individuals. The dyspeptic symptoms, observed in most of the Baikal seals at the DC a few days before the onset of the clinically expressed form of the disease, could be associated with the CPV infection, rather than with the change in the diet of animals. When analyzing this case retrospectively, these manifestations are, apparently, more correctly to interpret as prodromal, at least in case with Marta.

It is likely that assigning a course of treatment with Cyclopheron to all the seals in contact in the DC aquarium had a protective effect that prevented the progression of clinically expressed form of CPV infection. The effectiveness and relevance of

ческие явления, наблюдавшиеся у большинства байкальских нерп в экспозиции ЦД за несколько дней до возникновения клинически выраженной формы заболевания, могли быть ассоциированы не с изменением рациона питания животных, а с инфекцией CPV и, анализируя ретроспективно данный случай, по-видимому, как минимум, у Марты эти проявления правильнее трактовать как продромальные.

Вполне вероятно, что назначение всем контактным тюленям в экспозиции ЦД курса лечения циклофероном оказало протективный эффект, предотвратив развитие клинически выраженной формы инфекции CPV. Вопросы эффективности и обоснованности использования интерфероногенов и иммунных сывороток для профилактики и лечения парвовирусных инфекций у содержащихся в неволе байкальских нерп, равно как и целесообразности разработки схем иммунотерапии и вакцинации, требуют дальнейшего изучения и рассмотрения.

administration of interferonogens and immune sera for the prevention and treatment of parvovirus infections in captive Baikal seals, as well as the necessity of development of immunotherapy and vaccination patterns, require further study and consideration.

Список использованных источников / References

Бузина С. 2018. Прокуратура назвала причину гибели нерп на Байкале в июне 2018 года. Красноярск, РИА Новости, 09.08.2018. [Buzina S. 2018. The prosecutor's office named the cause of death of the seals on Lake Baikal in June 2018. Krasnoyarsk, RIA News, 09.08.2018. IN RUSSIAN]. https://ria.ru/society/20180809/1526216088.html

Bodewes R., García A. R., Wiersma L.C.M. et al. 2013. Novel B19-Like Parvovirus in the Brain of a Harbor Seal. PLOS ONE, 8(11), e79259: 1-9.

Boosinger TR, Rebar AH, DeNicola DB, et al. 1982. Bone marrow alterations associated with canine parvoviral enteritis. Vet Pathol., 19(5): 558–561.

Bowman J., Kidd A.G., Nituch L.A. et al. 2014. Testing for Aleutian mink disease virus in the river otter (*Lontra canadensis*) in sympatry with infected American mink (*Neovison vison*). Journal of Wildlife Diseases, 50(3): 689–693.

Brown K.E. 2005. Parvovirus B19. In: Mandell, Douglas, and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases, 6-th ed. (Mandell G.L., Bennett J.E., Dolin R.), Churchill Livingstone, p.1891-1898.

Kearns S.A., Ewing P. 2006. Causes of Canine and Feline Pancytopenia. Compendium, 2: 122–134 .

Siqueira J.D., Ng T.F., Miller M. et al. 2017. Endemic infection of stranded southern sea otters (*Enhydra lutris nereis*) with novel parvovirus, polyomavirus, and adenovirus. Journal of Wildlife Diseases, 53(3): 532–542.

Романова А.В.[1], Кропотин А.В.[2], Сунцова Н.А.[1]

Морские млекопитающие как источник биологически активных веществ

1. ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет» Минздрава России, Киров, Россия
2. ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», Киров, Россия

Romanova A.V.[1], Kropotin A.V.[2], Suntsova N.A.[1]

Marine mammals as a source of biologically active substances

1. Kirov State Medical University of the Ministry of Health, Kirov, Russia
2. Vyatka State University, Kirov, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-268-274

Морские млекопитающие — источник не только пищевого белка и жира, но и другой, не менее ценной, продукции и, в частности, биологически активных веществ, представляющих значительный интерес для медицины (Ажгихин 2007). Биологически активные вещества могут использоваться в качестве фармацевтических субстанций и служить исходными соединениями для получения лекарств с новыми или улучшенными фармакологическими характеристиками. По разным оценкам, от 40 до 70% новых лекарственных средств создается из природных соединений или их синтетических аналогов. На основе природных соединений могут быть разработаны препараты с принципиально иными фармакологическими свойствами, обладающие большей терапевтической активностью или качественно новыми фармакологическими эффектами. В этом отношении большой интерес вызывают представители морской фауны, отличающиеся большим биологическим разнообразием (Хотимченко 2010). Изучение биологически активных веществ морских млекопитающих – это возможность создания новых синтетических соединений с уникальными свойствами.

Цель нашей работы, а также основной метод – представить обзор научной литературы о роли морских млекопитающих (на добычу которых существует квота) как источника биологически активных веществ для последующего создания на основе изученных веществ синтетических аналогов которые будут использованы в фармпроизводстве.

При применении современных методов переработки разрешенных к добыче морских гидробионтов можно получить следующие группы БАВ: стероиды (гормоны, стерины, сапонины), терпены, бромированные соединения (алкалоиды), пептиды, витамины, полиненасыщенные омега-3 жирные кислоты, неизопреноид-

Marine mammals are a source of not only food protein and fat, but also other, equally valuable products such as biologically active substances (BAS), which are of particular interest for medicine (Azhgikhin, 2007). BAS can be used as pharmaceutical agents and to serve as initial compounds for obtaining drugs with new or improved pharmacological characteristics. According to various estimates, from 40 to 70% of novel medicines are derived from natural compounds or their synthetic analogs. Drugs exhibiting fundamentally different pharmacological properties and higher therapeutic activity or qualitatively new pharmacological effects could be developed based on natural compounds. In this regard, members of marine fauna, that is characterized by great biological diversity, are of significant interest (Khotimchenko, 2010). A study of BAS from marine mammals is an opportunity to design novel synthetic compounds with unique properties.

The goal of our work, as well as our main method, is an overview of the dedicated scientific literature on the role of marine mammals (for those where quotas are established) as a source of BAS for the subsequent creation of synthetic analogues, to be used in the pharmaceutical industry.

By applying modern methods of processing of legally hunted marine organisms, the following groups of BAS can be obtained: steroids (hormones, sterols, saponins), terpenes, brominated compounds (alkaloids), peptides, vitamins, omega-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA), non-isoprenoid compounds (prostaglandins), and antitumor substances (Vorobyev, 2009).

Biopolymers are of a particular interest, as potential candidates for pharmaceutical forms. They constitute the structural basis of marine organisms and provide numerous vital functions: proteins, peptides, nucleic

ные соединения (простагландины), противоопухолевые вещества (Воробьев 2009).

Особый интерес в качестве потенциальных кандидатов в лекарственные формы представляют биополимеры, составляющие структурную основу морских организмов и обеспечивающие многочисленные процессы жизнедеятельности, – белки, пептиды, нуклеиновые кислоты, полисахариды, гликопротеины, протеогликаны, гликолипиды. Проведенные в ИБМ ДВО РАН и Владивостокском государственном медицинском университете исследования показали, что вещества группы углеводных биополимеров обладают разнообразными эффектами, такими как гиполипидемический и гипотриглицеридемический, противоязвенный, противовирусный, антипролиферативный. Они эффективны в терапии нарушений желудочно-кишечного тракта и почек, вирусных и токсических гепатитов, инфекционных заболеваний, обладают свойствами пробиотиков, эффективно выводят из организма радионуклиды и тяжелые металлы (Воробьев 2009).

В регуляции обмена веществ и некоторых физиологических функций организма участвуют стероидные гормоны. Стерины морских млекопитающих содержатся в печени, крови, подкожной жировой ткани. Они принимают участие в образовании основных транспортных форм липидов – хиломикронов, альфа- и бета-липопротеидов. Медицинские эндокринные препараты вырабатывают из гипофиза, надпочечников, щитовидной, поджелудочной и половых желез морских млекопитающих (Боровков и др. 2007). Гренландские киты (*Balaena mysticetus*), как потенциальные сырьевые источники гормонов тимуса, не имеют себе равных, так как многократно превышают размеры большинства из наземных животных (Авхутская 1992).

Многие терпеноиды, выделенные из морских организмов, обладают антибиотическим, противомикробным, фунгицидным действием, а также характеризуются нейротропной активностью и способностью ингибировать клеточное деление в различные фазы.

Бромированные соединения способствуют восстановлению нарушенного равновесия между процессами возбуждения и торможения. Алкалоиды морского происхождения исследуются как перспективные соединения для лечения лейшманиоза. Установлено, что ряд морских организмов являются источниками химических веществ с необычной структурой, обладающих анти-ВИЧ активностью (Хотимченко 2010).

Белок мышечной ткани лахтака (*Erignathus barbatus*), ларги (*Phoca largha*) и белухи (*Delphinapterus leucas*)

acids, polysaccharides, glycoproteins, proteoglycans, and glycolipids. The research conducted at the A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology, FEB RAS, and Vladivostok State Medical University have shown that the substances of the carbohydrate biopolymers group exhibit a variety of effects, such as hypolipidemic and hypotriglyceridemic, antiulcer, antiviral, and antiproliferative. They are effective in treatment of disorders of the gastrointestinal tract, kidneys, in viral and toxic hepatitis, infectious diseases; also, they possess properties of probiotics and effectively remove radionuclides and heavy metals from organism (Vorobyev, 2009).

Steroid hormones are involved in the metabolism regulation and some physiological functions of organism. Sterols are found in the liver, blood, and blubber tissue of marine mammals. They participate in the formation of the main transportation forms of lipids: chylomicrons, alpha-, and beta-lipoproteins. Endocrine medications have been produced from the pituitary, adrenal, thyroid, pancreatic, and sex glands of marine mammals (Borovkov et al., 2007). Bowhead whales (*Balaena mysticetus*) have no equals as a potential source of raw material for industrial extraction of thymic hormones, because they are many times bigger than most of terrestrial animals (Avkhutskaya, 1992).

Many terpenoids from marine organisms exhibit antibiotic, antimicrobial, and fungicidal effects and are characterized by the neurotropic activity and the ability to inhibit cell division at different phases.

Brominated compounds contribute to the correction of imbalance between excitation and inhibition processes. Marine-derived alkaloids are studied as promising compounds for the treatment of leishmaniasis. A number of marine organisms have been found to be sources of chemicals with an unusual structure, showing the anti-HIV activity (Khotimchenko, 2010).

Proteins from muscle tissue of the bearded seal (*Erignathus barbatus*), spotted seal (*Phoca largha*), and beluga whale (*Delphinapterus leucas*) are considered complete, because all essential amino acids, as well as cystine, cysteine, glutamic acid, proline, and tyrosine, are found in their composition (Brovkov et al., 2007). Proteins of Caspian seal meat contain the most of the essential amino acids.

Taking into account the norms of daily needs of an adult human in fat- and water-soluble vitamins, it turns out that 100 g of beluga whale meat can fulfill 24.7–29.3% of human organism's demand for vitamin

– полноценный, в его составе все незаменимые аминокислоты, а также цистин, цистеин, глутаминовая кислота, пролин и тирозин (Боровков и др. 2007). Белки мяса каспийского тюленя содержат больше всего незаменимых аминокислот.

Исходя из норм суточной потребности организма взрослого человека в жиро- и водорастворимых витаминах, получается, что 100 г мяса белухи могут удовлетворить потребность организма в витамине B_1 на 24,7– 29,3%, а мяса кольчатой нерпы – в витамине B_1 на 41,3%, а в витамине B_2 на 10,6%. 100 г мяса финвала (*Balaenoptera physalus*) и блювала *(Balaenoptera musculus*) (квоты на которых существуют в Исландии) – в витаминах B_2 на 13,9–17,2%, в витамине PP на 26,0–26,5%, а в витамине C на 2,4–24,4%, так как его содержание в мясе составляет 2,16–22,0 мг%. В 100 г мяса гренландского кита содержится 0,14–0,29 мг витамина B_6, что составляет 7–14,5% суточной потребности, а содержание фолиевой кислоты превышает суточную потребность в 1,4–1,8 раза (Подкорытова и др. 2017). Содержание витамина F составляет от 5,9% до 8,0% от суммы жирных кислот (Боева и др. 2017).

Ферментативные гидролизаты белков мяса гренландского кита, содержащие все эссенциальные аминокислоты, водорастворимые витамины B_1, B_2, B_6, PP и фолиевую кислоту, большое число минеральных элементов (калий, фосфор, магний, кальций, железо, медь, цинк, марганец, кобальт и др.), были рекомендованы в качестве питательных сред для микробиологической промышленности, а также для медицинских целей и получения L-аминокислот. Печень морских млекопитающих также идет для выработки концентрата витаминов A, B_{12}. Мясо морских гидробионтов имеет еще и богатый минеральный состав и, в частности, высокое содержание органического железа. По оценке Института питания РАМН, элемент железа относится к наиболее дефицитным нутриентам. Его недостаток приводит к появлению скрытых и явных форм железодефицитной анемии (Боровков и др. 2007). Поэтому такие вещества, как камполон, применяемый в медицине при лечении анемии, гепатитов, цирроза, цитохром-С, стимулирующий работу сердца, и тимозин с широким диапазоном иммунокоррегирующей активности, никогда не потеряют свою актуальность.

Помимо мяса, ценным продуктом, получаемым при переработке китов, являлся спермацетовый жир, который применялся в медицинских целях для приготовления противоожоговых мазей (Подкорытова и др. 2017). Установлена перспективность желчи морских млеко-

B_1; ringed seal meat covers 41.3% of daily need in B_1 and 10.6% of need in B_2 by. Meat (100 g) of a fin whale (*Balaenoptera physalus*) and a blue whale (*Balaenoptera musculus*) (hunted in Iceland within quota limits) fulfill 13.9–17.2% of demand for vitamin B_2, 26.0–26.5% for vitamin PP, and 2.4–24.4% for vitamin C (as its level in meat ranges within 2.16–22.0 mg%). A 100-gram piece of bowhead whale meat contains 0.14–0.29 mg vitamin B_6, which constitutes 7–14.5% of daily needs; the folic acid content exceeds the daily need by 1.4–1.8 times (Podkorytova et al., 2017). The vitamin F content varies from 5.9% to 8.0% of the total fatty acids (Boeva et al., 2017).

Enzymatic hydrolysates of proteins from bowhead whale meat, are containing all essential amino acids, water-soluble vitamins (B_1, B_2, B_6, PP) and folic acid, and a large number of mineral elements (potassium, phosphorus, magnesium, calcium, iron, copper, zinc, manganese, cobalt, etc.). They were recommended as growth media for the microbiological industry, as well as for medical purposes and production of L-amino acids. Liver of marine mammals has also been used to obtain concentrates of vitamins A and B_{12}. Moreover, meat of marine animals has a rich mineral composition and, in particular, a high level of organic iron. According to the Scientific Research Institute of Nutrition, Russian Academy of Medical Sciences, iron element is considered among the scarcest nutrients. Its shortage induces covert and overt forms of iron-deficiency anemia (Borovkov et al., 2007). For this reason, such substances as Campolonum, used in medicine for the treatment of anemia, hepatitis, and cirrhosis, or Cytochrom-C, stimulating the heart muscle, or Thymosin, with its wide range of immunocorrecting activities, will never lose their relevance.

Besides meat, another valuable product of whale processing was spermacety, formerly used for medical purposes to prepare burn ointments (Podkorytova et al., 2017). The application of marine mammals bile in treatment of patients with infected burns and chronic dermatitis have been shown to be highly promising.

Essential fatty acids (FA) of omega-3 series, obtained from aquatic organisms and found only in marine-derived biological raw materials, are of the greatest interest from the pharmacological point of view. In the PUFA class, the content of biologically active omega-3 FAs such as eicosapentaenoic and docosahexaenoic, which exhibit a wide range of therapeutic effects, is also important (Vorobyev, 2009). The biological value of lipids from the blubber of seals is explained by the

питающих для больных с инфицированными ожогами и хроническими дерматитами.

Наибольший интерес в фармакологическом аспекте представляют эссенциальные жирные кислоты гидробионтов омега-3 ряда, содержащиеся только в морском биосырье. В классе полиненасыщенных жирных кислот – содержание биологически активных омега-3 ряда жирных кислот – эйкозапентаеновой и докозагексаеновой, обладающих широким диапазоном лечебных эффектов (Воробьев 2009). Биологическая ценность липидов покровного сала тюленей определяется наличием витамина F (линоленовой (18:3ω-3), линолевой (18:2ω-6) и арахидоновой (20:4ω-6) кислот) и пальмитолеиновой кислоты (16:1ω-7), которая является главным элементом кожи, обладает противомикробными и антиоксидантными свойствами, способствует восстановлению и регенерации клеток кожи, а также является «показателем подлинности» тюленьего жира. С целью исследования пищевой ценности липидов подкожного сала тюленей был изучен их фракционный состав, который указывает на высокое содержание триглицеридов: от 88,5% в липидах покровного сала нерпы до 90,1% в жире ларги (*Phoca largha*) (Боева и др. 2017). Медицинской промышленности была рекомендована возможность получения из печени и легких морских млекопитающих четырех видов биологически активных жирных кислот (для создания их синтетических аналогов), участвующих в биоэнергетических процессах и обладающих антимикробной, иммунологической и противоопухолевой активностью.

Заслуживают внимания и другие компоненты морских жиров: алкилглицерины могут найти применение при нарушениях жирового обмена и в качестве иммуномодуляторов (Хотимченко 2010). По общему составу липидов мясо белухи содержит 36,32% триглицеридов, 5,26% холестерина, 26,72% лецитина, 6,15% свободных жирных кислот. В состав липидов фарша гренландского кита входят фосфолипиды (12,56%), моноглицериды (3,51%), холестерин (7,49%), свободные жирные кислоты (10,03%), триглицериды (27,92%), воска (38,51%) (Подкорытова и др. 2017). Биологической ролью триглицеридов является накопление и «хранение» энергии, выделяющейся в процессе их распада, они важны для организма как запасные вещества (Боева и др. 2017).

Липиды покровного сала каспийских тюленей богаты мононенасыщенной пальмитолеиновой кислотой омега-7 до 25%, эссенциальными жирными кислотами до 9% и полиненасыщенными жирными кислотами омега-3 до 27%, что делает эти жиры уникальными по

presence of vitamin F (linolenic (18:3ω-3), linoleic (18:2ω-6), arachidonic (20:4ω-6) FAs) and palmitoleic FA (16:1ω-7). The last one is the main element of the skin, has antimicrobial and antioxidant properties, contributes to the recovery and regeneration of skin cells, and is also considered an “indicator of authentic” seal fat. To study the nutritional value of lipids from the blubber of seals, their fractional composition was analyzed. It showed a high level of triglycerides: from 88.5% in lipids of the blubber of Caspian seals up to 90.1% in the blubber of spotted seal (*Phoca largha*) (Boeva et al., 2017). The medical industry had recommendations about the possibility of obtaining four types of biologically active FAs (for synthesizing their analogues), involved in bioenergetic processes and exhibiting antimicrobial, immunological, and antitumor activity, from the liver and lungs of marine mammals.

Other components of marine-derived fats also deserve attention: alkylglycerols can find application in treating lipid metabolism disorders and as immunomodulators (Khotimchenko, 2010). In its total lipid composition, a beluga whale meat contains 36.32% triglycerides, 5.26% cholesterol, 26.72% lecithin, and 6.15% free FAs. The lipid composition of a bowhead whale meat includes: phospholipids (12.56%), monoglycerides (3.51%), cholesterol (7.49%), free FAs (10.03%), triglycerides (27.92%), and waxes (38.51%) (Podkorytova et al., 2017). The biological role of triglycerides is the accumulation and “storage” of energy, released in the process of their decay, and, therefore, they are essential for an organism as reserve substances (Boeva et al., 2017).

Lipids from the blubber of Caspian seals are rich in omega-7 monounsaturated palmitoleic FA (amounting to 25%), essential FAs (to 9%), and omega-3 PUFAs (to 27%), which makes these fats unique in FA composition, and, thus, they can be recommended both for producing a commercial food item such as edible fat and as a raw material for the production of therapeutic and preventive foods or biologically active dietary supplements (BADS) with cholesterol-lowering, general tonic, and immunomodulatory actions (Boeva et al., 2017). As an anti-atherosclerotic factor, FAs of omega-3 series contribute to the liver metabolism of cholesterol and its removal from the body, and act as inhibitors of HMG-reductase, an enzyme which controls the cholesterol biosynthesis (Vorobyev, 2009).

Harp seals (*Pagophilus groenlandicus*) that were killed and butchered (with extraction of the blubber and brain)

жирнокислотному составу, поэтому они могут быть рекомендованы как для производства самостоятельного пищевого продукта — жира пищевого, так и как сырьё для получения лечебно-профилактических продуктов или БАД к пище гипохолестеринемического, общеукрепляющего и иммуномодулирующего действия (Боева и др. 2017). Как антиатеросклеротический фактор, жирные кислоты омега-3 ряда способствуют метаболизму холестерина в печени и его выведению из организма, а также выступают как ингибиторы ГМГ-редуктазы – фермента, контролирующего биосинтез холестерина (Воробьев 2009).

Забой и разделывание тушек гренландских тюленей (*Pagophilus groenlandicus)*, осуществлявшийся в районах Белого моря (с извлечением покровного сала и мозга), послужил достаточным источником для детального изучения химического состава извлеченного материала данных животных, что явилось доказательством наличия большого количества лецитина, который, в свою очередь, является незаменимым строительным материалом, входящим в состав оболочек мембран различных клеток тела человека. Лецитин укрепляет нервную систему, незаменим для печени и головного мозга. Наладить липидный обмен в организме человека, нормализовать уровень холестерина в крови также помогает лецитин. Показания к применению данного препарата очень широки. Он необходим как для развития подрастающего организма, так и для поддержания здоровья людей зрелого возраста (Петрова 2009).

Помимо этого, ненасыщенные жирные кислоты являются предшественниками простагландинов. Они предупреждают тромбообразование, активируют функцию печени, почек, вызывают вазодилатацию и нормализуют артериальное давление, стабилизируют биохимию тканей поврежденного миокарда. Особенно велико значение простагландинов в репродуктивных процессах – в оплодотворении яйцеклетки и обеспечении нормального течения беременности (Воробьев 2009). Суммарное содержание предшественников простагландинов распределилось в таких соотношениях: в легких каспийских тюленей и серых китов (*Eschrichtius robustus*) – 24,0 и 25,2%, в печени моржей, тюленей, серых китов – 20,1%, 18,0% и 18,9% соответственно, в семенниках моржа –10,9% и несколько больше у белухи – 14,9% (Авхутская 1992).

Существуют различия и по количеству ненасыщенных жирных кислот в семенниках различных видов морских млекопитающих (75,3% – у моржей, 49,2% – у серых китов), а также моноосновых (0,3% – у моржей,

in some areas of the White Sea served as a sufficient source for a detailed study of the chemical composition of the material obtained from these animals. It showed the presence of a large amount of lecithin, which, in turn, is an indispensable construction material and a component of membranes of various cells in a human organism. Lecithin strengthens the nervous system and is vitally important for the liver and the brain. It also helps to improve the lipid metabolism and normalize the blood cholesterol level in humans. The range of application of this agent is very wide. It is necessary both for the development of growing young organisms and for maintaining the health of adult people (Petrova, 2009).

Moreover, unsaturated FAs are precursors of prostaglandins. They prevent thrombosis, activate the functions of the liver and kidneys, induce vasodilation, and normalize arterial blood pressure, as well as stabilize the biochemistry of the damaged myocardium tissues. The importance of prostaglandins becomes especially evident in the reproductive processes such as a fertilization of egg cell and providing normal development of a pregnancy (Vorobyev, 2009). The total content of prostaglandin precursors is distributed in the animal organisms as follows: in the lungs of Caspian seals and gray whales (*Eschrichtius robustus*) (24.0 and 25.2%); in the liver of walruses, seals, gray whales (20.1%, 18.0%, and 18.9%, respectively); in the walrus testes (10.9%) and slightly higher in beluga whale (14.9%) (Avkhutskaya, 1992).

There are also differences between marine mammal species in the amount of unsaturated FAs in testes (75.3% in walruses and 49.2% in gray whales), as well as in the amount of monobasic (0.3% in walruses, 31.4% in beluga whales) and polyenoic FAs (23.4% in beluga whales, 14.6% in walruses) (Avkhutskaya, 1992).

By the FA unsaturation index, marine mammals organs could be arranged in the following sequence: lungs, blood serum, testes, kidneys (Avkhutskaya, 1992). The fat extracted from a gray whale meat is characterized by a high level of highly unsaturated pentaenoic and hexaenoic FAs that determines an increased degree of its unsaturation (Podkorytova et al., 2017). Meat of a beluga whale contains FAs, of which saturated FAs account for 31.72%; monoenoic FAs, 52.59%; and polyenoic FAs, 15.04%. Fish oils make up the major part of BADS and medicines designed for the treatment and prevention of the cardiovascular disorders, skin and joint diseases, and malignant neoplasms

31,4% – у белух) и полиеновых (23,4% – у белух, 14,6% – у моржей) жирных кислот (Авхутская 1992).

По индексу ненасыщенности жирных кислот органы морских млекопитающих можно расположить в следующей последовательности: легкие, сыворотка крови, семенники, почки (Авхутская 1992). Жир, выделенный из мяса серого кита, характеризуется относительно высоким содержанием высоконенасыщенных пентаеновых и гексаеновых жирных кислот, что определяет повышенную степень его непредельности (Подкорытова и др. 2017). В мясе белухи содержатся жирные кислоты, 31,72% из которых приходится на насыщенные жирные кислоты, 52,59% – на моноеновые и 15,04% – полиеновые. Рыбные жиры составляют основу биологически активных добавок к пище и лекарственных препаратов, предназначенных для лечения и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, кожных болезней, заболеваний суставов и злокачественных новообразований (Хотимченко 2010). Морские конопептиды, анабазеин и жирные кислоты серии ω-3 являются предметом клинических испытаний в качестве средств для лечения нейропатических болей, шизофрении и болезни Альцгеймера.

В качестве противоопухолевого средства проходит клинические испытания дискодермолид – полигидроксилированный лактон, выделенный из тканей некоторых морских гидробионтов (Авхутская 1992).

Биологическое разнообразие Мирового океана составляет неограниченный ресурс в области создания новых физиологически активных соединений. Биологически активные вещества, выделенные из морских животных, обладают широким спектром биологической активности по отношению к различным биосистемам, включая антибактериальную, антикоагулянтную, противогрибковую, противоопухолевую, проапоптотическую и антигиперхолестеринемическую активности (Стоник, Толстиков 2008). Биологическая ценность белков и жиров млекопитающих позволяет рекомендовать их для производства самостоятельного продукта — пищевого жира, а также как исходное вещество, на основе которого возможна разработка синтетических аналогов биологически активных добавок к пище гипохолестеринемического, общеукрепляющего и иммуномодулирующего действия.

(Khotimchenko, 2010). Marine conopeptides, anabaseine, and FAs of the ω-3 series are the subject of clinical trials as agents for the treatment of neuropathic pain, schizophrenia, and Alzheimer's disease.

Discodermolide, a polyhydroxylated lactone isolated from the tissues of some marine organisms, is currently undergoing clinical trials as an antitumor agent (Avkhutskaya, 1992).

The biological diversity of the World Ocean provides an unlimited resource for creating novel, physiologically active compounds. BAS derived from marine animals exhibit a wide range of biological activities towards various biosystems, including antibacterial, anticoagulant, antifungal, antitumor, proapoptotic, and antihypercholesterolemic ones (Stonik, Tolstikov, 2008). The biological value of mammals proteins and fats allows us to recommend them for the production of edible fat as a commercial food item, and also as a raw material, which can become a basis for the development of synthetic analogues of BADS having hypocholesterolemic, general tonic, and immunomodulatory effects.

Список использованных источников / References

Авхутская Г.С. 1993. Биологически активные вещества морских гидробионтов // Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. Москва. С. 15–36. [Avkhutskaya G.S. 1993. Biologically active substances of marine organisms. Doctoral (Biol.) Dissertation. Moscow, p. 15–36].

Ажгихин И.С. Лекарства из моря – электронный ресурс [Azhgikhin I.S. Medicine from the Sea]. http://www.u-lekar.ru/content/view/932/

Боева Н.П., Петрова М.С., Баскакова Ю.А. 2017. Показатели качества и биологическая ценность жиров морских млекопитающих // Труды ВНИРО. Технология переработки водных биоресурсов . Т. 168. Москва. С. 198–205 [Boeva N.P., Petrova M.S., Baskakova Yu.A. 2017. Quality indicators and biological value of fats from marine mammals. Trudy VNIRO, 168: 198–205].

Borovkov M.F., Frolov V.P., Serko S. A. 2007. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животнодства. Санкт Петербург. С. 317–320 [Borovkov M.F., Frolov V.P., Serko S. A. 2007. Veterinary and sanitary expertise with the basics of technology and standardization of products of animal farming. St. Petersburg, p. 317–320].

Воробьев В.В. 2009. Создание биоактивных фармакологических субстанций и лекарственных средств из морских гидробионтов // Вестник биотехнол. Т. 4, № 1. Владивосток. С. 33–38 [Vorobyev V.V. 2009. Creation of biologically active pharmacological substances and medicines from marine organisms. Vestnik Biotekhnologii, 4(1): 33–38].

Петрова М.А. 2009. Обоснование и разработка технологии биологически активной добавки к пище «Лецитин в тюленьем жире»//Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва. С. 58–93 [Petrova M.A. 2009. Substantiation and development of the technology of the biologically active dietary supplement “Lecithin in seal fat”. Candidate of Science (Tekh.) Dissertation. Moscow, p. 58–93].

Подкорытова А.В., Игнатова Т.А., Родина Т.В. 2017. Пищевая и биологическая ценность мышечных тканей морских млекопитающих и их использование // Труды ВНИРО. Технология переработки водных биоресурсов . Т. 168. Москва. С. 159–179 [Podkorytova A.V., Ignatova T.A., Rodina T.V. 2017. Nutritional and biological value of muscle tissues from marine mammals and their use. Trudy VNIRO, 168: 159–179]. Стоник В.А., Толстиков Г.А. 2008. Природные соединения и создание отечественных лекарственных препаратов // Вестн. ДВО РАН. 78. (8). Владивосток. С. 675–687 [Stonik V.A., Tolstikov G.A. 2008. Natural compounds and creation of domestically produced medicines. Vestnik DVO RAN, 78(8): 675–687].

Федосов Ю.В., Михайлов В.В., Плисова Е.Ю. 1988. Биологически активные вещества гидробионтов при комплексной утилизации ресурсов океана // Ред. Эпштейн Л.М. ТИНРО. Владивосток. С. 19–20 [Fedosov Yu.V., Mikhailov V.V., Plisova E.Yu. 1988. Biologically active substances of aquatic organisms in case of complete utilization of ocean resources (L.M. Epshtein, ed.). Vladivostok: TINRO, p. 19–20].

Хотимченко Ю.С. 2010. Биологически активные вещества из морских гидробионтов – источник новых фармацевтических субстанций и лекарств // Тихоокеанский медицинский журнал, № 2. Владивосток. С. 5–9 [Khotimchenko Yu.S. 2010. Biologically active substances from marine organisms: A source of new pharmaceutical substances and drugs. Tikhookeanskii Meditsinskii Zhurnal, 2: 5–9].

Рядинская Н.И. [1], Саможапова С.Д. [2], Баранов Е.А. [3], Тарасевич В.Н. [1]

Архитектоника артериальных сосудов кишечника байкальской нерпы (*Phoca sibirica* Gm.)

1. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, Иркутск, Россия
2. Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, Россия
3. ООО «Аквариум Байкальской Нерпы», Иркутск, Россия

Ryadinskaya N.I. [1], Samozhapova S.D. [2], Baranov E.A. [3], Tarasevich V.N. [1]

Architectonics of arterial vessels of the intestine of the Baikal seal (*Phoca sibirica* Gm.)

1. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia
2. Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Philippov, Ulan-Ude, Russia
3. Baikal Seal Aquarium, Irkutsk, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-275-281

Изучению биологии байкальской нерпы посвящено более шестисот трудов (Гурова, Пастухов 1974; Иванов 1936; Пастухов, Гурова 1974; Пастухов 1969; Петров, Егорова 1998). Первым учёным, исследовавшим питание байкальской нерпы, был Т.М. Иванов (1936). Он исследовал содержимое пищеварительного тракта семи взрослых нерп. Его исследования показали, что основу пищевого режима нерпы составляют четыре вида рыб – это малая голомянка, желтокрылый бычок и большая голомянка. Байкальский омуль попадается в пищу нерпе случайно и в очень небольшом количестве, не более 1-2 % от суточного рациона (Иванов 1936).

Е.А. Баранов и К.Б. Иванов (2000 г.) продолжили исследования по изучению питания байкальской нерпы. Они исследовали 14 нерп разного возраста, с разной массой тела и установили, что ежесуточная пищевая потребность нерпы в рыбе в природных условиях была оценена в пределах от 2,7 до 7,2 кг (Баранов, Иванов 2000).

Известно, что от функционального состояния органов пищеварения зависит жизнеспособность животного, так как пищеварительная система непосредственно сообщается с внешней средой и напрямую подвержена воздействию различных раздражителей.

Актуальность нашей работы объясняется фундаментальностью исследований анатомии, топографии и архитектоники сосудистого русла кишечника, которые необходимы для клинического обследования таких необычных пациентов, как байкальская нерпа, а также будут являться основой для физиологического и патологоанатомического изучения ее организма.

The biology of the Baikal seal has been studied in more than six hundred publications (e.g. Gurova, Pastukhov 1974; Ivanov 1936; Pastukhov, Gurova 1974; Pastukhov 1969; Petrov, Egorova 1998). Ivanov T.M. (1936) was the first scientist who investigated the feeding habits of Baikal seals. He examined the contents of the digestive tract of seven adult seals. His study showed that four species of fish comprise a major part of the diet of these seals: little Baikal oilfish, big Baikal oilfish, and Baikal sculpin. Baikal omul occurs in the food of seals occasionally and in very small numbers that account no more than 1–2% of the daily diet (Ivanov 1936).

E.A. Baranov and K.B. Ivanov (2000) continued the study of the Baikal seal's diet. They examined 14 seals of different ages with different body weights and estimated the daily food requirements of a seal in natural conditions at 2.7 to 7.2 kg of fish (Baranov, Ivanov 2000).

As is known, viability of an animal depends on the functional state of its digestive organs, since the digestive system is linked to the external environment and is directly exposed to the effect of various stimuli.

The relevance of our work is explained by the fundamental importance of the studies of anatomy, topography, and architectonics of the vascular bed of the intestine; such knowledge is necessary for clinical examination of such unusual subjects as Baikal seals, and will also become the basis for the physiological and pathoanatomical study of their body.

There are few scientific studies on the cardiovascular system in true seals. The patterns of interaction of the cardiovascular and respiratory systems in the dynamics

Научных работ по сердечнососудистой системе у настоящих тюленей немного. Особенности взаимодействия сердечнососудистой и дыхательной систем настоящих тюленей в динамике функциональных состояний изучал Зотов (2008). В работах Drabek (1975, 1977) проведено сравнительное описание аорты тюленей (тюленя Уэдделла, морского леопарда, тюленя Росса, тюленя-крабоеда), исследования King (1977, 1983) по изучению артериальной системы ластоногих указывают на некоторое сходство в строении с собаками. Наиболее подробное описание анатомических особенностей различных органов и архитектоники основных магистралей у кольчатой нерпы представлено в работах Smodlaka et al. (2004, 2009). У северного морского слона (Tornton et al. 2001) исследовали функциональную связь между сокращениями селезенки и наполнением печеночного синуса в условиях дайвинга, а функциональное расширение аорты при дайвинге описал Rhode et al. (1986).

Материалом для исследования послужил кишечник байкальской нерпы (n=6) в возрасте 5-8 месяцев. Возраст животных определяли по годовым кольцам дентина основания клыка по методу Аношко Г.П. (2000) и Чапского К.К. (1941).

Для определения длины каждой кишки использовались сантиметровая лента и линейка с точность до 1 мм. Внутренний диаметр и толщина стенки кишки определялись при помощи штангенциркуля с точностью до 0,1 мм.

Масса кишки определялась при помощи лабораторных весов марки Adventurer OHAUS модели AR5120 с точностью до 0,05 г.

Кровеносное русло изучали методом препарирования, изготовления коррозионных препаратов с предварительной инъекцией пенообразующей массой «Soudal», а также противопожарной пеной «Invamat». Диаметр артерий измеряли штангенциркулем и микрометром, угол отхождения от основного сосуда – транспортиром.

Статистические показатели получили с помощью компьютерной программы «Статистика», цифровой материал приведен в виде средней арифметической (M) и ошибки средней арифметической (m).

Кишечник байкальской нерпы состоит из двух отделов: тонкого и толстого. Тонкий кишечник подразделяется на три основные части: двенадцатиперстную, тощую и подвздошную кишки. Толстый отдел также дифференцирован на три кишки: слепую, ободочную и прямую.

Двенадцатиперстная кишка (256.7±47.02 мм) берёт своё начало от привратника пилорической части желудка, в

of their functional states were studied by Petrov (2009). Drabek (1975, 1977) provided a comparative description of the aorta of seals (Weddell seal, leopard seal, Ross seal, and crabeater seal). The studies of King (1977, 1983) on the arterial system of pinnipeds indicated some similarity of its structure with that of dogs. The most detailed description of the anatomical features of various organs and the architectonics of the main vessels in ringed seal appears in the works of Smodlaka et al. (2004, 2009). Tornton et al. (2001) studied the functional relationship between contractions of the spleen and the filling of the hepatic sinus in diving northern elephant seals; the functional expansion of the aorta during diving was described by Rhode et al. (1986).

The material for the present study was the intestines of several Baikal seals (n=6) aged 5–8 months. Age of the animals was determined by annuli in the dentin of the canine tooth based upon the method of Anoshko et al. (2000) and Chapsky K.K. (1941).

To determine the length of each intestine, a centimeter tape and a ruler with an accuracy of 1 mm were used. Internal diameter of the intestine and its wall thickness were measured with a Vernier caliper to an accuracy of 0.1 mm.

Weight of the intestine was determined using Adventurer OHAUS AR5120 laboratory scales, providing an accuracy of 0.05 g.

The circulatory system was studied by the method of vascular corrosion casting with preliminary injection of Soudal polyurethane foam and Invamat fire-fighting foam. Diameter of arteries was measured with a Vernier caliper and a micrometer; the angle of deflection from the main vessel was measured with a protractor.

Statistical processing of the obtained values was performed using the Statistica software package; results are represented as the arithmetic mean (M) and error of the arithmetic mean (m).

The intestine of Baikal seal consists of two parts: large and small. The small intestine is divided into three main sections: the duodenum, the jejunum, and the ileum. The large intestine is also divided into three sections: the cecum, the colon, and the rectum.

The duodenum (256.7±47.02 mm) originates from the pylorus in the pyloric part of the stomach, in the right hypochondrium. The duodenum length is only 4% of the total length of the intestine. The jejunum is

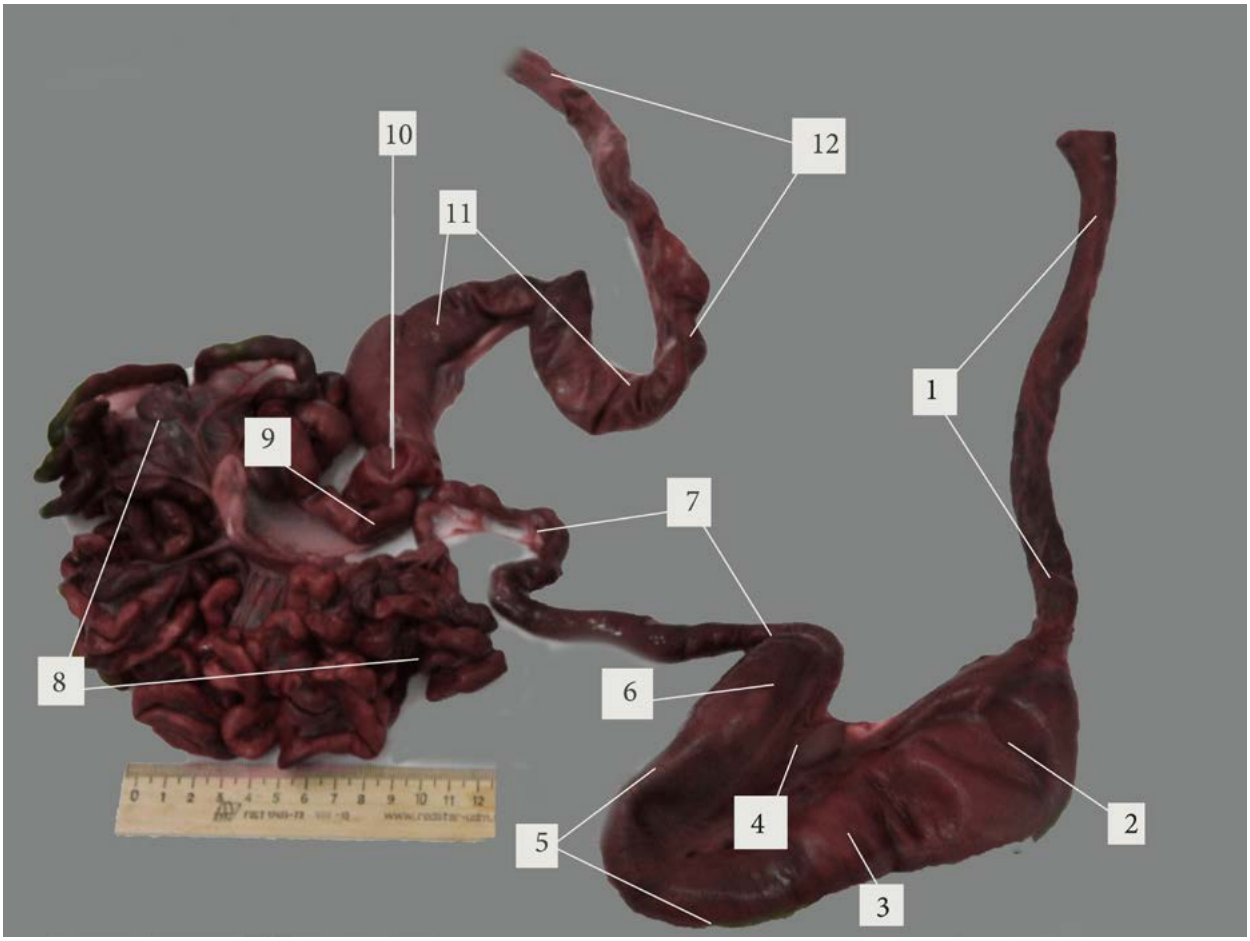


Рис. 1. Желудочно-кишечный тракт. Байкальская нерпа, 1 год: 1 – пищевод, 2 – кардиальная часть желудка, 3 – фундальная часть желудка, 4 – малая кривизна, 5 – большая кривизна, 6 – пилорическая часть желудка, 7 – двенадцатиперстная кишка,8 – тощая кишка, 9 – подвздошная кишка, 10 – слепая кишка, 11 – ободочная кишка, 12 – прямая кишка

Fig. 1. Gastrointestinal tract of a 1-year-old Baikal seal: (1) esophagus, (2) cardiac part of stomach, (3) fundus of stomach, (4) lesser curvature, (5) greater curvature, (6) pyloric part of stomach, (7) duodenum, (8) jejunum, (9) ileum, (10) cecum, (11) colon, (12) rectum.

правом подреберье. Относительно всей длины кишечника двенадцатиперстная кишка составляет 4%. Тощая кишка – самая длинная часть всего желудочно-кишечного тракта животного (50400.0±4080.85 мм), длина тощей кишки – это 76.4% от общей длины кишечника. Тощая кишка расположена в вентральной части эпигастрия и мезогастрия, уложена в огромное количество мотков. В брюшной полости тощая кишка удерживается хорошо развитой брыжейкой, через которую к кишке проходят многочисленные кровеносные сосуды.

Подвздошная кишка (620.0±104.40 мм) – конечный отдел тонкого кишечника, расположена в области 1-2 поясничных позвонков и переходит в слепую кишку

the longest section of the gastrointestinal tract of the animal (50,400.0±4,080.85 mm), constituting 76.4% of the total intestine length. It is located in the ventral part of the epigastrium and mesogastrium, and is massed into numerous coils. In the abdominal cavity, the jejunum is suspended by the well-developed mesentery permeated by numerous blood vessels running to the intestine.

The ileum (620.0±104.40 mm) is the terminal section of the small intestine, located in the region of 1st–2nd lumbar vertebrae and passing into the cecum of the large intestine. The length of the ileum reaches 9% of the total intestine length.

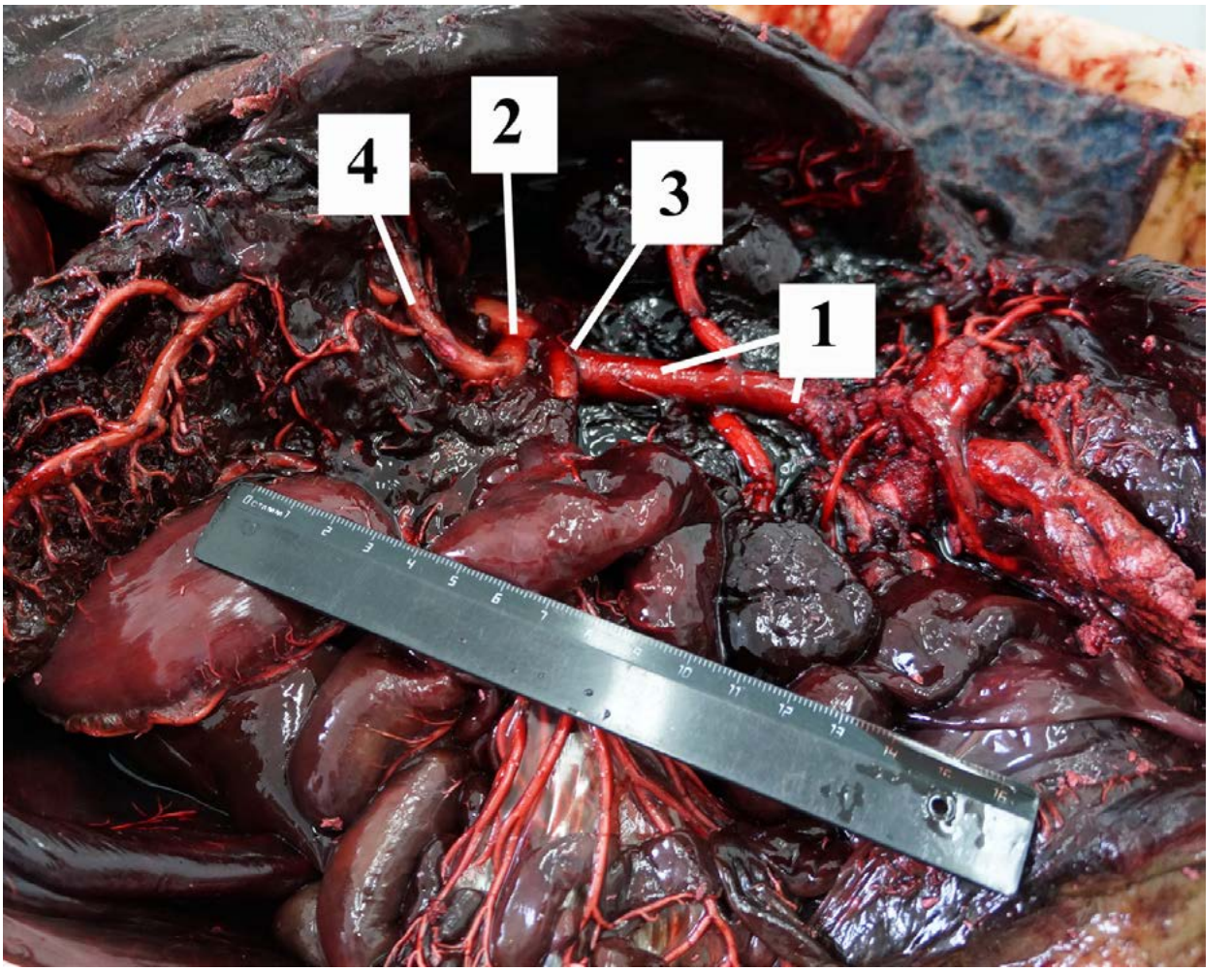


Рис. 2. Источники кровоснабжения тонкого отдела кишечника. Байкальская нерпа, 2 года: 1 – аорта, 2 – чревная артерия, 3 – краниальная брыжеечная артерия, 4 – селезеночная артерия

Fig. 2. Blood supply of the small intestine in a 2-year-old Baikal seal: (1) aorta, (2) celiac artery, (3) cranial mesenteric artery, (4) splenic artery.

толстого отдела. Длина подвздошной кишки относительно общей длины кишечника – 9%.

Толстый кишечник также дифференцирован на три отдела: слепую, ободочную и прямую кишки. Слепая кишка (120.0±0.29 мм) – граница перехода тонкого отдела кишечника в толстый, от общей длины кишечника составляет 0,2%. Ободочная кишка (256.7±8.82 мм) составляет 4% от длины кишечника. Конечное звено пищеварительной системы – прямая кишка. Относительно общей длины она составляет 4%. Отходя от ободочной кишки, проходит прямолинейно под позвоночником и заканчивается анальным отверстием. Имеет ампулообразное расширение (Рис. 1).

The large intestine is also differentiated into three sections: the cecum, the colon, and the rectum. The cecum (120.0±0.29 mm) is the border between the small and large intestines; its length is only 0.2% of the total intestine length. The colon (256.7±8.82 mm) constitutes 4% of the intestine length. The terminal link of the digestive system is the rectum, with its length reaching also 4% of the total intestine length. Originating from the colon, it extends straight under the spinal column and ends with the anus. It has an ampullary expansion (Fig. 1).

Kuzin (2008) and Carolyn (1999) in their studies on pinnipeds also pay attention to the very long small

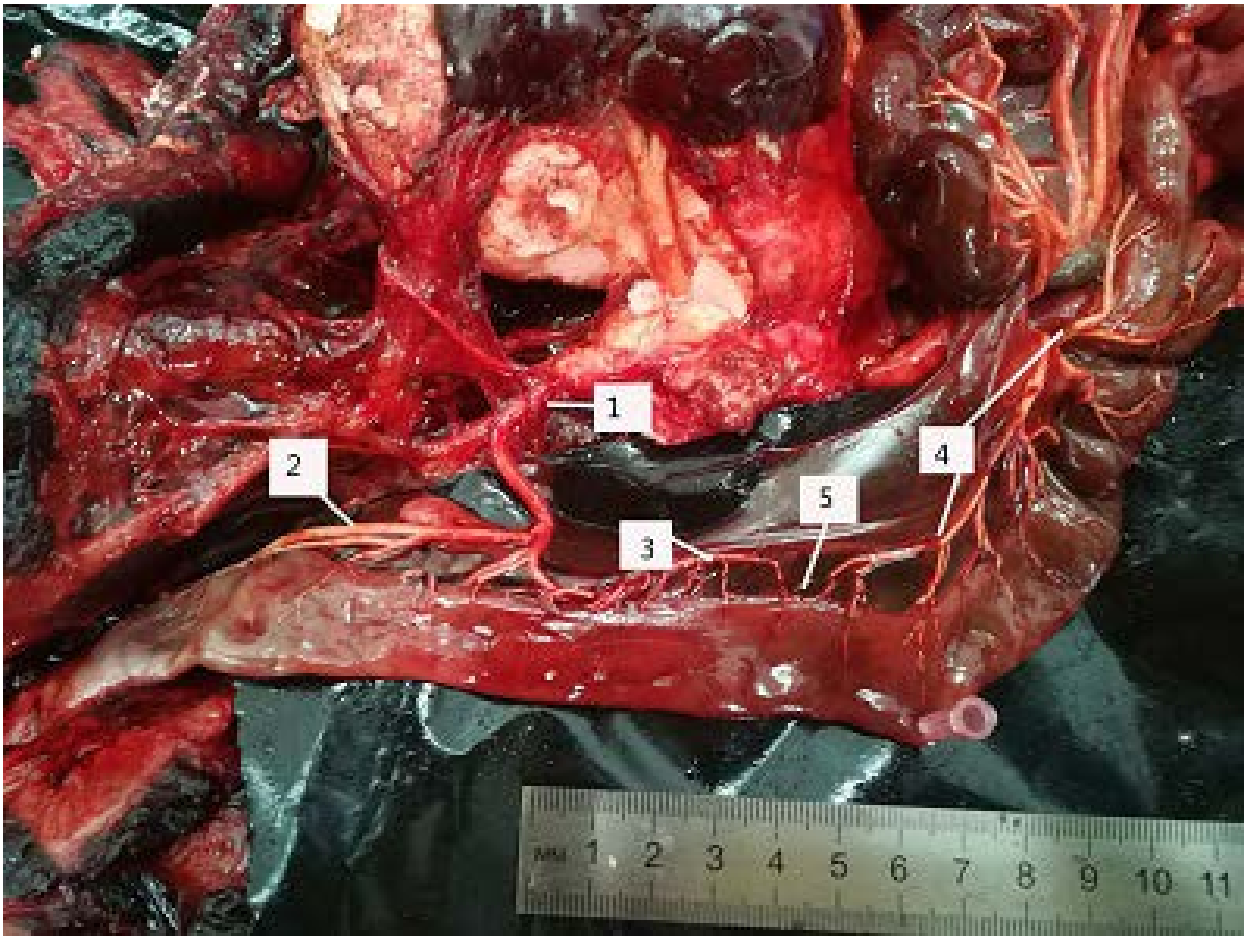


Рис. 3. Каудальная брыжеечная артерия. Байкальская нерпа, 2 года: 1 – каудальная брыжеечная артерия, 2 – прямокишечная артерия, 3 – ободочная артерия, 4 – слепоободочная артерия, 5 – ободочная кишка

Fig. 3. Caudal mesenteric artery in a 2-year-old Baikal seal: (1) caudal mesenteric artery, (2) rectal artery, (3) colic artery, (4) cecocolic artery, (5) colon.

Кузин (2008), Carolyn (1999) в своих исследованиях по ластоногим также обращают внимание на очень длинный тонкий кишечник и короткий толстый, который с возрастом не меняется.

Источником питания большей части кишечника у исследуемых нерп являются три крупных сосуда – чревная, краниальная и каудальная брыжеечные артерии, диаметром 8.5±1.0 мм 6.5±0.98 мм и 4.2±0.88 мм, длиной 16.0±2.56 мм, 124.0±7.21 мм и 46.0±4.32 мм соответственно. Артерии отходят самостоятельно от брюшной аорты, с углом отхождения 22.0±1.0°, 23.0±1.0° и 82.0±2.0° (Рис. 2). Архитектоника чревной артерии байкальской нерпы описана в наших работах по кровоснабжению желудка, селезенки, печени и поджелудочной железы (Рядинская и др. 2016).

intestine and the short large one, which does not change with age.

The major part of the intestine in the studied seals is fed by three large blood vessels: celiac, cranial, and caudal mesenteric arteries, with a diameter of 8.5±1.0 mm, 6.5±0.98 mm, and 4.2±0.88 mm, and a length of 16.0±2.56 mm, 124.0±7.21 mm, and 46.0±4.32 mm, respectively. The arteries originate from the abdominal aorta at a deflection angle of 22.0±1.0°, 23.0±1.0°, and 82.0±2.0°, respectively (Fig. 2). The architectonics of the celiac artery in Baikal seal is described in our works on the blood supply of the stomach, spleen, liver, and pancreas (Ryadinskaya et al. 2016).

Двенадцатиперстная кишка получает питание от краниальной поджелудочно-двенадцатиперстной, диаметром 2.5±0.25 мм (ветвь отходит под прямым углом от желудочно-двенадцатиперстной артерии – сосуд чревной артерии) и каудальной поджелудочно-двенадцатиперстной артерии, диаметром 8.0±0.98 мм (отходит под углом 150° от краниальной брыжеечной артерии). Артерии идут вдоль двенадцатиперстной кишки краниально и каудально, отдают мелкие ветви в орган и в области каудальной петли кишки анастомозируют между собой.

Тощая, подвздошная, слепая и большая часть ободочной кишок кровоснабжаются тощекишечными артериями, диаметром 3.5±0.74 мм, и слепоободочноподвздошной артерией, диаметром 4.3±0.37 мм, которые отходят от краниальной брыжеечной артерии.

В кровоснабжении каудальной петли ободочной кишки и прямой кишки принимает участие каудальная брыжеечная артерия, которая отдает равнозначные ветви, диаметром 2.2±0.15 мм, на прямую кишку и каудальную часть ободочной кишки (Рис. 3).

Таким образом, основную длину кишечника составляет тонкий отдел. С увеличением возраста животного удлиняется тонкий отдел кишечника, в то время как толстый отдел практически не изменяется.

Экстраорганными сосудами, кровоснабжающими кишечник, у байкальской нерпы являются краниальная и каудальная поджелудочно-двенадцатиперстные, тощекишечные, слепоободочно-подвздошная и каудальная брыжеечная артерии. Причем васкуляризация кишечника осуществляется в большей степени ветвями от краниальной брыжеечной артерии за счет их количества и диаметра.

The duodenum is fed by the cranial pancreatic-duodenal artery of 2.5±0.25 mm in diameter (the branch departs at a right angle from the gastro-duodenal artery, a vessel of the celiac artery) and the caudal pancreatic-duodenal artery with a diameter of 8.0±0.98 mm (extends from the cranial mesenteric artery at an angle of 150°). Arteries run along the duodenum cranially and caudally, giving small branches to the organ and forming anastomoses with each other in the area of the caudal loop of the intestine.

The jejunum, the ileum, the cecum, and most of the colon are supplied by the jejunal arteries 3.5±0.74 mm in diameter and the ileocecocolic artery 4.3±0.37 mm in diameter, which extend from the cranial mesenteric artery.

The blood supply of the caudal loop of the colon and the rectum is provided also by the caudal mesenteric artery, which gives uniform-sized branches with a diameter of 2.2±0.15 mm to the rectum and the caudal part of the colon (Fig. 3).

Thus, the small intestine constitutes the major part of the total intestine length. The small intestine grows longer with age, while the large one remains almost unchanged.

The cranial and caudal pancreatic-duodenal, jejunal, ileocecocolic, and caudal mesenteric arteries are extraorganic vessels supplying the intestine in the Baikal seal. Vascularization of the intestine is provided to a greater extent by branches from the cranial mesenteric artery due to their large number and diameter.

Список литературы / References

Аношко П.Н., Гольдберг Е.Л., Пастухов М.В., Козлова Т.А., Трунова В.А., Куликова Н.Н., Чебыкин Е.П., Чубаров М.П. 2000. Ретроспективный анализ элементного состава зубов байкальской нерпы как метод выявления биотических и абиотических изменений среды обитания. В: Верещагинская байкальская конференция. Сб. тр. III., Иркутск, 2000: 12. [Anoshko P.N., Goldberg E.L., Pastukhov M.V., Kozlova T.A., Trunova V.A., Kulikova N.N., Chebykin E.P., Chubarov M.P. Retrospective analysis of the elemental composition of teeth in Baikal seal as a method for identifying biotic and abiotic changes in the habitat. In: III Vereshchagin Baikal Conf. Collection of works, Irkutsk: 12].

Баранов Е.А., Иванов К.Б. 2000. Энергетика и питание байкальской нерпы. В: Морские млекопитающие Голарктики: Матер. Междунар. конф., Архангельск, 2000: 9–13 [Baranov E.A., Ivanov K.B. 2000. Energy and feeding of Baikal seal. In: Marine mammals of the Holarctic. Mater. Intl. Conf., Arkhangelsk: MMC: 9–13].

Гурова Л.А., Пастухов В.Д. 1974. Питание и пищевые взаимоотношения пелагических рыб и нерпы Байкала. В: Тр. Лимнологического института СО АН СССР, Новосибирск: Наука. 184 [Gurova L.A., Pastukhov V.D. 1974. Diet and feeding interactions of pelagic fish and Baikal seals. In: Transactions of Limnological Institute, Siberian Branch, USSR Academy of Sciences, Novosibirsk: Nauka, p. 184. IN RUSSIAN].

Иванов Т.М. 1936. К вопросу о питании байкальской нерпы (*Phoca sibirica* Gm.) и методу её изучения. В: Сб. тр. Биолого-геогр. НИИ при Вост. Сиб. гос. ун-те, Иркутск: 137–140 [Ivanov T.M. 1936. On the issue of feeding of the Baikal seal (*Phoca sibirica* Gm.) and the method of its study. In: Collection of works of Biological Geography Research Institute, East-Siberian State University, Irkutsk, 137–140 p. IN RUSSIAN].

Кузин. А.Е. 1999. Северный морской котик. Москва: ТИНРО-центр, 395 с. [Kuzin. A.E. 1999. Northern Fur Seal. Moscow: TINRO-Tsentr, 395 p. IN RUSSIAN].

Пастухов В.Д., Гурова Л.А. 1974. Питание и пищевые взаимоотношения пелагических рыб и нерпы Байкала. Новосибирск: Наука:186 стр. [Pastukhov V.D., Gurova L.A. 1974. Diet and feeding interactions between pelagic fish and Baikal seals. Novosibirsk: Nauka, 186 p. IN RUSSIAN]

Пастухов В.Д. 1969. Многолетние исследования питания байкальской нерпы. В: Тез. докл. Четвертого Всесоюзного совещания по изучению морских млекопитающих, М.,: 110–112 [Pastukhov V.D. 1969. Long-term studies of feeding habits of the Baikal seal. In: Proc. 4th All-Union Conference on the Study of Marine Mammals, Moscow: 110–112].

Петров Е.А., Егорова Л.И. 1998. Современное состояние популяции байкальской нерпы *Pusa sibirica* (Pinnipedia, Phocidae). Питание и упитанность. Зоологический журнал, 77 (5): 593–600 [Petrov E.A., Egorova L.I. 1998 The present status of the population of the Baikal seal *Pusa sibirica* (Pinnipedia, Phocidae). Feeding and body condition. Zoologichesky Zhurnal, 77 (5): 593–600].

Петров Е.А., 2009. Байкальская нерпа – Улан-Удэ: ИД Экос. – 176 с. [Petrov E.A. 2009. Baikal seal. Ulan-Ude: EKOS, 176 p. IN RUSSIAN].

Рядинская Н.И., Сайванова С.А., Саможапова С.Д., Тарасевич В.Н., Тарасевич Е.Н., Чистова Е.С., 2016. Особенности экстраорганных артерий селезенки, печени, желудка и поджелудочной железы у байкальской нерпы. Вестник КрасГАУ, Красноярск, №3, С.121–129 [Ryadinskaya N.I., Sayvanova S.A., Samozhapova S.D., Tarasevich V.N., Tarasevich E.N., Chistova E.S. 2016. Features of extraorganic arteries of spleen, liver, stomach and pancreas in Baikal seals. Vestnik KrasGAU, 3: 121–129].

Чапский К.К. 1941. Морские звери Советской Арктики. Л.- М.: Главсевморпуть, 187 с. [Chapsky K.K. 1941. Sea animals of the Soviet Arctic. Leningrad, Moscow: Glavsevmorput, 187 p. IN RUSSIAN].

Drabek C.M. 1975. Some anatomical aspects of the cardiovascular system of Antarctic seals and their possible functional significance in diving. Journal of Morphology, 145: 85–106.

Drabek C.M. 1977. Some anatomical and functional aspects of seal hearts and aortae. In: Functional Anatomy of Marine mammals (R.J. Harrison, ed.), London: Academic Press, p. 217–234.

King J.E. 1977. Comparative anatomy of the major blood vessels of the sea lions Neophoca and Phocarctos; with comment on the difference between otariid and phocid vascular system. Journal of Zoology, 181: 69–94.

King J.E. 1983. Vascular system. In: Seals of the World (J.E. King, ed.), Ithaca, New York: Comstock Publishing Associates, pp. 178–181.

Smodlaka H., Henry R.W., Daniels G.B., Reed R.B. 2004. Correlation of computed tomographic images with anatomic features of the abdomen of ringed seals (*Phoca hispida*). American Journal of Veterinary Research, 65(9): 1240–1244.

Smodlaka H., Henry R.W., Reed R.B. 2009. Macroscopic anatomy of the great vessels and structures associated with the heart of the ringed seal (*Pusa hispida*). Anatomia, Histologia, Embryologia, 38(3): 161–168.

Thornton S.J., Spielman D.M., Pelc N.J., Block W.F., Crocker D.E., Costa D.P., Leboeuf B.J., Hochachka P.W. 2001. Effects of forced diving on the spleen and hepatic sinus in northern elephant seal pups. Proceedings of the National Academy Science, 98: 9413–9418.

Рядинская Н.И., Молькова А.А.

Экстраорганное артериальное кровоснабжение щитовидной железы байкальской нерпы (*Phoca sibirica* Gmelin)

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, Иркутск, Россия

Ryadinskaya N.I., Molkova A.A.

Extraorganic arterial blood supply to the thyroid gland in Baikal seal (*Phoca sibirica* Gmelin)

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-282-288

Как известно, уровень кровоснабжения в любом органе тесно коррелирует с его функциональной активностью. Особый интерес в этом отношении представляет изучение морфофункционального статуса щитовидной железы как ведущего звена гуморальной регуляции физиологических процессов, протекающих в организме. Известна ее основополагающая роль в процессах регуляции клеточного метаболизма, формирования, роста, развития организма, а также в его защитно-адаптационных реакциях, обусловленных влиянием факторов окружающей внешней среды. Гормоны, вырабатываемые щитовидной железой, через кровяное русло распространяются по всему организму, принимая участие во многих процессах, необходимых для жизнедеятельности.

Несмотря на имеющиеся фундаментальные сведения в области функциональной морфологии щитовидной железы у разных видов животных, в том числе и обитающих в водной среде (Письменный А.Ф. 1997; Бурова А.А. 2000; Безденежных А.В., Рычкова В.В. 2002; Труш Н.В. 2004; Федотов Д.Н. 2008; Глод Д.Ю. 2009 и другие), у такого представителя отряда ластоногих, как байкальская нерпа (*Phoca sibirica* Gmelin, 1788), морфологические особенности этого органа и источники его экстраорганного кровоснабжения остаются детально не изученными.

В связи с этим целью нашего исследования явилось определение видовых особенностей артериального экстраорганного кровоснабжения щитовидной железы у байкальской нерпы.

Материалом для исследования артериального русла щитовидной железы байкальской нерпы были тушки животных (n=15) в возрасте от 3 дней до 7 лет с предварительной инъекцией монтажной противопожарной пеной «Invamat» по методу Рядинской Н.И. (2011 г.) и монтажной строительной пеной «Макрофлекс» по методу Ма-

As is known, level of blood supply to any organ closely correlates with its functional activity. In this regard, of particular interest is the study of the morphological and functional status of the thyroid gland as a key link in the humoral regulation of physiological processes in the body. The thyroid gland is known to play a fundamental role in the processes of regulation of cellular metabolism, the formation, growth, and development of body, as well as in its protective and adaptive reactions to the environmental factors. The hormones produced by the thyroid gland spread throughout the body via the bloodstream, taking part in many life-supporting functions.

Despite the available fundamental information on the functional morphology of the thyroid gland in different species of animals, including those inhabiting the aquatic environment (Pismenny 1997; Burova 2000; Bezdenezhnykh, Rychkov 2002; Trush 2004; Fedotov 2008; Glod 2009; etc.), for some members of the order Pinnipedia as the Baikal seal (*Phoca sibirica* Gmelin, 1788) details of the morphology of this organ and the patterns of its extraorganic blood supply still remain unstudied.

In this regard, the purpose of our study is to determine the species-specific features of the arterial extraorganic blood supply to the thyroid gland in the Baikal seal.

The material for the study of the arterial bed of the thyroid gland in Baikal seal was the carcasses of animals (n=15, age range 3 days - 7 years old) preliminarily injected with Invamat insulation and fire-stop foam by the method of Ryadinskaya (2011) and Makroflex polyurethane insulation foam by the method of Malofeev (2000). The age was determined based on annuli of dentin at the base of canine tooth and annual segments of claws by the method of

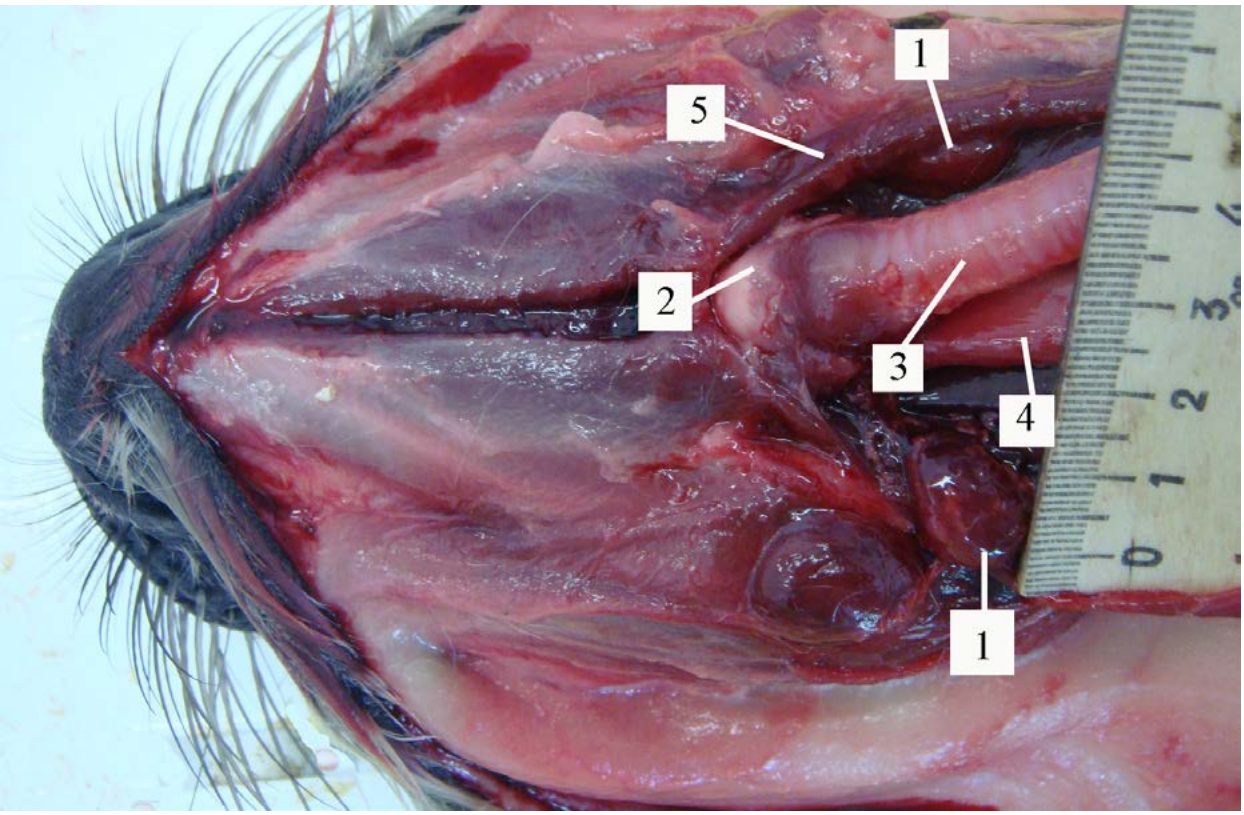


Рис. 1. Топография щитовидной железы у байкальской нерпы: 1 – щитовидная железа, 2 – щитовидный хрящ гортани, 3 – трахея, 4 – пищевод, 5 – грудино-щитовидная мышца.
Fig. 1. Topography of the thyroid gland in a Baikal seal: (1) thyroid gland, (2) thyroid cartilage of larynx, (3) trachea, (4) esophagus, (5) sterno-thyroid muscle.

лофеева Ю.М. (2000 г.). Возраст определяли по методу К.К. Чапского по годовым кольцам дентина основания клыка и по годовым сегментам когтей. Взвешивание трупов осуществлялось на напольных электронных весах Bork модель SCEFG 4618 BK.

Топографию и форму органа исследовали с помощью классических анатомических методов. Массу органа определяли на лабораторных электронных весах Adventurer AR 5120. Морфометрические показатели щитовидной железы измеряли с помощью стандартной линейки и штангенциркуля.

В результате наших исследований установлено, что щитовидная железа у байкальской нерпы темно-вишневого цвета, имеет две асимметричные доли без перешейка, которые располагаются латерально от трахеи на уровне 2-6 трахейного кольца у 3-дневных и 3-недельных щенков, а у молодых и взрослых особей – на уровне 1-6 трахейного кольца. У новорожденных щенков доли – овальной формы, затем к месячному возрасту

Chapsky. The carcasses were weighed using a Bork SC EFG 4618 VK electronic floor scale.

The topography and the shape of the organ were examined by the classical anatomical methods. The organ was weighed on an Ohaus Adventurer AR 5120 analytical balance. Morphometric parameters of the thyroid gland were measured using a standard ruler and a Vernier caliper.

Our studies have shown that the thyroid gland in Baikal seals is dark cherry in color; it has two asymmetric lobes without an isthmus located laterally from the trachea at the level of the 2nd–6th tracheal rings in 3-day-old and 3-week-old pups and at the level of the 1st–6th tracheal rings in young and adult individuals. In newborn pups, the lobes are oval-shaped; then, by the age of one month they grow longer; in young and adult animals, they have an elongated, oblong shape. The gland is covered by the sterno-thyroid muscle (Fig. 1).

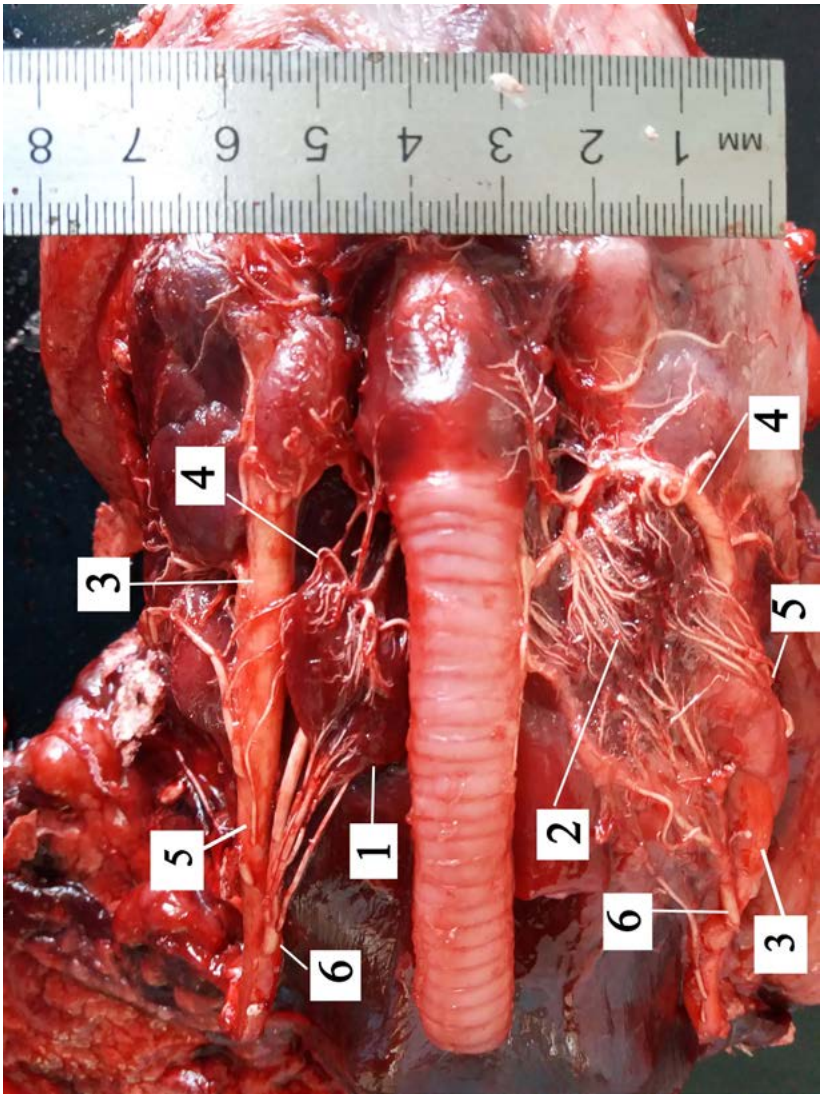


Рис. 2. Артериальное кровоснабжение щитовидной железы байкальской нерпы: 1 – правая доля щитовидной железы, 2 – левая доля щитовидной железы, 3 – сонные артерии, 4 – краниальные щитовидные артерии, 5 – медиальные щитовидные артерии, 6 – каудальные щитовидные артерии.

Fig. 2. Arterial blood supply to the thyroid gland in a Baikal seal: (1) right lobe of thyroid gland; (2) left lobe of thyroid gland; (3) carotid arteries; (4) cranial thyroid arteries; (5) medial thyroid arteries; (6) caudal thyroid arteries.

наблюдается их удлинение, а у молодых и взрослых особей они вытянутой продолговатой формы. Железа прикрыта грудино-щитовидным мускулом (Рис. 1).

Асимметрия проявляется в длине, ширине и толщине органа. У бельков отмечена незначительная разница в длине правой и левой доли щитовидной железы (правая доля длиннее на 0.8-1.7 мм), тогда как у молодых животных она составляет от 3.8 до 5.9 мм и у взрослых – от 8.6 до 9.7 мм. Ширина левой доли к месячному возрасту несколько снижается, а затем постепенно

The asymmetry of the organ is manifested in its length, width, and thickness. A slight difference between the lengths of the right and left thyroid lobes was noted: in whitecoats the right lobe is by 0.8–1.7 mm longer; in young animals, it ranges from 3.8 to 5.9 mm; in adults, from 8.6 to 9.7 mm. The width of the left lobe slightly reduces by one month of age and then gradually increases; the width of the right lobe slightly increases by the age of 2 years. In whitecoats, the thickness of the left lobe is greater on average by 0.8–1.0 mm; in animals older than 7 years, on average

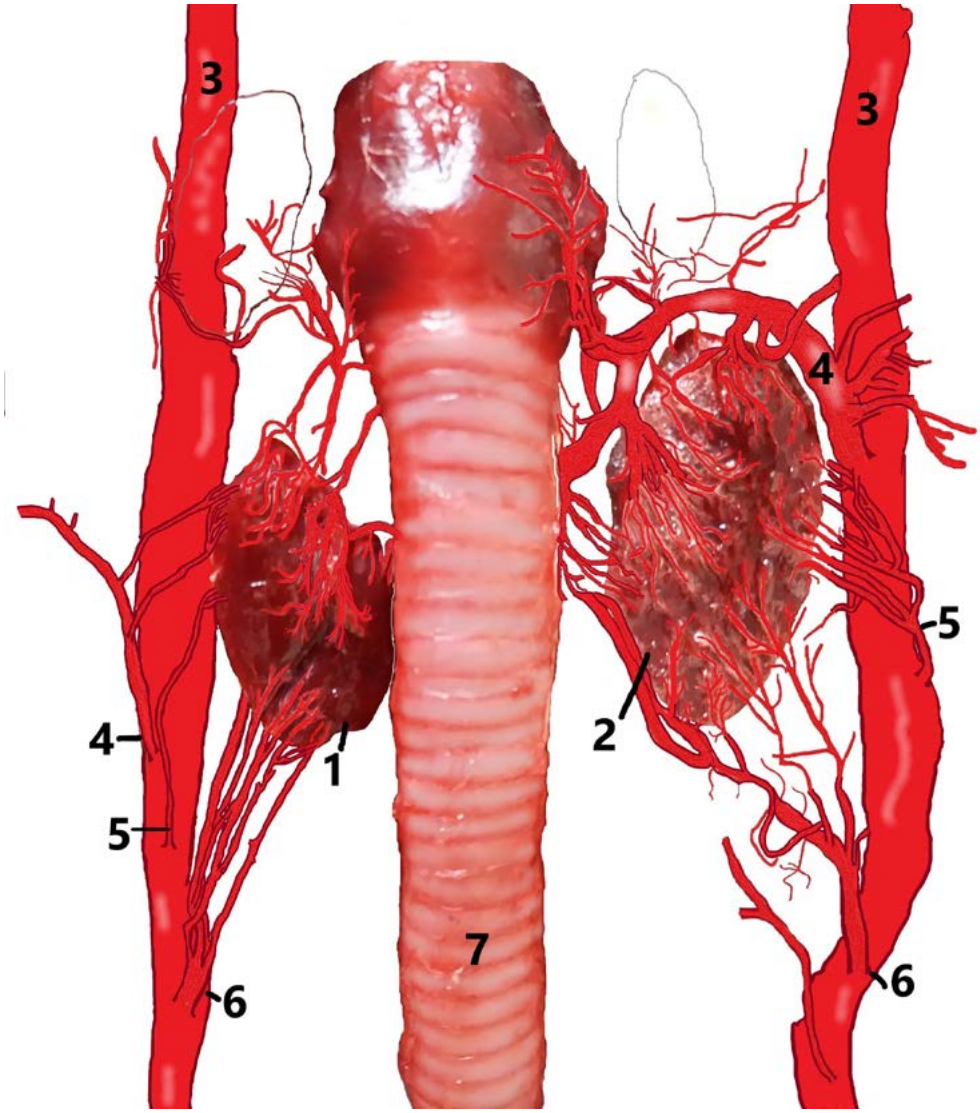


Рис. 3. Схема ветвления экстраорганных артерий щитовидной железы байкальской нерпы: 1 – правая доля щитовидной железы, 2 – левая доля щитовидной железы, 3 – сонные артерии, 4 – краниальные щитовидные артерии, 5 – медиальная щитовидная артерия, 6 – каудальные щитовидные артерии, 7 – трахея.

Fig. 3. Branching pattern of the extraorganic arteries of the thyroid gland in a Baikal seals: (1) right lobe of thyroid gland; (2) left lobe of thyroid gland; (3) carotid arteries; (4) cranial thyroid arteries; (5) medial thyroid artery; (6) caudal thyroid arteries; (7) trachea.

увеличивается; ширина правой доли незначительно увеличивается до 2 лет. По толщине левая доля больше правой у бельков в среднем на 0.8-1.0 мм и у животных старше 7 лет – на 0.5 мм, а у молодых нерп утолщается правая доля – от 0.1 до 0.4 мм.

Абсолютная масса органа резко повышается к 4 годам, и относительная масса также в этот период имеет тенденцию к увеличению, что связано с половым созреванием у байкальской нерпы.

by 0.5 mm; in young seals, the right lobe grows thicker from 0.1 to 0.4 mm.

The absolute weight of the organ increase sharply by 4 years, and the relative weight also shows a tendency to increase during this period, which is associated with reaching sexual maturity in Baikal seals.

The abundant blood supply to the thyroid gland in Baikal seals is provided by the left and right

Источником обильного кровоснабжения щитовидной железы байкальской нерпы являются левая и правая общие сонные артерии, диаметром 5.2 и 4.3 мм соответственно. От них отходят парные краниальные и каудальные щитовидные артерии. Иногда в кровоснабжении участвует медиальная артерия, расположенная между краниальной и каудальной щитовидной артериями. В архитектонике сосудов левой и правой долей щитовидной железы отмечена асимметричность (Рис. 2).

Левая краниальная щитовидная артерия (диаметр 3.1 мм) отходит от дорсомедиальной поверхности левой общей сонной артерии на уровне 3-го трахейного кольца, направляется вдоль латерального края органа, по своему ходу отдает ветви в грудино-челюстной мускул, затем, образуя дугу вокруг краниального края железы, отдает ветви в нижнечелюстной лимфатический узел и гортань. Кроме этого, от дуги краниальной щитовидной артерии направляются в краниальную часть органа 3-5 ветвей диаметром 0.5 - 0.8 мм, и одна ветвь диаметром 1.1 мм – с медиального края по вентральной поверхности органа с шестью сосудами, диаметром 0.4 – 0.9 мм, по рассыпному типу. Далее краниальная щитовидная артерия заходит на дорсальную поверхность трахеи и кровоснабжает ее.

Правая краниальная щитовидная артерия (диаметр 1.5 мм) отходит от латеральной поверхности правой общей сонной артерии на уровне 7-8-го трахейного кольца, направляется латерально по поверхности лимфатического узла. От правой краниальной щитовидной артерии отходят 2 ветви (диаметр 0.3 и 0.5 мм) по вентральной поверхности правой общей сонной артерии в краниальную часть щитовидной железы.

Краниальные щитовидные артерии могут отходить от вентральной (в 68% случаев), а также медиальной и латеральной поверхностей сонной артерии. По своему ходу могут отдавать различное количество ветвей и разного диаметра в грудино-челюстную мышцу, нижнечелюстные лимфатические узлы, гортань, щитовидную железу и трахею. В зависимости от возраста байкальской нерпы краниальные щитовидные артерии имеют разный уровень отхождения относительно трахеи (на уровне 3-11 трахейного кольца), что связано с изменениями в длине, ширине и толщине левой и правой долей щитовидной железы (Рис. 3).

Левая медиальная щитовидная артерия, диаметром 1.2 мм, отходит от латеральной поверхности левой общей сонной артерии на уровне 8-9 трахейного кольца одной или несколькими ветвями (от 3 до 7) в латеральную часть железы.

common carotid arteries, 5.2 and 4.3 mm in diameter, respectively. They give rise to paired cranial and caudal thyroid arteries. Sometimes the blood supply involves the medial artery located between the cranial and caudal thyroid arteries. Asymmetry of the thyroid gland is noted also in the architectonics of vessels of its left and right lobes (Fig. 2).

The left cranial thyroid artery (3.1 mm in diameter) departs from the dorsomedial surface of the left common carotid artery at the level of the 3rd tracheal ring, extends along the lateral edge of the organ, and ramifies along its length giving branches to the sternomandibular muscle. Then, forming an arc around the cranial edge of the gland, gives branches to the mandibular lymph node and larynx. In addition, from the arc of the cranial thyroid artery, 3–5 branches 0.5–0.8 mm in diameter extend to the cranial part of the organ and one branch 1.1 mm in diameter runs from the medial edge along the ventral surface of the body and radiates into six vessels 0.4–0.9 mm in diameter. Further, the cranial thyroid artery reaches the dorsal surface of the trachea and supplies it with blood.

The right cranial thyroid artery (1.5 mm in diameter) departs from the lateral surface of the right common carotid artery at the level of the 7th–8th tracheal rings and extends laterally along the surface of the lymph node. The right cranial thyroid artery gives two branches (diameter 0.3 and 0.5 mm), which run along the ventral surface of the right common carotid artery to the cranial part of the thyroid gland.

Cranial thyroid arteries can depart from the ventral (in 68% of cases), as well as from the medial and lateral, surface of the carotid artery. Along their length, they can give different numbers of branches with different diameters to the sternomandibular muscle, mandibular lymph nodes, larynx, thyroid gland, and trachea. Depending on the age of Baikal seal, cranial thyroid arteries have different levels of divergence relative to the trachea (at the level of the 3rd–11th tracheal rings), which is associated with changes in the length, width, and thickness of the left and right thyroid lobes (Fig. 3).

The left medial thyroid artery, 1.2 mm in diameter, departs from the lateral surface of the left common carotid artery at the level of the 8th–9th tracheal rings in one or several branches (from 3 to 7) to the lateral part of the gland.

One branch of the right medial thyroid artery, 0.6 mm in diameter, departs from the ventral surface of the right common carotid artery at the level of the 15th–

Правая медиальная щитовидная артерия, диаметром 0.6 мм, отходит от вентральной поверхности правой общей сонной артерии на уровне 15-16 трахейного кольца одной ветвью в латеральную часть железы (Рис. 3).

Медиальная щитовидная артерия также может иметь многообразие вариантов ветвления. Выявлены случаи (26,6%) отсутствия этой артерии с одной или обеих сторон, при этом отмечается большее количество ветвей от краниальной и каудальной щитовидных артерий либо наблюдается увеличение их диаметра.

Левая каудальная щитовидная артерия, диаметром 2.1 мм, отходит от вентральной поверхности левой общей сонной артерии на уровне 21-22-го трахейного кольца, по ходу отдает 4 ветви, диаметром 0.5, 0.7, 0.9 и 1.5 мм, и распадается на более мелкие сосуды на вентральной поверхности и в толще железы, а затем направляется на дорсальную поверхность трахеи.

Правая каудальная щитовидная артерия – достаточно крупный сосуд, диаметром 2.3 мм, отходит от вентральной поверхности правой общей сонной артерии на уровне 21-23-го трахейного кольца и направляется к вентральной поверхности железы. От нее в самом начале отходят три сосуда диаметром 0.7, 0.9 и 0.9 мм в каудальную часть органа, где они распадаются на мелкие сосуды. Еще один сосуд, диаметром 1.6 мм, проходит по дорсальной поверхности железы и в области ее краниального края отдает несколько ветвей в краниальную часть органа и в мышцы гортани.

Каудальные щитовидные артерии по уровню отхождения от сонных артерий не имеют значительных различий (на уровне 21-23-го трахейного кольца), но при этом проявляется асимметричность в количестве и диаметре ветвей (Рис. 3).

Таким образом, выявленная асимметричность в форме, длине, ширине, толщине и топографии левой и правой доли щитовидной железы байкальской нерпы находит свое отражение и в экстраорганном артериальном кровоснабжении, которое представлено краниальной, медиальной и каудальной щитовидными артериями. Отмечена вариабельность в архитектонике экстраорганного артериального русла левой и правой доли щитовидной железы, проявляющаяся в различном диаметре краниальных, медиальной и каудальных щитовидных артерий, в разных уровнях отхождения относительно трахеи и от поверхности общих сонных артерий, разном количестве и диаметре ветвей, отсутствии с одной или обеих сторон.

16th tracheal rings to the lateral part of the gland (Fig. 3).

The medial thyroid artery can also have a variety of branching patterns. In some cases (26.6%), this artery was absent on one or both sides, which was compensated by a greater number of branches from the cranial and caudal thyroid arteries or an increase in their diameter.

The left caudal thyroid artery, 2.1 mm in diameter, departs from the ventral surface of the left common carotid artery at the level of the 21th–22th tracheal ring, giving four branches with diameters of 0.5, 0.7, 0.9, and 1.5 mm along its span, and radiates into smaller vessels on the ventral surface and inside the gland; then it runs onto the dorsal surface of trachea.

The right caudal thyroid artery, a relatively large vessel 2.3 mm in diameter, departs from the ventral surface of the right common carotid artery at the level of the 21th–23th tracheal rings and extends to the ventral surface of the gland. At the beginning, it gives rise to three vessels with a diameter of 0.7, 0.9, and 0.9 mm to the caudal part of the organ, where they break up into smaller vessels. Another vessel, 1.6 mm in diameter, runs along the dorsal surface of the gland and in the area of its cranial edge gives several branches to the cranial part of the organ and to the laryngeal muscles.

The caudal thyroid arteries do not have any significant differences in the level of divergence from the carotid arteries (at the level of the 21th–23th tracheal ring), but there is an asymmetry in the number and diameter of branches (Fig. 3).

Thus, the revealed asymmetry in the shape, length, width, thickness, and topography of the left and right lobes of the thyroid gland in the Baikal seal is also reflected in the extraorganic arterial blood supply represented by the cranial, medial, and caudal thyroid arteries. The variability in the architectonics of the extraorganic arterial bed of the left and right lobes of the thyroid gland is manifested as the different diameters of cranial, medial, and caudal thyroid arteries, the different levels of their divergence relative to the trachea and from the surface of the common carotid arteries, the different numbers and diameters of branches, and their absence on one or both sides.

Список использованных источников / References

Безденежных А.В., Рычкова В.В. 2002. Топографическое соотношение высоты фолликулярного эпителия и тканевых базофилов щитовидной железы собак при физической нагрузке. Морфология, 121 (2-3): 21 [Bezdenezhnykh A.V., Rychkov V.V. 2002. Topographical ratio of the height of follicular epithelium and tissue basophils of the thyroid gland in dogs during exercise. Morfologiya, 121 (2-3): 21].

Бурова А.А. 2000. Сравнительная морфология щитовидной железы пушных зверей клеточного содержания: автореф. дис. … канд. вет. наук: 16.00.02. СПб.: СПбГАВМ, 19 стр. [Burova A.A. 2000. Comparative morphology of the thyroid gland of fur-bearing animals kept in cages. Extended abstract of Cand. Sci. (Vet.) Dissertation: 16.00.02. St. Petersburg: S.-Peterb. Akad. Vet. Med., 19 p. IN RUSSIAN].

Глод Д.Ю. 2009. Сравнительная морфофункциональная характеристика щитовидной железы у плотоядных: автореф. дис. … канд. биол. наук: 16.00.02. М., 19 стр. [Glod D.Y. 2009. Comparative morphological and functional characteristics of the thyroid gland in carnivores: Extended abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation: 16.00.02. Moscow, 19 p. IN RUSSIAN].

Малофеев Ю.М., Чебаков С.Н., Мишина О.С. 2000. Способ приготовления кровеносных сосудов к исследованиям: Рацпредложение № 46. Барнаул: АГАУ. [Malofeev Y.M., Chebakov S.N., Mishina O.S. 2000. The method of preparation of blood vessels for research: Innovation proposal No. 46. Barnaul: Altai. Gos. Agrarn. Univ. IN RUSSIAN].

Пастухов В.Д. 1993. Нерпа Байкала. Новосибирск: Наука, 271 стр. [Pastukhov, V.D. 1993. The Seal of Baikal. Novosibirsk: Nauka, 271 p. IN RUSSIAN].

Письменный А.Ф., Торгун П.М. 1997. Динамика морфофункциональных показателей щитовидной железы у самцов северных морских котиков при старении. В: Научные аспекты профилактики и терапии болезней сельскохозяйственных животных. Материалы науч. конф., посвященной 70-летию ф-та ветеринарной медицины ВГАУ им. К.Д. Глинки, Воронеж: ВГАУ: 99–101 [Pismenny A.F., Torgun P.M. 1997. Dynamics of morphological and functional parameters of the thyroid gland in male northern fur seals during aging. In: Scientific aspects of prevention and treatment of diseases of farm animals. Materials of sci. conf. dedicated to the 70th anniversary of the Veterinary Medicine Faculty, Voronezh state agrarian University im. K.D. Glinka, Voronezh: Voronezh. Gos. Agrarn. Univ.: 99–101].

Рядинская Н.И. 2011. Использование противопожарной пены «Invamat» для инъекции кровеносных сосудов. Удостоверение на рационализаторское предложение № 322. Барнаул: Алтайский ГАУ. [Ryadinskaya N.I. 2011. The use of Invamat fire-stop foam for injecting into blood vessels. Certificate for innovation proposal No. 322. Barnaul: Altai. Gos. Agrarn. Univ. IN RUSSIAN].

Труш Н.В. 2004. Сравнительно-анатомические исследования щитовидной, паращитовидной желез отряда куньих и грызунов. В: Актуальные вопросы ветеринарной медицины. Материалы Сибирской междунар. научно-практич. конф., Новосибирск: НГАУ: 466–469 [Trush N.V. 2004. Comparative anatomical studies of the thyroid, parathyroid glands of the order of mustelids and rodents. In: Topical issues of veterinary medicine. Materials of Siberian intl. sci. pract. conf., Novosibirsk: Novosibirsk. Gos. Agrarn. Univ.: 466–469].

Федотов Д.Н. 2008. Макро- и микроморфология щитовидной железы енотовидной собаки в геронтологическом периоде. В: Экология и инновации: Материалы VII Междунар.научно-практич. конф., Витебск: УО ВГАВМ: 280–281 [Fedotov D.N. 2008. Macro- and micromorphology of the raccoon dog's thyroid gland in the gerontological period. In: Ecology and innovations. Materials of VII Intl. sci. pract. conf., Vitebsk: Vitebsk. Gos. Akad. Vet. Med.: 280–281].

Семенов А.Р.

Лежбища лаптевского моржа (*Odobenus rosmarus laptevi*) в западной части моря Лаптевых

Исследовательский центр «Финвал», Нижний Новгород, Россия

Semenov A.R.

The Laptev walrus (*Odobenus rosmarus laptevi*) haulouts in the western Laptev Sea

The “Finval” Research Centre, Nizhny Novgorod, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-289-297

Лаптевский подвид моржа из-за труднодоступности региона, сложных ледовых и метеорологических условий до последнего времени оставался слабо изученным. В то же время, начало добычи углеводородов в западной части моря Лаптевых и перспективы её дальнейшего расширения требуют более подробного изучения этого краснокнижного подвида. Данные работы были выполнены до начала добычи углеводородов.

Задачей этого исследования было изучение состояния береговых лежбищ моржей (прежде всего, распределения, численности и половозрастного состава) в западной части моря Лаптевых.

Все работы проводились на базе небольшого парусно-моторного судна, которое имеет малую осадку и позволяет подробно исследовать мелководное побережье моря Лаптевых.

Исследования были проведены (Рис. 1):

— с 19.07 по 27.08 2014 г. от точки впадения Оленёкской протоки реки Лена в море Лаптевых до бухты Прончищевой полуострова Таймыр и далее до реки Хатанга, включая бухту Прончищевой и острова Большой и Малый Бегичев, Преображения. Общая протяжённость маршрута составила 1227 км;

— с 12.07 по 24.08 2015 г. в акватории моря Лаптевых от мыса Нордвик на востоке до мыса Сибирского (полуостров Таймыр) на севере, включая острова Большой и Малый Бегичев. Общая протяжённость маршрута составила 1134 км;

— с 22.07 по 24.08 2016 г. от реки Хатанга вдоль восточного и северо-восточного побережья полуострова Таймыр до мыса Челюскин (за исключением заливов Фаддея и Терезы Клавенес). Также была осмотрена часть побережья и прилегающей акватории островов:

The Laptev walrus has remained poorly studied until recently because of the difficult accessibility of the region, as well as harsh ice and meteorological conditions. At the same time, the beginning of oil and gas production in the western Laptev Sea and the prospects of its further expansion require detailed study of this subspecies that is listed in the Red Data Book. This research was performed before the oil and gas production started.

The goal of the research was to survey the coastal walrus haulouts (primarily distribution, abundance, and age and sex structure of the population) in the western Laptev Sea.

All of the research was conducted from a trimaran with a shallow draft that allowed us to study in detail the shallow waters of the Laptev Sea.

The surveys were carried out (Fig. 1):

— from July 19 till August 27, 2014 from the point of the Olenyok (a tributary of the Lena River) emptying into the Laptev Sea, to Pronchishcheva Bay, Taymyr Peninsula, and farther to the Khatanga River; including Bolshoy Begichev and Maly Begichev Islands, Preobrazheniya Island and Pronchishcheva Bay. The total length of the survey track constituted 1,227 km;

— from July 12 till August 24, 2015 in the Laptev Sea; the area from Cape Nordvik in the east to Cape Siberian (the Taymyr Peninsula) in the north, including Bolshoy Begichev and Maly Begichev Islands. The total length of the track was 1,134 km;

— from July 22 till August 24, 2016 from the Khatanga River along the eastern and north-eastern coast of the Taymyr Peninsula to Cape Chelyuskin (except for the Faddey Bay and the Tereza Klavenes Bay). We also examined the coastal part and the offshore area of the

Преображения, Псов, 8 Марта, Северный и Южный Петра, Клешня, Дождевой, Встреч, Андрея, Павла, Крайний, Слияние, а также Северный, Восточный и Южный Фаддея. Общая протяжённость маршрута составила 1364 км.

Таким образом, общая протяженность маршрутов по акватории и вдоль побережья западной части моря Лаптевых за 3 сезона составила 3725 км (118 маршрутных дней).

На протяжении всех маршрутов вёлся опрос местных жителей.

На лежбищах моржей проводились фото- и видеосъемка животных с разных точек (и с суши, и с воды) с целью последующего анализа для уточнения численности и половозрастного состава. На лежбище на острове Павла (около острова Андрея) 20.08 2016 г. была произведена видеосъемка с квадрокоптера DJI Phantom 3 с камерой GoPro 4K.

Численность и половозрастной состав животных на лежбищах определялись при визуальном осмотре и уточнялись по фотоснимкам и видеоматериалам после окончания экспедиции в условиях стационара.

Оценка половозрастного состава проводилась с помощью таблицы особенностей фенотипа и признаков полового диморфизма возрастных групп моржей (Fay 1989). Учитывая, что эта методика была разработана для тихоокеанского подвида, а лаптевские моржи мельче и имеют менее ярко выраженные различия по половым признакам, – эти факты были учтены. Самки с самцами разделены начиная с возрастной группы 6-9 лет.

Лежбище на острове Песчаном: (74.301° N, 116.172° E) располагается на краю косы в 1 км к юго-востоку от маяка.

Из-за большого количества дрейфующего льда в июле-августе 2014-2015 гг. нам не удалось приблизиться к острову.

По данным опросов сотрудников полярной станции «Анабар», в конце августа 2013 г. на лежбище залегало около 600 моржей.

Лежбище на мысе Медвежьем острова Большой Бегичев: (74.081° N, 112,836° E) находится в 300 м к северо-востоку от мыса, на песчано-галечном пляже.

Место расположения лежбища и прилежащая акватория моря (за время наблюдений отмечен дрейфую-

following islands: Preobrazheniya Island, Psov Island, 8 March Island, Petr-Yuzhnyy Island, Kleshnya Island, Petr-Severnyy Island, Dozhdevoy Island, Vstrech Island, Andrew Island, Paul Island, Faddeyya-Vostochnyy Island, Faddeyya-Severnyy Island, Faddeyya-Yuzhnyy Island, Krainiy Island, Sliyaniye Island. The total length of the track was 1,364 km.

Thus, the total length of the tracks in the area and along the coasts of the western Laptev Sea for 3 seasons was 3,725 km (118 days).

During all the routes local people were interviewed.

On walrus haulouts, we took photos and videos of animals from different points (both from land and from water) in order to determine more accurately the abundance and the age and sex structure in the subsequent analysis. On Paul Island (near Andrew Island) on August 20, 2016, we shot a video of the haulout from a DJI Phantom 3 quadcopter with a GoPro 4K camera.

The abundance, and age and sex composition of the animals on the haulouts were determined preliminarily by visual and optical examination (with field 10-12× binoculars) and then more accurately at a laboratory, using the photo and video materials obtained during the expedition.

Assessment of age and sex composition was performed using the table of phenotype features and sexual dimorphism traits in age groups of walruses (Fay, Kelly 1989). This method was developed for the Pacific subspecies, but Laptev walruses are smaller and have less pronounced differences in sexual characteristics, and I have taken these facts into account. I divided females from males since the age group of 6–9 years.

Haulout on Peschany Island: (74.301° N, 116.172° E)

The haulout is situated on the edge of the spit, 1 km to the south-east from the lighthouse.

Due to the large amount of the drifting ice near the island in July–August 2014–2015, I could not approach it.

According to the interview (with the staff of the "Anabar" polar station) in late August, 2013, there were almost 600 walruses on the haulout.

Haulout on Cape Medvezhy, Bolshoy Begichev Island: (74.081° N, 112.836° E)

The haulout is situated 300 meters to the north-east of Cape Medvezhy, on a clay and sand and pebble beach.

щий лёд сплочённостью от 1 до 9 баллов в различные временные периоды) осматривался 23-27.07.2015 г., 10-11.08.2015 г. и 16.08.2015 г. В эти сроки моржи на лежбище и вблизи не наблюдались. На самом лежбище обнаружены следы прошлогоднего залегания моржей в небольшом количестве (не более 200 голов) и костные останки нескольких животных разной степени давности. Оленеводы, постоянно проживающие на острове Большой Бегичев (Григорьевы – устное сообщение), отмечают, что моржи залегают на мысе Медвежьем в небольшом количестве в сентябре (при отсутствии вблизи льда) и не каждый год.

На других участках островов Большой и Малый Бегичев следы залегания моржей в 2014-2015 гг. не обнаружены. Опросные данные подтверждают этот результат.

Лежбище на острове Преображения: (74.626° N, 112.902° E) располагается на самой оконечности галечной косы, вытянувшейся в юго-западном направлении от южного мыса острова. Оконечность косы в прилив представляет собой отдельный островок, а в отлив соединяется с основной косой.

На лежбище были проведены наблюдения 3-5.08.2014 г. и 31.07-6.08.2016 г. В августе 2014 г. лёд в акватории острова отсутствовал полностью.

Максимальное количество моржей на лежбище было отмечено днём 3 августа – до 700 голов. 4 и 5 августа их количество несколько уменьшилось.

31.07.2016 г. на лежбище залегало 14 моржей, при этом с северо-восточной стороны острова располагался большой массив льдов сплочённостью 6-9 баллов (акватория моря в районе лежбища была свободна ото льда). С 1.08 по 6.08.2016 г. ветром почти всю акваторию вокруг острова закрыло дрейфующим льдом и моржей на лежбище не было. На участках чистой воды вблизи острова время от времени наблюдались единичные звери на плаву.

Лежбище на косе Цветкова: (74.893º N, 112.518° E) располагается на оконечности длинной песчано-галечной косы.

Лежбище было обследовано 5.08 и 19.08.2014 г., а также 7.08.2016 г. В распоряжении также имеется видео этого лежбища, снятое 4.08.2014 г. и переданное А.Ю. Поповым, а также фотографии лежбища, снятые 19.08.2016 г. и переданные В.И. Горшковым.

Численность моржей на лежбище составила 4.08.2014 г. – до 700 голов, 5.08.2014 г. – около 250 голов,

I inspected the haulout in detail on July 24, 2015. I regularly examined the area of the haulout and the adjacent sea water area (drifting pack ice with a concentration of 0–9 points was present there at different time periods of observation) on July 23–27, 2015, on August 10–11, 2015, and on August 16, 2015. On those days walruses were not observed on the haulout and in the adjacent water. On the haulout, I found traces of last year's presence of a small number of walruses (no more than 200 individuals) and bone remains of several animals that had died in different years. Reindeer herders, permanently residing on Bolshoy Begichev Island (the Grigoryevs, personal communication), reported that walruses appear in the area of Cape Medvezhy in small numbers in September (in case there is no ice in the waters nearby) and not every year.

In other sites on Bolshoy and Maly Begichev Islands we did not find any trace of walruses in 2014–2015. Interview data confirm this.

Haulout on Preobrazheniya Island: (74.626° N, 112.902° E)

The haulout is located on the tip of the pebble spit stretching to the south-west from the southern cape of Preobrazheniya Island. The tip of the spit becomes an isolated island at high tide and is connected to the main spit at low tide.

I made observations of the haulout on August 3–5, 2014 and on July 31–August 6, 2016. In August 2014, there was no ice in the water area off the island.

The maximum number of walruses on the haulout, 700, was recorded in the daytime of August 3.

On July 31, 2016, 14 walruses were present on the haulout. At that time, on the north-eastern side of the island there was a large amount of pack ice with a concentration of 6–9 points (the sea water area near the haulout was free of ice). On August 1–6, 2016, due to the wind, almost the entire water area around the island was covered by drifting ice, and no walruses were on the haulout. Single animals were sometimes observed swimming in areas of open water near the island.

Haulout on the Tsvetkov spit: (74.893º N, 112.518° E).

The haulout is located on the tip of a long spit on a sandy and pebble beach.

I examined the haulout on August 5 and August 19, 2014, as well as on August 7, 2016. I also have a

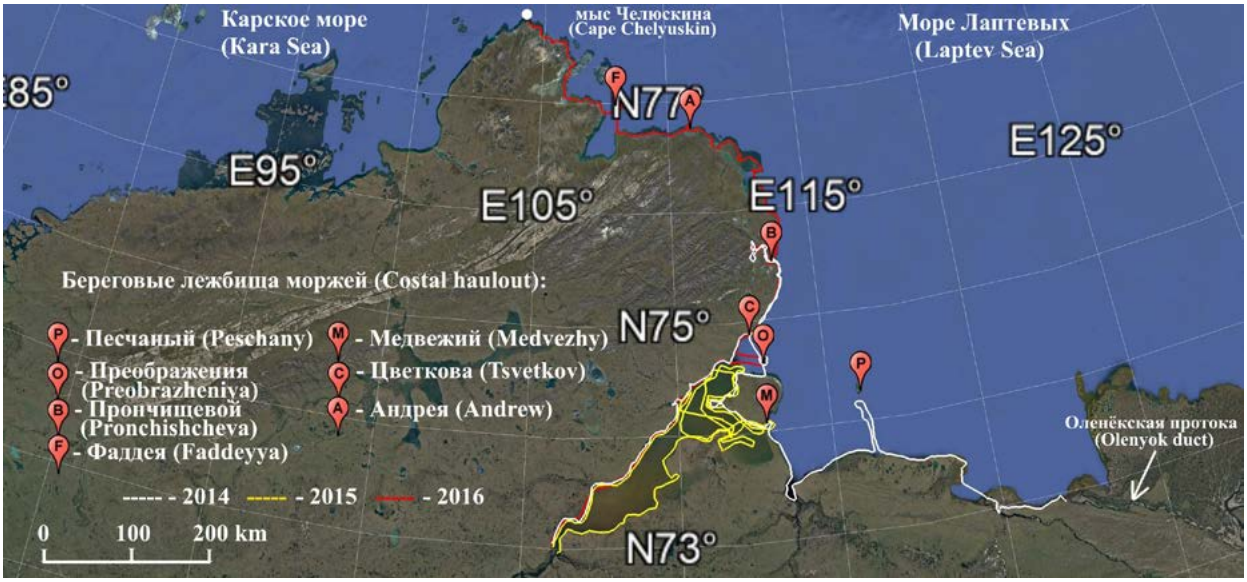


Рис. 1. Схема маршрутов экспедиций в 2014 - 2016 годах и места расположения действующих лежбищ моржей
Fig. 1. Scheme of the expedition routes in 2014–2016 and the locations of the active walrus haulouts.

7.08.2014 г. – около 400, 7.08.2016 г. моржи на лежбище отсутствовали (вокруг был 2-6 бальный лёд), но на лежбище – свежие следы залегания около 100 животных, 19.08.2016 г. – около 120 голов. По опросным данным (личное сообщение геолога А.Ю. Попова и др.), максимальная численность моржей в 2014 г. доходила в июле-августе до 2000 голов.

В районе лежбища отмечено большое количество костных останков моржей разных лет давности.

Лежбище в бухте Прончищевой: (75.528° N, 113.547° E) располагается на оконечности северной входной косы в бухту. Следов залегания моржей на островах Моржовых (несмотря на наличие здесь заметного количества старых костных остатков) не наблюдалось.

Лежбище было обследовано с 13.08 по 18.08.2014 г. и с 9.08 по 11.08.2016 г. В моём распоряжении имеется также фото, которое было передано Горшковым от 20.08.2016 г. Была опрошена также группа местных жителей из посёлка Сындасско, которые проживали недалеко от лежбища с мая по август 2016 г.

С 13.08 по 18.08.2014 г. численность колебалась от 30 до 80 голов. В 2016 г. моржи начали выходить на лежбище в начале августа (после ухода льдов из бухты) в количестве до 10 голов. При осмотре мной лежбища с 9.08 по 11.08.2016 г. моржи на лежбище отсутствовали, но были видны свежие следы залегания около десятка

video of this haulout recorded on August 4, 2014 and given to me by the geologist Popov A.Yu., as well as photographs of the haulout taken on August 19, 2016 by Gorshkov V.I.

The number of walruses on the haulout was approximately 700 individuals on August 4, 2014; 250 on August 5, 2014; 400 on August 7, 2014; on August 7, 2016, no walruses were observed on the haulout (due to the ice of 2–6 points), but there were fresh traces of almost 100 walruses; and on August 19, 2016, 120 individuals were present. According to the interview data (personal communication of the geologist Popov A.Yu. and other geologists), the maximum number of walruses in July–August 2014 reached approximately 2,000 (the geologists' camp was located 4 km from the haulout).

A large number of walrus bones of different years was noted in the area of the rookery.

Haulout in the Pronchishcheva Bay: (75.528° N, 113.547° E) The haulout is situated on the tip of the spit located at the northern entrance to the Pronchishcheva Bay. No traces of walruses' hauling out on the Walrus Islands (despite the significant number of old bones) were found here.
I inspected the haulout from August 13 till August 18, 2014 and from August 9 till August 11, 2016. A photo of the haulout was taken on August 20, 2016 and granted by Gorshkov V.I. I also interviewed a

животных (в нескольких километрах от лежбища был 2-5 бальный лёд). 20.08.2016 г. на лежбище лежало около 50 голов.

Лежбища на острове Андрея: (основное лежбище — 76.768° N, 110.859° E). Основное лежбище располагается на южной оконечности острова Павла – островка, находящегося вблизи юго-восточного побережья острова Андрея. Небольшая часть моржей может также залегать на безымянном галечном острове (76.761° N, 110.714° E), расположенном к югу от острова Андрея. Также небольшие залёжки моржи образуют иногда на побережье с юго-восточной стороны острова Андрея. Такая залёжка наблюдалась мной 19.08 и 20.08.2016 г. в основании каменисто-галечной косы в координатах 76.772° N, 110.722° E.

Лежбища были обследованы 19.08 и 20.08.2016 г. Были опрошены также работники ККС «Остров Андрея», которые проработали на станции несколько лет.

Днём и вечером 19 августа на основном лежбище залегало около 400 животных, плюс на залёжке в основании косы – 21 морж. Вечером и ночью моржи продолжали подплывать к основному лежбищу и залёжке (с востока и с запада). Учёт с квадрокоптера днём 20 августа показал, что на основном лежбище залегало 652 моржа, на залёжке в основании косы – 46 животных. Общая численность животных составила 698 голов, и моржи продолжали прибывать к лежбищу.

Судя по значительному количеству костных останков моржей разных лет давности на острове Петра, опросной информации и литературным данным (Шерешевский 1960, Попов 1960), моржи образуют лежбища в безледовый период на острове Андрея и вблизи него минимум с 30-х годов 20 века.

Лежбище на острове Восточный Фаддея: (76.974° N, 108.066° E) располагается вблизи окончания песчано-галечной косы, с южной стороны. Коса находится с юго-западной стороны острова и вытянута в западном направлении.

Лежбище было обследовано 21.08.2016 г. Численность моржей на лежбище составила около 140 голов.

Кроме указанных лежбищ других обнаружено не было. На плаву моржи встречены только вблизи лежбищ и кормящиеся – на участке между косой Цветкова и лагуной Немцова (75.052° N, 113.067° E) в количестве 24 особей (5-7.08.2014 г.). На материковой части побережья моря от Оленёкской протоки реки Лена

group of people from the Syndassko settlement, who lived in the vicinity of the haulout, from May till August, 2016.

From August 13 till August 18, 2014, the number of walruses during observations ranged from 30 to 80. In 2016, up to 10 individuals began hauling out on the site in early August (after the bay became clear of ice). During my examination of the haulout from August 9 till August 11, 2016, no walruses were observed there, but there were visible signs of recent presence of a dozen of animals (a field of 2–5 point ice was at a distance of several kilometers from the haulout). On August 20, 2016, approximately 50 walruses were present on the haulout.

Haulouts on Andrew Island: (main haulout, 76.768° N, 110.859° E). The main haulout is situated on the southern tip of Paul Island, a small island near the south-eastern coast of Andrew Island. A small number of walruses may also haul out on a small unnamed pebbly island (76.761° N, 110.714° E) located south of the south-eastern tip of Andrew Island. Sometimes small haulouts of walruses appear on the coast from the south-eastern side of Andrew Island. I observed such a haulout on August 19–20, 2016 at the base of the rocky-pebbly spit at the coordinates 76.772° N, 110.722° E.
I examined the haulouts on August 19–20, 2016. I also interviewed the staff of the “Ostrov Andreya” control and correction station, who had worked there for several years.

In the afternoon and in the evening of August 19, there were approximately 400 animals on the main haulout and 21 walruses on the smaller haulout at the base of the spit. In the evening and at night, walruses continued to arrive on the main and the second haulout (from the east and from the west). The records from the quadcopter made in the afternoon of August 20 showed 652 walruses on the main haulout and 46 animals on the haulout at the base of the spit. Their total number made up approximately 700 individuals, and walruses continued to arrive on the haulout singly and in groups.

Judging by the significant number of bone remains of walruses from different time periods on Peter Island, the interview information, and data from literature (Shereshevsky, 1960; Popov, 1960), walruses have formed haulouts in the ice-free period on and near Andrew Island at least since the 1930s.

Таблица 1. Половозрастной состав моржей на лежбищах (%)
Table 1. Age and sex composition of walruses on the haulouts (%)

Лежбище, дата Haulout, date	Возраст (лет) / Age (years)							
	0	1	2	3	4–5	6–9	10–15	15+
Остров Преображения Preobrazheniya Island 3.08.2014 г. (n=87) самцы / males самки / females	6.9	8.0	9.2	10.3	12.6	8.0 5.9	5.8 17.2	2.3 13.8
Коса Цветкова Tsvetkov spit 4.08.2014 г. (n=60) самцы / males самки / females 19.08.2016 г. (n=35) самцы / males самки / females	5.0 5.7	5.0 5.7	6.7 8.6	6.7 5.7	16.7 17.0	8.3 18.3 8.6 3.0	6.7 15.0 5.7 20.0	3.3 8.3 0 20.0
Бухта Прончищевой Pronchishcheva Bay 14.08.2014 г. (n=28) самцы / males самки / females	0	3.6	7.1	25.0	21.3	17.9 0	17.9 0	3.6 3.6
Остров Андрея Andrew Island 20.08.2016 (n=225) самцы / males самки / females	9.8	5.3	10.7	11.1	19.1	6.7 8.9	4.4 19.1	2.2 2.7
Остров Фаддея Faddeya Island 21.08. 2016 г. (n=38) самцы / males самки / females	10.5	2.6	2.6	10.5	18.4	13.2 10.5	5.3 15.8	2.6 8.0

до мыса Нордвик никаких следов моржей (включая трупы и костные останки) встречено не было. В Хатангском заливе следов пребывания моржей также не отмечено (за исключением 9 находок костных останков с западной стороны острова Большой Бегичев).

Половозрастной состав моржей на исследованных лежбищах

Половозрастной состав на лежбищах показан на Таблице 1.
Как видно из таблицы, на лежбищах косы Цветкова, островов Преображения, Андрея и Фаддея залегают

Haulout on Faddeya-Vostochnyy Island: (76.974° N, 108.066° E)
The haulout is located near the end of a sandy and pebbly spit, on its southern side. The spit is situated on the south-western side of the island and extends to the west.

I inspected the haulout on August 21, 2016. The number of walruses on the haulout was almost 140.

Besides the above listed haulouts, no other haulouts were found. Swimming animals (24 walruses on August 5–7, 2014) were observed only near the

преимущественно самки репродуктивного возраста и большое количество молодых животных, включая сеголетков (последних – от 5,0 до 10,5% на этих лежбищах). На лежбище в бухте Прончищевой залегают преимущественно самцы репродуктивного возраста и некоторое количество молодых животных.

Работы по изучению распространения и численности лаптевского подвида моржа начиная с 30-х годов 20 века проводились неоднократно. Подробный обзор этих работ представлен в статье Беликова (Беликов 2011). Основная часть этих исследований охватывала лишь некоторые участки побережья или отдельные (чаще) лежбища западной части моря Лаптевых. Наиболее полные данные были получены в 1953-1954 гг. со зверобойных судов (к поиску моржей привлекалась и авиация) (Попов 1960) и в 1991 гг. (Кузьмин и др. 1991) при обследовании побережья полуострова Таймыр под планируемый морской участок заповедника «Таймырский» (только до бухты Прончищевой на севере). Из 14 лежбищ, наблюдавшихся в западной части моря в разные годы, в 2014-2016 гг. нами были осмотрены 13. А по острову Песчаный (который не удалось осмотреть) получены достоверные опросные данные. В результате наших исследований было подтверждено функционирование 7 лежбищ. На острове Большой Бегичев, где Кошкин (Кошкин 1940) пишет о 6 лежбищах моржей, было подтверждено эпизодическое функционирование лишь одного лежбища. На островах Петра, где ранее отмечались 2 лежбища (Попов 1960), моржей и следов их залегания нами обнаружено не было. По лежбищу на косе Цветкова не удалось найти в литературе сведений о его существовании ранее, хотя в ФГБУ «Заповедники Таймыра» (личное сообщение М.Г. Бондарь) о его функционировании в 2013 году было известно. Таким образом, во время наших работ каких-либо неизвестных ранее лежбищ найдено не было.

Интересно, что максимальная зарегистрированная нами численность на 3 лежбищах (Преображения, Цветкова, Андрея) была близка и составляла около 700 особей. Причём эта численность на лежбищах острова Преображения и косе Цветкова была зафиксирована в один день – 4.08.2014 г. Близкая численность (600 особей) была отмечена наблюдателями и на острове Песчаном. Поскольку между лежбищами на косе Цветкова и острова Преображения всего 32 километра, вероятно, сообщения о численности моржей на косе Цветкова в 2000 особей в июле-августе 2014 г. говорят о совместном залегании моржей с двух данных лежбищ. В бухте Прончищевой, где в 80-х годах наблюдалось крупное лежбище моржей

haulouts and when feeding in the area between the Tsvetkov spit and the Nemtsov lagoon (75.052° N, 113.067° E). On the mainland seashore, from the Olenyok tributary of the Lena River to Cape Nordvik, no traces of walruses (including carcasses and bone remains) were found. In the Khatanga Gulf, traces of walruses were not detected either (except for 9 findings of bone remains in the western part of Bolshoy Begichev Island).

Age and sex composition of walruses on the examined haulouts

The age and sex composition of walruses on the haulouts is shown in Table 1. As can be seen from the table, on the haulouts of the Tsvetkov spit, Preobrazheniya Island, Andrew Island and Faddeya Island, there were mainly females of reproductive age and a large number of young animals including calves of the current year (the latter group constitute from 5.0 to 10.5% all animals on these haulouts). The haulout in the Pronchishcheva Bay was occupied mainly by males of reproductive age and a number of young animals.

Studies of distribution and abundance of the Laptev walrus were carried out repeatedly starting from the 1930s. A detailed review of these studies is presented in the article by Belikov (Belikov 2011). The main part of the studies covered only some areas of the coast or certain haulouts (mostly) of the western Laptev Sea. The most complete data were obtained in 1953–1954 from sealing vessels (aircraft were also used to search for walruses) (Popov 1960), and in 1991 (Kuzmin et al. 1991) during the examination of the Taymyr Peninsula coast allotted for the marine area of the Taymyr Reserve (only to the Pronchishcheva Bay in the north). Of the 14 haulouts observed in the western part of the sea in different years, we inspected 13 in 2014–2016. In addition, reliable interview data on Peschany Island (which could not be examined) were obtained. As a result of our survey, 7 active haulouts have been confirmed. On Bolshoy Begichev Island, where Koshkin (Koshkin 1940) reported 6 walrus haulouts, episodic use of only one haulout has been confirmed. On Peter Island, where 2 haulouts had been previously observed (Popov 1960), no walruses or traces of their presence were found by us. We could not find information in the literature regarding whether the haulout on the Tsvetkov spit had existed earlier, though the staff of the FSBI “Taimyr Nature Reserve” (personal report of Bondar M.G.) knew this haulout as being active in 2013. Thus, during our studies no previously unknown haulouts were found.

численностью до 600 особей с преобладанием самок и сеголетков (Бычков, Вишневская 1986), нами отмечено не более 80 моржей с преобладанием самцов репродуктивного возраста.

В результате данной работы удалось провести подробное изучение побережья западной части моря Лаптевых (не были обследованы острова архипелага Северная земля, часть островов архипелага Комсомольской правды, заливы Фаддея и Терезы Клавенес) на предметы: функционирования описанных ранее лежбищ, поиска неизвестных науке лежбищ, учёта численности моржей на действующих лежбищах. На 5 действующих лежбищах были выполнены половозрастные учёты животных, которые показали преобладание на 4 лежбищах самок репродуктивного возраста и молодых животных.

Хотелось бы выразить благодарность за помощь в финансировании экспедиций и проведении исследований:

– ФГБУ «Заповедники Таймыра» и лично: директору Матасову В.В., начальнику научного отдела Бондарь М.Г., старшему инспектору Петрусёву В.Д.

– Участникам экспедиций: прежде всего Евфратовой С.С., а также Важову С.В., Вершинину М.П., Гугович А.М., Деяк С.С., Карпухину С.А., Лялягину Н.А., Марьину С.А., Мынка В.А., Уютнову К.В., Чалдык А.В., Alexander Hellquist.

It is worth mentioning that the maximum numbers of animals registered by us on 3 haulouts (Preobrazheniya, Tsvetkov, Andrew) were similar, approximately 700. Moreover, this number of walruses on the haulouts of Preobrazheniya Island and the Tsvetkov spit was registered on the same day, August 4, 2014. A similar number of walruses (600 animals) were observed also on Peschany Island. Since the distance between the haulouts on the Tsvetkov spit and on Preobrazheniya Island is only 32 kilometers, the reports of 2,000 walruses on the Tsvetkov spit in July–August 2014 probably indicates a joint occurrence of walruses at the two haulouts. In Pronchishcheva Bay, where a large walrus haulout of up to 600 animals (with the predominance of females and calves of the current year) had been observed in the 1980s (Bychkov, Vishnevskaya 1986), we found no more than 80 walruses, dominated by reproductive age males.

As a result of this work we managed to survey in detail the coast of the western Laptev Sea (except for the islands of the Severnaya Zemlya archipelago, a part of the islands of the Komsomolskaya Pravda archipelago, the Faddey Bay, and the Tereza Klavenes Bay that were not examined). This was undertaken to clarify the use of the haulouts described earlier by animals, to search for previously unknown haulouts, and to record the number of walruses on active haulouts. The assessment of age and sex composition, performed on 5 active haulouts, showed a predominance of females of reproductive age and young animals on 4 haulouts.

In conclusion, I express my gratitude for the assistance in financing of the expeditions and in the research work to:

— FSBI “Taimyr Nature Reserves” and personally to Matasov V.V., the director, Bondar M.G., the head of the research department, and Petrusev V.D., the chief inspector.

— The participants of the expeditions: first of all to Evphratova S.S., and also to Vazhov S.V., Vershinin M.P., Gugovich A.M., Deyak S.S., Karpukhin S.A., Lyalyagin N.A., Maryin S.A., Mynka V.A., Uyutnov K.V., Tchaldyk A.V., and Alexander Hellquist.

Список использованных источников / References

Беликов С.Е. 2011. Морские млекопитающие Российской Арктики: изменения численности и среды обитания под воздействием антропогенных и природных факторов. В: Наземные и морские экосистемы (под ред. Матишова Г.Г. и др.), М.: Paulsen, с. 221–226 [Belikov S.E. 2011. Marine mammals of the Russian Arctic: changes in abundance and habitat under the influence of anthropogenic and natural factors. In: Land and marine ecosystems (G.G. Matishov et al. eds.), M.: Paulsen, p. 221–226. IN RUSSIAN]

Бычков В.А., Вишневская Т.Ю. 1986. Особенности смешанной береговой залёжки лаптевского моржа. В: Морские млекопитающие. Тезисы докладов IX Всес. совещ. по изучению, охране и рациональному использованию морских млекопитающих Архангельск: с. 77 [Bychkov V.A., Vishnevskaya T. Yu. 1986. Features of the mixed coastal haulout of the Laptev walrus. In: Marine mammals. Proceedings of the IX All-Union Meeting on study, protection and rational use of marine mammals. Arkhangelsk, p.77. IN RUSSIAN]

Кошкин В.Н. 1940. Лежбище моржей на о. Преображения. В: Проблемы Арктики, № 5, Л.: Главсевморпуть, с. 82–97 [Koshkin V.N. 1940. Walrus haulout on the Preobrazheniya Island. In: Problems of the Arctic, No. 5, L.: Glavsevmorput, p. 82–97. IN RUSSIAN]

Кузьмин О.В. 1991. Морж. В: Летопись природы Усть-Ленского заповедника, Тикси: с. 94–96 [Kuzmin O.V. 1991. Walrus. In: Nature chronicles of Ust-Lensky reserve. Tiksi, p. 94–96. IN RUSSIAN]

Попов Л.А. 1960. Состояние береговых лежбищ моржа в море Лаптевых. В: Охрана полезных зверей. Всеросс. общ-во содействия охране природы и озеленения. вып. 3, М.: с. 95–104 [Popov L.A. 1960. Condition of coastal walrus haulouts in the Laptev Sea. In: Protection of useful animals. All-Russian Society for Promotion of Nature Conservation and Greening. Issue 3, M., p. 95–104. IN RUSSIAN]

Шерешевский Е.И. 1960. Морж (*Odobenus rosmarus* L.), его распределение и миграции в море Лаптевых. В: Миграции животных, вып. 2, М.: АН СССР, с. 27–37 [Shereshevsky E.I. 1960. Walrus (*Odobenus rosmarus* L.), its distribution and migration in the Laptev Sea. In: Animal migrations, Issue 2, M.: Akad. Nauk SSSR, p. 27–37. IN RUSSIAN]

Fay F.H. 1989. Development of a method for monitoring the productivity, survivorship, and recruitment of the Pacific walrus population. In: F.H. Fay, B.P. Kelly OCSEAP Study MMS 89-0012 Final Rep. Anchorage: Minerals Management Service, p. 51

Семенов А.Р., Евфратова С.С.

Встречи морских млекопитающих в прибрежной зоне восточной части Карского моря

Исследовательский центр «Финвал», Нижний Новгород, Россия

Semenov A.R., Evfratova S.S.

Marine mammal sightings in the coastal area of the eastern Kara Sea

The “Finval” Research Centre, Nizhny Novgorod, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-297-303

Наблюдения морских млекопитающих в Арктическом регионе, проводимые в режиме непрерывного продолжительного прибрежного плавания, крайне редки. В то же время они позволяют собрать материал по распространению и численности морских животных. Задачей настоящей работы был сбор этих данных в прибрежной зоне юго-восточной части Карского моря.

Наблюдения проводились с борта небольшого парусно-моторного судна, имеющего осадку всего 0.4 метра (что позволяло осмотреть любые прибрежные

Observations of marine mammals in the Arctic region, performed during continuous, long navigation in coastal waters are extremely rare. Nevertheless, these studies allow researchers to collect extensive data on the distribution and abundance of marine animals. The objective of the present work was to collect these data in the coastal zone of the south-eastern Kara Sea.

The observations were carried out aboard a trimaran named “Finval”, a small sail and motor vessel with a draught of only 0.4 m (which allowed us to inspect any coastal areas). The work was performed as follows:

районы) – тримарана «Финвал». Работы были проведены:

– с 24 августа по 4 сентября 2016 года от мыса Челюскин полуострова Таймыр до посёлка Диксон. Также была осмотрена часть побережья и близлежащей акватории островов: Первомайский (северо-западная часть), Колчака (участок северного берега), Сиверсия (северная часть), Рыкачёва (участок северо-западного побережья), Колосовых (участки побережья в северной, западной и южной частях), Костерина (участок северо-восточного побережья), Северный (полностью), Сахалин (полностью). Общая протяжённость маршрута составила 1224 км.

– с 6 июля по 18 августа 2017 года от устья реки Таз до посёлка Диксон и обратно до реки Таз (разными маршрутами). Также была осмотрена часть побережья и близлежащей акватории островов: Шокальского (юго-западная и северная часть), Вилькицкого (вся северная часть западного острова), Неупокоева (северо-восточная и восточная часть), Носок (северная часть), Сибирякова (северо-западная часть), Олений (северная и северо-западная часть), а также ряд небольших островов. Протяжённость морского маршрута составила 2859 км.

Таким образом, общая длина маршрутов в юго-восточной части Карского моря за две экспедиции составила 4083 км.

Следует заметить, что в 2016 году льды по маршруту встречены не были. В 2017 году (с 12 по 20 июля) большие ледовые массивы крупно- и мелкобитого, активно разрушающегося льда располагались в Обской губе у восточного берега начиная от широты 69.7° N и до 71.1° N. Далее к северу лёд отсутствовал почти до оконечности полуострова Явай. Здесь опять начались массивы разрушающегося льда плотностью 2-4 балла, которые протянулись почти до северной оконечности острова Шокальского. При переходе от острова Шокальского до острова Вилькицкого лёд отсутствовал. При переходе от острова Вилькицкого к острову Неупокоева встречались (особенно к западу) большие поля разрушающегося припая и битого льда. Интересно, что на обратном пути от Диксона (с 27 июля по 18 августа) не было встречено ни одной льдины.

Во время движения судна проводилось постоянное визуальное наблюдение за берегом и акваторией моря с использованием 10 и 12 кратных биноклей. Отдельные животные и их скопления фотографировались. Для фото- и видеосъёмки нами применялись фотоаппараты Nikon D3200 и Canon PowerShot SX50 HS. Все

– From August 24 till September 4, 2016 we surveyed from Cape Chelyuskin of the Taimyr Peninsula to the Dikson settlement. We also examined a part of the coast and surrounding waters of the following islands: Pervomaisky Island (north-western coast), Kolchak Island (a part of the northern coast), Siversiya Island (northern coast), Rykachev Island (a part of the north-western coast), Kolosovykh Island (coastal areas in the northern, western and southern parts), Kosterin Island (an area in the north-eastern coast), Severny Island (completely), and Sakhalin Island (completely). The total length of the surveyed track was 1,224 km.

– From July 6 till August 18, 2017, from the estuary of the Taz River to the Dikson settlement and back to the Taz River (by different routes). We also surveyed a part of the coast and surrounding waters of the following islands: Shokalsky Island (south-western and northern parts), Vilkitsky Island (the entire northern part of the western island), Neupokoev Island (the north-eastern and eastern part), Nosok Island (northern part), Sibiryakov Island (north-western part), Oleniy Island (northern and north-western part), as well as a number of small islands. The total length of the survey track was 2,859 km.

Thus, the total length of the tracks in the eastern Kara Sea was 4,083 km. It should be mentioned that in 2016 there was no ice along the route. In 2017 (July 12–20), extensive fields of large and small actively disintegrating ice fragments were located in the Gulf of Ob near the eastern coast, from latitude 69.7° N and up to 71.1° N. Further to the north, there was no ice almost up to the tip of the Yavay Peninsula. Here we again encountered fields of disintegrating ice with a density of 2–4 points, which stretched almost to the northern tip of Shokalsky Island. The route from Shokalsky Island to Vilkitsky Island was free of ice. While sailing from Vilkitsky Island to Neupokoev Island, we observed (especially to the west) large fields of disintegrating fast ice and broken ice. It is worth mentioning that there were no ice floes on our way back (July 27–August 18).

While sailing the vessel, we carried out continuous observation of the shore and the sea with the naked eye and using 10–12× binoculars. Single animals and aggregations were photographed. For photography and video recording, I used a Nikon D3200 and Canon PowerShot SX50 HS cameras. All encounters with animals were recorded with information of geographical coordinates and time. Interview data were also collected.

Рис. 1. Карта встреч белухи, морского зайца и белого медведя.
Fig. 1. Map of encounters with beluga whales, bearded seals, and polar bears.

встречи животных фиксировались с указанием географических координат и времени. Собиралась и опросная информация.

Во время экспедиций были отмечены 5 видов морских млекопитающих: морж (*Odobenus rosmarus*), кольчатая нерпа (*Phoca hispida*), морской заяц (*Erignathus barbatus*), белуха (*Delphinapterus leucas*), белый медведь (*Ursus maritimus*).

Белуха: Зафиксировано 20 встреч как минимум 123 особей (Рис. 1). С борта низкого судна крайне трудно подсчитать количество белух, особенно при волнении моря. У полуострова Таймыр они начали встречаться от устья реки Пясина (восточнее и севернее в Карском море не встречены), далее по всему маршруту, за исключением Тазовской губы. Наиболее часто встречались белухи на маршрутах от посёлка Диксон до мыса Северный острова Сибирякова и у острова Носок (14 встреч в этом районе). В проливе Премен (у посёлка Диксон) несколько десятков белух держатся постоянно в безледовый период (наши наблюдения и опросные данные). По опросным данным, белухи (до 100 особей) эпизодически появляются у мыса Челюскин (личное сообщение начальника полярной станции С. А. Охрименко). В районе полярной станции «Мыс Стерлигова» стада белух наблюдаются ежегодно, численностью до 200 особей (личное сообщение и.о. начальника полярной станции С. В. Лавреновой).

Кольчатая нерпа: 126 встреч (217 особей) (Рис. 2). Встречены по всему маршруту. Среди льда количе-

During the expeditions we observed 5 marine mammal species: walrus (*Odobenus rosmarus*), ringed seal (*Phoca hispida*), bearded seal (*Erignathus barbatus*), beluga whale (*Delphinapterus leucas*), and polar bear (Ursus maritimus).

Beluga whale: 20 encounters with at least 123 individuals were recorded (Fig. 1). It is extremely difficult to count the number of beluga whales from a low vessel, especially in rough seas. Near the Taimyr Peninsula, beluga whales began to appear from the Pyasina River estuary (there were no belugas to the east and to the north in the Kara Sea) and farther along the entire route, except for the Taz Estuary. These animals were found most frequently on the routes from the Dikson settlement to Cape Severny of Sibiryakov Island and near Nosok Island (14 encounters in this area). A few dozen beluga whales constantly remain in the Strait of Premen (off the Dikson settlement) in the ice-free period (our observations and interview data). According to the interview data, beluga whales (up to 100 individuals) occasionally appear near Cape Chelyuskin (personal report of Okhrimenko S.A., the head of the polar station). In the area of the polar station “Cape Sterligov”, beluga herds of up to 200 individuals are observed annually (personal report of Lavrenova S.V.).

Ringed seal: 126 encounters (217 individuals) (Fig. 2). The ringed seals were found along the entire route. The number of encounters among ice was

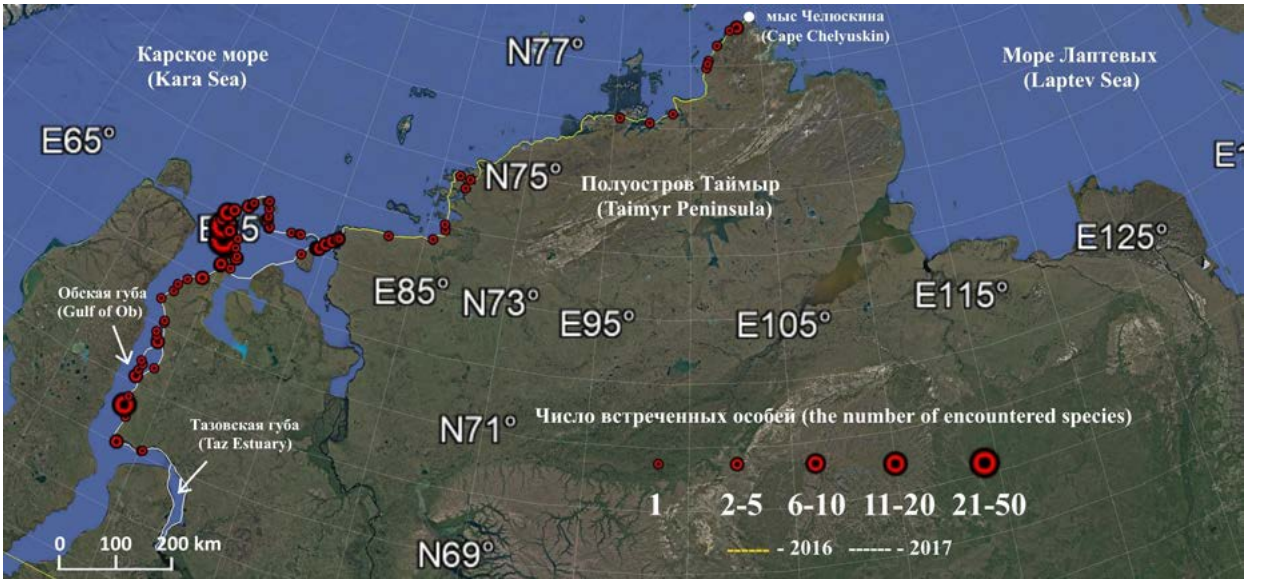


Рис. 2. Карта встреч кольчатой нерпы.
Fig 2. Map of encounters with ringed seals.

ство встреч значительно возрастает. Так, протяжённость маршрутов вблизи и среди льда за два сезона составила около 260 км – это около 6,4% от общей длины маршрутов. Но при этом на ледовый участок приходится 29,4% от общего количества встреч и 53% от количества встреченных животных. Если на плаву вдоль побережья нерпы встречаются, как правило, по одной особи (лишь вблизи устьев рек иногда в количестве нескольких особей), то на льду нередко залегают группами до 15 особей. Количество животных на километр маршрута составило: при отсутствии льда – 0.027 особи/км, на льду и около льда – 0.44 особи/км (в 16 раз больше). Наибольшее количество нерп отмечено на льдах у северной части полуострова Явай и у острова Шокальского. При отсутствии льда кольчатые нерпы встречаются чаще у устьев рек, в проливах, у мысов – т. е. там, где проходят пути миграции рыбы.

Морж: 2 особи наблюдались в районе острова Первомайский (77.396° N, 102.276° E – северный Таймыр). Более моржи по маршрутам в Карском море нами не отмечены.

Морской заяц: Зафиксировано 34 встречи (42 особи) (Рис. 1). Встречены по всему маршруту, за исключением южной части Обской и Тазовской губы (полностью). Также, как и кольчатая нерпа, на льду и вблизи него морские зайцы отмечаются значительно чаще. Частота встреч вблизи льда и на льду составила 0.073 особи/км (а у северной части полуострова Явай и у острова Шокальского – 0.42 особи/км), а на откры-

significantly higher. Thus, the length of the survey tracks near and among ice for two seasons was approximately 260 km, which constitutes 6.4% of the total length of the routes. But at the same time, 29.4% of the total number of encounters and 53% of the total number of the animals recorded were in the ice area. In the water along the coast, swimming ringed seals appeared mostly singly (several seals at a time may sometimes be found only near river estuaries); on ice, seals quite often lie in groups of up to 15 individuals. The number of animals per kilometer of the survey track was as follows: in the absence of ice, 0.027 ind./km; on ice and near ice, 0.44 ind./km (16 times more frequent). The largest number of seals was counted on ice near the northern part of the Yavay Peninsula and Shokalsky Island. In the absence of ice, ringed seals are more common near rivers estuaries, in straits, and near capes, i.e. along the fish migration routes.

Walrus: 2 individuals were observed near Pervomaysky Island at coordinates 77.396° N, 102.276° E (northern Taimyr). We did not find any more walruses on our routes in the Kara Sea.

Bearded seal: 34 encounters (42 individuals) (Fig 1). Bearded seals were encountered along the entire route except for the southern part of the Gulf of Ob and the Taz Estuary (completely). Like ringed seals, bearded seals are more common on ice and near it. The frequency of encounters near and on ice was 0.073 ind./km (0.42 ind./km off the northern part of

той воде – 0.006 особи/км. В Обской губе 12.07.17 (69.490° N, 73.848° E) на льдине наблюдался сеголеток морского зайца вместе с несколькими взрослыми кольчатыми нерпами. Это самая южная встреча морского зайца в восточной части Карского моря в ходе нашей экспедиции. Численность в южной части моря была приблизительно в 5 раз меньше, чем кольчатой нерпы. У побережья Таймыра соотношение встреч морского зайца с кольчатой нерпой составило около 1:1.5. Только в одном случае нами наблюдалось 4 морских зайца, лежащих недалеко друг от друга, в остальных случаях эти животные держались по одному (чаще) или парой (намного реже).

Белый медведь: Зафиксированы 19 встреч (28 особей) (Рис. 1). Среди них 3 встречи самок с одним сеголетком и 3 встречи самок с двумя сеголетками. В одном случае медведица с двумя медвежатами встречена вблизи распадающихся льдов на плаву, в остальных – медведи наблюдались на суше. Частота встреч за две экспедиции составила 0,007 особи/км. При этом вдоль побережья Таймыра от мыса Челюскин до посёлка Диксон частота встреч составила 0.017 особи/км (21 медведь), от острова Шокальского до посёлка Диксон – 0.008 особи/км (7 медведей), а в Обской и Тазовской губах медведи встречены не были (только следы). Белые медведи или их следы отмечены по всем маршрутам начиная от широты 72.333° N (южнее не найдено никаких следов пребывания, по опросным данным, появляются лишь зимой). На полуострове Таймыр наблюдалась ярко выраженная миграция медведей к архипелагу Норденшельда (южнее звери двигались на северо-восток, севернее – на юго-запад). Вероятно, это связано с тем, что льды в районе архипелага сохраняются практически всё лето. Схожие сведения были получены на полярной станции «Мыс Стерлигова». По словам и.о. начальника станции С.В. Лавреновой, весной медведи движутся по суше на северо-восток, осенью – на юго-запад (за день мимо станции иногда проходит до 16 медведей).

Следует заметить, что результаты наблюдений сильно зависят от волнения моря (прежде всего) и от других метеофакторов – максимальное количество животных отмечается в штиль при хорошем освещении и постепенно снижается с увеличением волнения моря и снижением освещённости.

Поскольку подобных работ в юго-восточной части Карского моря ранее не проводилось, то сравнить полученные данные мы можем только с результатами летних морских судовых учётов. Чаадаева с

the Yavay Peninsula and Shokalsky Island); in open waters, 0.006 ind./km. In the Gulf of Ob on July 12, 2017, at coordinates 69.490° N, 73.848° E, we observed a bearded seal pup of the current year lying on an ice floe together with several adult ringed seals. That was the southernmost encounter with bearded seals in the eastern Kara Sea during our expedition.

The abundance of bearded seals in the southern part of the sea was approximately 5 times lower than that of ringed seals. Near the Taimyr coast, the ratio of bearded seal encounters to ringed seal encounters was approximately 1 : 1.5. On one occasion, we observed 4 bearded seals lying close to each other; in the other cases, these animals appeared (mainly) singly or (much less frequently) in pairs.

Polar bear: 19 encounters (28 individuals) (Fig. 1). There were 3 encounters with females with one cub of the current year, and 3 encounters with females with two cubs of the current year. In one case, a female bear with two cubs was found in the water near disintegrating ice; in the other cases, bears were observed on land. The frequency of encounters for the two expeditions amounted to 0.0069 ind./km. The frequency of encounters along the Taimyr coast from Cape Chelyuskin to the Dikson settlement was estimated at 0.017 ind./km (21 bears); from Shokalsky Island to Dikson settlement, 0.0082 ind./km (7 bears); and no bears were recorded (only tracks) from the Gulf of Ob and the Taz Estuary. Polar bears or their tracks were observed on all the routes beginning from the latitude 72.333° N (there were no traces of their presence further south; according to the interview data, bears appear only in winter). On the Taimyr Peninsula, an apparently active migration of bears to the Nordenskjold Archipelago was observed (south of that site, animals moved to the north-east; north of the site, to the south-west). This is probably explained by the fact that sea ice remains in the area of the Archipelago almost throughout summer. Similar data were obtained at the polar station “Cape Sterligov”. According to Lavrenova S.V, the acting head of the station, bears move by land to the north-east in spring and to the south-west in autumn (sometimes up to 16 bears a day pass by the station).

It should be mentioned that the results of observations depend much upon the sea state (primarily) and on other meteorological factors: the maximum number of animals is observed in calm, sunny weather, and it gradually decreases with rougher seas and lower illumination.

соавторами (Чаадаева и др. 2018) во время судовых мониторинговых работ в различных частях Карского моря (в открытом море) встретили 13 видов морских млекопитающих, но при этом в южных районах моря (ближе к материковому побережью) – только 6. Это 5 видов, встреченных нами, и гренландский тюлень, которого мы не наблюдали. Интересно, что максимальная частота встреч морских млекопитающих (вблизи Новой Земли), по данным Чаадаевой с соавторами, колебалась по годам от 0.013 до 0.072 особи/км, в то же время средняя частота встреч морских млекопитающих во время наших экспедиций составила около 0.1 особи/км. Это либо говорит о разных методиках учёта, либо – о значительно более высокой численности морских млекопитающих в прибрежной зоне юго-восточной части моря (при более бедном видовом составе). Болтунов с соавторами (Болтунов и др. 2015) выделяет 6 ключевых видов морских млекопитающих Карского моря. Из этих 6 видов нами были встречены 5, кроме гренландского тюленя, который встречается и в восточной части моря (Болтунов и др. 2015; Петров и др. 2018). По-видимому, этот тюлень в летнее время держится вдали от берегов, поскольку питается пелагическими объектами, поэтому и не был отмечен при наших исследованиях.

На основании проведённых работ можно констатировать следующее:

1. В прибрежных районах юго-восточной части Карского моря широко распространены два вида ластоногих (кольчатая нерпа и морской заяц), один вид китообразных (белуха) и один вид хищных (белый медведь).

2. Кольчатая нерпа является самым многочисленным морским млекопитающим этой части моря, распространена здесь повсеместно. Явно предпочитает льды открытой воде.

3. Морской заяц в восточной части Карского моря встречается повсеместно, за исключением, вероятно, южной части Обской и Тазовской губ. По результатам проведённых нами наблюдений, численность его в южной части моря была приблизительно в 5 раз, а у Таймыра – в 1.5 раза меньше, чем кольчатой нерпы. Также предпочитает держаться среди льдов при их наличии.

4. Белухи широко перемещаются по юго-восточной части моря, численность невелика. В ряде районов летом держатся постоянно (узкие проливы, где концентрируются косяки мигрирующих стайных рыб).

5. Белые медведи и их следы отмечены по всем маршрутам к северу от широты 72.333° N. Наблюдалась

Since no such studies have been previously conducted in the south-eastern part of the Kara Sea, we can compare the obtained data only with the results of the summer marine ship-based surveys. Chaadayeva with coauthors (Chaadayeva et al. 2018) during their marine monitoring works in various parts of the Kara Sea (in the open sea) recorded 13 species of marine mammals and only 6 in the southern waters of the sea (closer to the mainland coast). Those included the 5 species found by us and the harp seal, which we did not observe. It should be noted that the maximum frequency of encounters with marine mammals (near Novaya Zemlya), according to Chaadayeva with coauthors, varied from 0.013 to 0.072 ind./km between years; at the same time, the mean frequency of encounters with marine mammals during our expeditions was approximately 0.1 ind./km. This indicates either a different counting method or a significantly higher number of marine mammals in the coastal area of the south-eastern part of the sea (with a less diverse species composition). Boltunov with coauthors (Boltunov et al. 2015) reported 6 key species of marine mammals in the Kara Sea. Of these 6 species we encountered 5, except for the harp seal which is also found in the eastern part of the sea (Boltunov et al. 2015; Petrov et al. 2018). Obviously this seal keeps far from the coast in summer season because it feeds on pelagic species, and therefore was not encountered in our survey.

Based on the work performed, the following conclusions can be made.

1. Two pinniped species (ringed seal and bearded seal), one cetacean species (beluga whale), and one predator species (polar bear) are widely distributed in the coastal areas of the eastern Kara Sea.

2. The ringed seal is the most abundant marine mammal in this part of the sea. It is widespread here. Ringed seals evidently prefer ice to open water.

3. The bearded seal is found everywhere in the eastern Kara Sea except, probably, for the southern part of the Gulf of Ob and the Taz Estuary. According to our observations, the abundance of bearded seals in the southern part of the sea was approximately 5 times lower, and near the Taimyr Peninsula approximately 1.5 times lower, than the abundance of ringed seal. The bearded seal also prefers to stay among ice where possible.

4. Beluga whales range widely in the eastern part of the sea; their number is small. They remain continually in

активная миграция медведей по берегам в сторону архипелага Норденшельда.

В заключение хотелось выразить благодарность за помощь в финансировании экспедиций и проведении исследований:

– ФГБУ «Заповедники Таймыра» и лично: директору Матасову В.В., начальнику научного отдела Бондарь М.Г., старшему инспектору Петрусёву В.Д., инспектору Корниенко И.Н.

– ФГБУ «ГПЗ Гыданский» и лично: директору Берлинскому В.В., заместителю директора по НИР Горчаковскому А.А.

– Участникам экспедиций: Важову С.В., Вершинину М.П., Володарскому И.А., Деяк С.С., Жерновенкову В.А., Лялягину Н.А., Перевозниковой Д.Е., Таминдаровой А.Р., Шабанову Р.Н., Somendra Singh, Alexander Hellquist.

some areas (narrow straits, or waters with shoals of migrating schooling fish).

5. Polar bears and their tracks were observed on all the routes north of the latitude 72.333° N. An active migration of bears was observed along the shore towards the Nordenskjold Archipelago.

In conclusion, I express my gratitude for the assistance in financing of the expeditions and in the research work to:

— FSBI “Taimyr Nature Reserves” and personally to Matasov V.V., the director, Bondar M.G., the head of the research department, Petrusev V.D., the chief inspector, and Kornienko I.N., an inspector.

— FSBI “Gydansky State Nature Reserve” and personally to Berlinsky V.V., the director, and Gorchakovsky A.A., the deputy director.

— The participants of the expeditions: Vazhov S.V., Vershinin M.P., Volodarsky I.A., Deyak S.S., Zhernovenkov V.A., Lyalyagin N.A., Perevoznikova D.E., Tamindarova A.R., Shabanov R.N., Somendra Singh, and Alexander Hellquist.

Список использованных источников / References

Болтунов А.Н., Алексеева Я.И., Беликов С.Е., Краснова В.В., Семенова В.С., Светочев В.Н., Светочева О.Н., Чернецкий А.Д. (Редактор: Белькович В.М.). 2015. Морские млекопитающие и белый медведь Карского моря: обзор современного состояния. М: «Печатный центр Декарт», 104 стр. [Boltunov A.N., Alekseeva Y.I., Belikov S. E., Krasnova V.V., Semyonova V.S., Svetochev V.N., Svetocheva O.N., Chernetsky A.D. 2015. Marine mammals and polar bears of the Kara Sea: review of current status (V.M. Belkovich, ed.). M: Pechatny Tsentr Dekart, 104 p. IN RUSSIAN].

Петров С.А., Исаченко А.И., Глебова М.А., Гаврилов Ю.Г., Федотов С.А., Пономарцев Н.В., Семёнов А.Г., Кучин С.О., Шишман С.М., Павлов В.А. 2018. Результаты учётов морских млекопитающих четырёх экспедиций в Арктику в 2014 и 2015 гг. В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр. IX междунар. конф., М: СММ, 2: 91–102 [Petrov S.A., Isachenko A.I., Glebova M.A., Gavrilov Y.G., Fedotov S.A., Ponomartsev N.V., Semenov A.G., Kuchin S.O., Shishman C.M., Pavlov V.A. 2018. The results of marine mammal counting during four expeditions in the Arctic in 2014 and 2015. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the IX Intl. conf., M.: MMC, 2: 91–102].

Чаадаева Е.В., Войта Л.Л., Афанасьева Г.А., Балеева Н.В., Старков А.И., Данилов М.Б. 2018. Летняя фауна морских млекопитающих Карского моря. В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр. IX междунар. конф., М: СММ, 2: 223–230 [Chaadaeva E.V., Voyta L.L., Afanasyeva G.A., Baleeva N.V., Starkov A.I., Danilov M.B. 2018. Marine mammals of the Kara Sea: summer season. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the IX Intl. conf., M.: MMC, 2: 223–230].

Сомов А.Г.

Байкальская нерпа (*Pusa sibirica*) – возможная причина гибели в 2017 г.

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ ВНИРО), Москва, Россия

Somov A.G.

The Baikal seal (*Pusa sibirica*): A probable cause of the mortality in 2017

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-304-308

Ранее массовая гибель тюленей на акваториях Российской Федерации наблюдалась в Каспийском море (Хураськин и др., 2002), Байкале (Пастухов, 1989, Петров и др., 1992), Чукотском и Беринговом морях (Кочнев и др., 2012), Охотском море (Сомов, 2017).

Меры по выяснению причин их гибели однозначных результатов не дали. Хотя на Байкале и Каспийском море была зарегистрирована чума плотоядных, для Охотского моря причиной смертности лахтаков (*Erignathus barbatus* Erxleben, 1777) называются альготоксины (Сомов, 2017).

На территории Иркутской области и Республики Бурятия в период с 24 октября по 2 ноября 2017 г. зарегистрированы случаи обнаружения трупов байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gmelin, 1788), выброшенных на берег. По информации Ангаро-Байкальского территориального управления Росрыболовства, зафиксирован 31 случай в южной части озера Байкал, в границах Слюдянского района Иркутской области, 81 случай на территории Кабанского района и единичные случаи в Прибайкальском и Баргузинском районах Республики Бурятия. Ориентировочно, всего обнаружено порядка 140 нерп. Основные находки павших тюленей ограничены берегами Южной котловины озера. Кроме того, зафиксированы не все погибшие животные, а только те, которые выявлены на берегу после шторма, причем в доступных местах, многие участки озера Байкал не обследовались.

Целью работы было установление возможных причин гибели байкальской нерпы в 2017 г.

При клиническом осмотре павших нерп признаки, указывающие на смерть животных в результате человеческого воздействия (огнестрельные ранения, последствия сетевого лова, прижизненные механиче-

Previously, cases of seals mass mortality in waters of the Russian Federation were recorded from the Caspian Sea (Khuraskin et al., 2002), Lake Baikal (Pastukhov, 1989; Petrov et al., 1992), the Chukchi and Bering seas (Kochnev et al., 2012), and the Sea of Okhotsk (Somov, 2017).

The measures taken to determine the causes of seals' deaths have not yielded clear results. In Lake Baikal and Caspian Sea, canine distemper was identified; in the Sea of Okhotsk, the bearded seals (*Erignathus barbatus* Erxleben, 1777) were reported to have died from algotoxins (Somov, 2017).

In Irkutsk Oblast and the Republic of Buryatia, cases of carcasses of Baikal seal (*Pusa sibirica* Gmelin, 1788) washed ashore were recorded during the period from October 24 to November 2, 2017. According to the Angara-Baikal territorial department of the Russian Federal Agency for Fisheries (Rosrybolovstvo), 31 dead animals were found on the southern coast of Lake Baikal (within the boundaries of the Slyudyanka District, Irkutsk Region), 81 in the Kabansky District, and solitary cases in the Baikal area and Barguzin districts of the Republic of Buryatia. A total of approximately 140 carcasses were counted. The main area of dead seals locations was limited to the banks of the southern basin of the lake. However, not all dead animals were recorded, only those observed on shore after a storm and in accessible places; many areas of Lake Baikal were not inspected.

The goal of the work was to identify possible causes of the mortality of Baikal seals in 2017.

A clinical examination of dead Baikal seals showed no signs that would indicate animals' death due to a human impact (gunshot wounds, entangling in fishing

ские повреждения и травмы), отсутствовали. При этом у погибших нерп отмечена хорошая упитанность. При патологоанатомическом вскрытии погибших животных характерные признаки, указывающие на инфекционные заболевания или интоксикацию, отсутствовали. По результатам проведенных вирусологических лабораторных исследований биологического материала погибших нерп антигенов к чуме плотоядных, бешенству не выявлено. Химико-токсикологическими исследованиями критических содержаний химических элементов не установлено. По результатам лабораторных исследований проб воды в местах обнаружения павших нерп, проведенных ФГБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Сибирскому федеральному округу», концентрации загрязняющих веществ в отобранных пробах не превышают значений предельно-допустимых концентраций, установленных для водоемов рыбохозяйственного значения. На июнь 2018 г. научно обоснованная причина смертности байкальской нерпы не установлена. При выяснении причин гибели тюленей упор был сделан на вирусологические исследования, так как, в первую очередь, ориентировались на падеж 1987 - 1988 гг., и в настоящее время одной из рассматриваемых гипотез гибели тюленей на Байкале является вирусная инфекция.

По данным ФГБНУ «Госрыбцентр» отмечается рост численности нерпы в оз. Байкал: в 2017 г. численность достигла 131,5 тыс. голов (2016 г. -128,7 тыс., 2015г. – 114,4 тыс., 2008г. – 91,4тыс. голов).

Увеличение поголовья байкальской нерпы привело к тому, что она начинает осваивать несвойственные ей ареалы обитания. В настоящее время летний нагул нерпы происходит в мелководной прибрежно-соровой акватории озера, что практически не наблюдалось до середины 2000-х годов.

Текущие климатические изменения и антропогенное воздействие на экосистему Байкала отмечены необычайным распространением и усилением цветений водорослей. В последние годы отмечено активное зарастание береговой линии зеленой нитчатой водорослью спирогирой (*Spirogira sp.*). Массовое развитие спирогиры свидетельствует о крупномасштабной эфтрофикации, вызванной избыточным поступлением биогенов. Микроводоросли, фитопланктон являются важным звеном в пищевой цепи Байкала. При этом некоторые виды фитопланктона могут вызывать вредоносное цветение водорослей (ВЦВ). Необычайное цветение сине-зеленых водорослей, способных синтезировать ядовитые вещества, отмечено в Байкале с 2013 г. (Timoshkin et al, 2016).

nets, or various mechanical damages and injuries during life). Moreover, the dead seals were in good body conditions. During the necropsy of the animals, no signs of infectious disease or intoxication were observed. According to the results of laboratory-based virus tests of biological material from the dead seals, antigens to canine distemper and rabies were not detected. Chemical and toxicological tests did not show critical levels of chemical elements. Analysis of water samples taken from the sites of carcass finds (conducted by FGBU “Center for Laboratory Analysis and Technical Measurements for Siberian Federal Okrug”) showed that the concentrations of pollutants in the samples did not exceed the maximum permissible levels established for fishing regions.

By June 2018, no scientifically explained cause of the Baikal seal mortality was established. In the search of the cause of deaths in Lake Baikal, experts were focused mainly on viral studies, as it had been done in the case of the 1987–1988 mortality, and now one of the considered hypotheses is a viral infection.

According to FGBNU “Gosrybtsentr”, the abundance of Baikal seals in the lake was observed to grow: in 2017, their number reached 131,500 individuals (128,700 in 2016; 114,400 in 2015; and 91,400 in 2008).

Due the increase in the Baikal seal population, the animals began to occupy unusual habitats. Currently, the summer feeding grounds of the seals are located in the area of shallow coastal lagoons of the lake that was not observed until the middle of the 2000s.

The ongoing climate change and the anthropogenic impact on the Baikal ecosystem are accompanied by the extremely wide distribution and intensification of algal blooms. In recent years, the coastline has been actively overgrown by green filamentous algae *Spirogyra sp.* The proliferation of *Spirogyra* indicates a large-scale eutrophication due to the excessive influx of nutrients. Microalgae, as phytoplankton, are an important link in the food chain of Lake Baikal. However, some phytoplankton species can cause harmful algal blooms (HABs). The untypical blooms of blue-green algae capable of synthesizing toxic substances have been observed in Baikal since 2013 (Timoshkin et al., 2016).

Dinophyte algae constitute an important portion of the plankton in Lake Baikal. Most of the Baikal dinoflagellates are of recent marine origin, while a smaller part adapted to life in fresh waters long ago. The presence of the dinoflagellate *Peredinium*

Динофитовые водоросли составляют важную часть планктона озера Байкал. Большая часть динофлагеллят Байкала имеет недавнее морское происхождение, меньшая – перешла давно к жизни в пресных водоемах. Описано присутствие в Байкале динофлагелляты *Peredinium aciculiferum*, вида, известного как токсичный (Анненкова, 2010).

По ряду признаков: единовременный характер смертности (падеж ограничен по времени и в пространстве), засушливое жаркое лето 2017 года, маловодность Байкала (отсутствие обильных осадков в период водосбора, вырубка леса на водосборах малых рек), гидрологические условия места происшествия (стратификация, мелководье), поступление органического вещества – предполагаем, что гибель нерпы явилась следствием токсичного локального «цветения» планктонных водорослей. Присутствующие в толще воды микроводоросли, содержащие ядовитые токсины, поступают в беспозвоночных и рыб, а через них попадают в организмы нерп. Своеобразным толчком к развитию ВЦВ на рассматриваемой локальной акватории послужили благоприятные гидрологические (стабилизация водной массы на мелководье, богатом биогенами) и метеорологические (активная солнечная радиация, маловетрие) условия в продуктивном эвтрофном участке озера.

В оз. Котокельское, расположенном в 2 км от оз. Байкал и связанном с ним через систему рек Исток-Коточик-Турка, наблюдаются токсичные цветения водорослей. Летом в 2008 г. на оз. Котокельское зарегистрирована массовая гибель рыб, водоплавающих птиц, отмечено 16 случаев отравления человека. Из 25 видов цианобактерий, обнаруженных в фитопланктоне оз. Котокельское, десять являются потенциально токсичными (Пронин, Убугунов, 2013). Наличие водной связи между озерами Байкал и Котокельское обуславливает возможность заноса токсичных видов с речным стоком. Предположение о возможной причине гибели байкальской нерпы вследствие отравления цианотоксинами, выделяемыми сине-зелеными водорослями, высказано также О.А. Тимошкиным (2017).

Байкальская нерпа относится к традиционным объектам промысла аборигенного и прибрежного населения Байкала и употребляется им в пищу. Также мясо нерпы используется и для корма собак. Вопрос присутствия альготоксинов в органах и тканях важен для оценки потенциальных рисков жителей побережья, употребляющих в пищу мясо нерпы.

Трупы нерпы могут использоваться бурыми медведями (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758), также птицами: орлан белохвост (*Haliaeetus albicilla* Linnaeus, 1758),

aciculiferum, a species known as toxic, has also been described from Baikal (Annenkova, 2010).

Based on a number of signs—the simultaneous pattern of mortality (death cases are limited in time and space), the arid hot summer 2017, the low water level in Lake Baikal (lack of heavy rainfall during the water discharge events, forest logging in the catchments of small rivers), the hydrological conditions at the site of mortality (stratification, shallow waters), and the influx of organic matter—we assume that the seals died due to a local toxic “bloom” of plankton algae. Microalgae, being present in the water column and containing poisonous toxins, are ingested by invertebrates and fish and, through them, enter the organism of seals. The favorable hydrological (stagnation of water masses in shallow-water areas, rich in nutrients) and meteorological conditions (high solar radiation, low wind) in the productive eutrophic sector of the lake acted as a kind of trigger to the development of HAB in the considered local water area.

In Lake Kotokelskoye, located 2 km off Lake Baikal and connected with the latter via the Istok–Kotochik–Turk river system, toxic algal blooms are also observed. In the summer of 2008, a mass mortality of fish, waterfowl, and 16 cases of human poisoning were recorded from Lake Kotokelskoye. Of the 25 cyanobacteria species found in the phytoplankton of this lake, ten are potentially toxic (Pronin, Ubugunov, 2013). The availability of water communication between the lakes Baikal and Kotokelskoye suggests the possibility of invasion of toxic species with the river flow. The assumption on poisoning with cyanotoxins produced by blue-green algae as a possible cause of the Baikal seal mortality is also expressed by O.A. Timoshkin (2017).

The Baikal seal has traditionally been hunted by local tribes and coastal residents of Baikal for food. The seal meat is also used by them to feed dogs. The issue of presence of algotoxins in organs and tissues of seals is important for assessing the potential risks for residents of the coastal areas consuming contaminated seal meat.

Brown bears (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) and such birds as the white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla* Linnaeus, 1758), carrion crow (*Corvus corone* Linnaeus, 1758), and European herring gull (*Larus argentatus* Pontoppidan, 1763) can scavenge on Baikal seal carcasses. Therefore, the exposure to

черная ворона (*Corvus corone* Linnaeus, 1758), серебристая чайка (*Larus argentatus* Pontoppidan, 1763). Поэтому альготоксины, присутствующие у нерп, могут оказывать негативное воздействие и на этих животных.

Отмеченные в 2017 г. случаи гибели байкальской нерпы в суммарном количестве порядка 140 голов не являются критическими для состояния популяции, численность которой превышает 100 тыс. голов. В то же время данное утверждение справедливо лишь в том случае, если такая гибель была разовой и не повторится в будущем. Климатические изменения, приводящие к повышению температуры воды, сокращению ледовитости, хозяйственная деятельность человека расширяют границы акваторий, охваченных ВЦВ. В водах Аляски альготоксины (домоевая кислота и сакситоксин) обнаружены в 13 видах морских млекопитающих, в том числе: горбач (*Megaptera novaeangliae* Borowski, 1781), полярный кит (*Balaena mysticetus* L., 1758), белуха (*Delphinapterus leucas* Pall., 1776), обыкновенная морская свинья (*Phocoena phocoena* L., 1758), северный морской котик (*Callorhinus ursinus* L., 1758), сивуч (*Eumetopias jubatus* Schreber, 1776), обыкновенный тюлень (*Phoca vitulina* L., 1758), акиба (*Phoca hispida* Schreber, 1775), ларга (*Phoca largha* Pall., 1811)., крылатка (*Histriophoca fasciata* Zimmerman, 1783), лахтак, морж (*Odobenus rosmarus* L., 1758), калан (*Enhydra lutris* L., 1758), (Lefebvre et. al., 2016). Морские млекопитающие при потенциально растущем воздействии ВЦВ являются наиболее уязвимыми видами как конечные звенья пищевой цепи. При этом необходимо учитывать, что к развитию ВЦВ приводят множественные взаимодействия оптимальных физических, химических и биотических факторов среды.

Выражаю благодарность Ангаро-Байкальскому территориальному управлению Росрыболовства и Байкальскому филиалу ФГБНУ «Госрыбцентр» за предоставленные материалы по факту гибели байкальской нерпы в 2017 году.

algotoxins present in seals can have a negative effect on these animals also.

The cases of death of Baikal seals, with the total number of approximately 140 animals, recorded in 2017, are not critical for the status of the population, whose size is now estimated at more than 100,000 individuals. At the same time, this statement is true only provided that this mortality event was single and will not happen again in the future. Due to the climate change, causing the increase in water temperature and the reduction in sea ice extent, as well as human activities, the area of waters covered by HABs continuously expands. In waters of Alaska, algotoxins (domoic acid and saxitoxin) were detected in 13 species of marine mammals, including humpback whale (*Megaptera novaeangliae* Borowski, 1781), bowhead whale (*Balaena mysticetus* L., 1758), beluga whale (*Delphinapterus leucas* Pall., 1776), harbour porpoise (*Phocoena phocoena* L., 1758), northern fur seal (*Callorhinus ursinus* L., 1758), Steller sea lion (*Eumetopias jubatus* Schreber, 1776), harbor seal (*Phoca vitulina* L., 1758), ringed seal (*Phoca hispida* Schreber, 1775), spotted seal (*Phoca largha* Pall., 1811), ribbon seal (*Histriophoca fasciata* Zimmerman, 1783), bearded seal, walrus (*Odobenus rosmarus* L., 1758), and sea otter (*Enhydra lutris* L., 1758) (Lefebvre et. al., 2016). Marine mammals, exposed to potentially increasing effect to HABs, are the most vulnerable species as the terminal links of food chain. Also, it should be taken into account that HABs are a result of multiple interactions of optimal physical, chemical, and biotic environmental factors.

Author is grateful to the Angara-Baikal territorial department of Rosrybolovstvo and the Baikal branch of FGBNU “Gosrybtsentr” for providing materials on the facts of the Baikal seal mortality in 2017.

Список использованных источников / References

Анненкова Н.В. 2010. Генетическое разнообразие планктонных и ассоциированных с губками динофлагеллят озера Байкал: Автореф. дис....канд. биол. наук. Новосибирск. С. 13 [Annenkova N.V. 2010. Genetic diversity of plankton and sponge-associated dinoflagellates of Lake Baikal. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation, Novosibirsk, p. 13]

Кочнев А.А., Здор Э.В., Сирабидзе Л.Х., Чакилев М.В., Крюкова Н.В., Переверзев А.А., Голубь Е.В. 2012. Вспышка неизвестного заболевания кольчатой нерпы (*Phoca hishida*) на Чукотке в 2011 г.// Морские млекопитающие Голарктики. Суздаль. Москва: РОО «Совет по морским млекопитающим». С. 323-328. [Kochnev A.A., Zdor E.V., Sirabidze L.H., Chakilev M.V., Kryukova N.V., Pereverzev A.A., Golub’ E.V. 2012.

Outbreak of uncertain illness of ringed seals (*Phoca hispida*) in Chukotka, 2011. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the VII Intl. conf., M.: MMC, 2: 323–328].

Пастухов В.Д. 1989. Важнейший объект биологического мониторинга. //Охота и охотничье хозяйство. № 5. С. 13-15. [Pastukhov V.D. 1989. The most important object of biological monitoring. Okhota i Okhotnich'e Khozyaistvo, 5: 13–15]

Петров Е.А., Елагин О.К., Егорова Л.И., Иванов М.К., Вороте А. Л. 1992. Состояние популяции байкальской нерпы в 1988-89 гг.// Вспышка чумы плотоядных у байкальской нерпы в 1987/88 гг. Новосибирск: Наука, С. 20-26 [Petrov E.A., Elagin O.K., Egorova L.I., Ivanov M.K., Vorote A.L. 1992. The status of the Baikal seal population in 1988–1989. In: Outbreak of canine distemper in Baikal seals in 1987–1988. Novosibirsk: Nauka, pp. 20–26].

Пронин Н.М., Убугунов Л.Л. 2013. Озеро Котокельское: природные условия, биота, экология. Улан-Удэ, Изд-во БНЦ СО РАН. С. 155-157 [Pronin N.M., Ubugunov L.L. 2013. Lake Kotokelskoye: environmental conditions, biota, ecology. Ulan-Ude: Izd. BNTs SO RAN, pp. 155–157].

Сомов А.Г. 2017. Вероятная причина гибели лахтаков в Ямском лимане залива Шелихова Охотского моря в 2001 году. //Тр. ВНИРО. Т. 168. С. 40-48. [Somov A.G. 2017. Probable reason of bearded seals mortality in Yamskoy bay in Gulf of Shelikhov (Sea of Okhotsk) in 2001. Tr. VNIRO, 168: 40–48].

Тимошкин О.А. 2017. Гибель байкальской нерпы: гипотезы и комментарии. //Восточно-сибирская правда. 05.12. [Timoshkin O.A. The mortality of Baikal seals: Hypotheses and comments. Vostochno-Sibirskaya Pravda, December 05].

Хураськин Л.С., Захарова Н.А., Кузнецов В.В., Шестопалов А.Б., Хорошко В.И. 2002. О причинах массовой гибели каспийского тюленя в 2000 г.// Морские млекопитающие Голарктики. Тезисы докладов II международной конференции. Байкал, 10 - 15 сентября 2002 г. Москва: КМК. С. 276-277. [Khuraskin L.S., Zakharova N.A., Kuznetsov V.V., Shestopalov A.B., Khoroshko V.I. 2002. The reasons for Caspian seal mass mortality in 2000. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the 2nd Intl. conf., M.: MMC: 276–277].

Lefebvre K.A., Quakenbush L., Frame E., Hantington K.B., Sheffield G., Lmaur R.S., Bryan A., Kendrick P., Ziel H., Goldstein T., Snyder J.A., Gelatt T., Gulland F., Dickerson B., Gill V. 2016. Prevalence of algal toxins in Alaskan marine mammals foraging in a changing arctic and subarctic environment. //Harmful Algae 55, P. 13-24.

Timoshkin et al, 2016. Rapid ecological change in coastal zone of lake Baikal (East Siberia): is the site of the world′s greatest freshwater biodiversity in danger?. //Journal of Great Lakes Research 42, P. 487-497

Стародубцев Ю.Д. [1], Анпилова В.В. [2], Комарова М.С. [2], Третьяков С.И. [2]

Адаптация байкальской нерпы (*Pusa sibirica*) к условиям содержания в океанариуме

1. Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия
2. Центр океанографии и морской биологии «Москвариум», Москва, Россия

Starodubtsev Y.D. [1], Anpilova V.V. [2], Komarova M.S. [2], Tretyakov S.I. [2]

Adaptation of Baikal seals (*Pusa sibirica*) to aquarium conditions

1. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
2. Center of oceanography and marine biology “Moskvarium”, Moscow, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-309-317

Опыт содержания морских млекопитающих в океанариумах насчитывает долгие годы. Первые пробные эксперименты по работе с тюленями, морскими львами были проведены В.Л. Дуровым. В 1916 г. он разработал первую научно-практическую методику дрессировки ластоногих в интересах Военно-Морского Флота России и составил её подробное описание (Дуров 1924).

Наиболее изученными морскими млекопитающими в условиях океанариума являются дельфины афалины. В 1961 г. Джон Лилли провел ряд исследований, по которым смог сделать предположение о природном любопытстве, отсутствии боязни к человеку и высоких когнитивных способностях дельфинов (Лилли 1965).

Исследования поведения морских млекопитающих при содержании в океанариумах способствуют обогащению знаний этологии и теории адаптации (Зорина, Полетаева 2010). Изучение поведенческих адаптаций дельфинов и тюленей также весьма актуально в связи с использованием этих животных как помощников человека при освоении Мирового океана, участников демонстрационных программ и как возможных объектов доместикации (Близнюк 1978).

В литературе представлены данные по адаптации следующих видов настоящих тюленей: гренландского, серого тюленей, морского зайца и кольчатой нерпы (Матишов и др. 2015). К семейству настоящих тюленей (Phocidae) принадлежит и байкальская нерпа (*Pusa sibirica*) – один из трёх пресноводных видов тюленей в мире, эндемик озера Байкал, реликт третичной фауны, который долгое время был вне внимания научной общественности.

До 1998 г. считалось, что байкальские нерпы из-за врожденной сверхосторожности вообще не поддаются дрессировке. Но именно в это время, в ходе занятий научной деятельностью, сотрудником Лимнологического института СО РАН Е.А. Барановым были проведены

The experience of keeping marine mammals in aquaria extends over many years. The first experiments to tame seals and sea lions were carried out by V.L. Durov. In 1916, he developed the first scientific and practical method of training pinnipeds for the Russian Navy and made a detailed description of it (Durov 1924).

The best studied marine mammal species in the conditions of aquarium are bottlenose dolphins. In 1961, John Lilly conducted a number of studies, which showed the natural curiosity, lack of fear to humans, and high cognitive abilities of dolphins (Lilly 1965).

The research on behavior of marine mammals kept in aquaria contributes to our knowledge of the ethology and adaptation theory (Zorina, Poletaeva 2010). Studying the behavioral adaptations of dolphins and seals is also very important from the aspect of using these animals as assistants in the development of the World Ocean, participants of shows, and potential objects of domestication (Bliznyuk 1978).

Different publications provide data on adaptation of the following seal species: harp, grey, bearded, and ringed seals (Matishov et al. 2015). The family of true seals (Phocidae) also includes the Baikal seal (*Pusa sibirica*), one of three freshwater species of seals in the world and a Tertiary relic that is endemic to Lake Baikal, and has long been beyond the scope of the scientific interest.

Until 1998, it was generally believed that Baikal seals cannot be trained at all due to their innate wariness. But at that time, E.A. Baranov (a member of the Limnological Institute, Siberian Branch of RAS) made first attempts to tame Baikal seals within the framework of his scientific activity. During the experiments, it proved to be possible to reinforce certain skills in the animals (Petrov 2009). The first scientific study of

первые работы по одомашниванию байкальской нерпы. В ходе экспериментов представилась возможность закрепить у животных определенные навыки (Петров 2009). В байкальском музее ИНЦ СО РАН в поселке Листвянка была проведена первая научная работа по исследованию адаптации детенышей байкальской нерпы к условиям океанариума (Пастухов 2014).

Россия является государством-держателем этих уникальных животных, и привлечение их для демонстрации и научно-познавательных программ позволяет, с одной стороны, расширить видовое разнообразие, с которым знакомятся посетители океанариума, а с другой стороны – проводить исследования особенностей их поведения, показывающие развитые когнитивные способности этих животных (Стародубцев и др. 2012).

Расширение научных и научно-просветительских знаний при изучении байкальской нерпы стало возможно благодаря созданию в 2015 г. на территории Выставки Достижений Народного Хозяйства (ВДНХ) Центра океанографии и морской биологии “Москвариум”.

Целью нашей работы было исследование возможности адаптации байкальских нерп к содержанию в искусственных условиях и представление полученных результатов.

Нами учитывались различные факторы содержания байкальских нерп в условиях океанариума, на которые мы могли влиять, и опытным путем мы определяли необходимые параметры: температуру воды и воздуха, подходящий рацион питания, приемлемый режим участия животных в тренировочном процессе. Также проводился учет влияния постоянных факторов на состояние нерп – размеров бассейна и доступной им сухопутной зоны. Важной задачей при проведении исследований было создание доверительных отношений между тренерами и животными. К настоящей работе приступили в мае 2013 г. с отлова животных.

Было поймано 10 детенышей байкальских нерп: 5 самцов и 5 самок – в возрасте примерно 2-х месяцев, весом 10-15 кг. Целесообразно отбирать щенков настоящих тюленей, у которых период молочного вскармливания уже завершился (Матишов и др. 2015). У байкальской нерпы он заканчивается в 2-3 месяца (Стародубцев и др. 2012). В этот период животные еще самостоятельно не питаются, что облегчает процесс адаптации к искусственным условиям, формирование зависимости от человека, который его кормит.

Раскорм и передержка щенков тюленей. После отлова нерпы были помещены на базу в селе Байкальском, где

adaptation of Baikal seal pups to the conditions of an aquarium was carried out at the Baikal Museum of the Irkutsk Research Center (Siberian Branch of RAS), located in the town of Listvyanka (Pastukhov 2014).

Russia is the country responsible for the conservation of these unique animals. And the use of this species for entertainment shows, scientific purposes, and educational programs enables, on the one hand, to extend the number of species that visitors can see up close in aquarium and, on the other hand, to study their behavior and the development of cognitive abilities of these animals (Starodubtsev et al. 2012).

The expansion of scientific and educational knowledge of the Baikal seal became possible thanks to the “Moskvarium” Center of Oceanography and Marine Biology, created in 2015, on the territory of the Exhibition of Achievements of National Economy (VDNKh), Moscow.

The aim of our work was to study the feasibility of adapting the Baikal seals to artificial conditions of captivity and to present the obtained results.

We considered various factors of keeping the Baikal seals in aquarium conditions that we could control. On a trial basis, we determined optimum for the following parameters: water and air temperature, appropriate diet, and admissible level of animals’ participation in the training process. We also studied the effect of permanent factors on the condition of the seals: the pool size and the dry area available to them. During the study, it was important to establish trusting relationships between the trainers and the animals. The work started from the time of animals’ capture in May 2013.

We captured a total of 10 Baikal seal pups (5 males and 5 females), approximately 2 months of age and weighing 10–15 kg. It is advisable to capture pups of these species after weaning (Matishov et al. 2015). The nursing period in Baikal seals ends at age 2–3 months (Starodubtsev et al. 2012). During this period the animals are still unable to eat independently, which facilitates the process of adaptation to captive conditions and the formation of dependence on a human feeding them.

Food conditioning of seal pups and adaptation to captivity. The captive seals were initially kept at a base located in the village of Baikalskoye, where they stayed for 42 days. Seven identical wooden pools 3×1.2×1.2 m^3, covered with a waterproof (PVC) material, were

находились в течение 42-х дней. Для содержания нерп использовалось семь одинаковых деревянных бассейнов размером 3×1,2×1,2 м^3, выстланных водонепроницаемым материалом (тезой), – 3 бассейна “ночных” и 4 “дневных”. На ночь, с 21 ч до 9 ч, животные помещались по 3-4 особи в три “ночных” бассейна без воды, установленные в закрытом помещении. Бассейны сверху закрывались деревянными крышками с вентиляционными отверстиями. С 9 ч до 21 ч животные находились на открытом воздухе. Для этого нерп поодиночке вынимали из “ночных” бассейнов, кормили на площадке и помещали в аналогичный “дневной” бассейн с водой из озера Байкал на 1 ч, не более 4-х нерп в один бассейн.

Раскорм щенков тюленей – один из важнейших этапов первичной адаптации к жизни в искусственных условиях. Начало формирования доверительных отношений между человеком и животным. Период принудительного раскорма можно считать законченным, если тюлень при прикосновении рыбы к языку не выталкивает ее, а, наоборот, старается проглотить. Нами была выбрана для раскорма мойв как наиболее мягкий вид рыбы с нежестким скелетом и обладающий высокой энергетической ценностью. Первая нерпа начала есть самостоятельно после предъявления ей рыбы на 4-й день, последняя – на 20-й день. Важно при раскорме животных очень плавно наращивать количество потребляемой пищи и следить за пищевой активностью, поэтому объём поедаемого корма при содержании на базе мы увеличивали с 5 г до 1000 г в сутки в течение всего времени раскорма и передержки. После раскорма животные оказались готовы к транспортировке в бассейны карантинного помещения “Москвариума”.

Транспортировка в бассейны карантинного помещения “*Москвариума*”. При транспортировке мы старались обеспечить условия, приближенные к условиям содержания на базе, чтобы не провоцировать проявление стресса на резкую смену обстановки. Транспортировка осуществлялась в деревянных боксах размерами 1,0×0,5×0,5 м^3, изнутри выложенных тезой. Животных не кормили. Перевозка проводилась в несколько этапов – наземным и воздушным транспортом. На первом этапе животные доставлялись наземным транспортом до аэропорта в поселке Нижнеангарск, на втором этапе – воздушным транспортом до города Улан-Удэ, на третьем этапе – перевозка самолетом до конечной точки назначения город Москва и наземным транспортом – до бассейнов карантинного помещения “Москвариума”. Сопровождающий оценивал состояние каждого животного, следил за терморегуляцией и не допускал перегрева, поливая нерп водой. Транспортировку животные перенесли спокойно.

constructed for keeping them: three “night” pools installed indoor and four “daytime” pools installed outdoor. At night, from 09:00 p.m. to 09:00 a.m., the animals were placed in three “night” pools with no water, with 3–4 individuals in each. The pools were closed with wooden covers with ventilation holes. During daytime, from 09:00 a.m. to 09:00 p.m., the animals were in open air. For this, the seals were taken, one by one, out of the “night” pools, fed on a platform, and then put for 1 hour into the similar “daytime” pools with the water from Lake Baikal, up to 4 seals per one pool.

Food conditioning (the process of adaptation of an animal to a different form of food it will be fed in captivity) of seal pups is one of the most important stages in the initial adaptation to life in the artificial conditions of captivity and in creating the trusting relationships between the human and the animal. The period of forced feeding can be considered completed when the seal does not push a fish out of its mouth when it touches its tongue, but rather tries to swallow it. For this, we chose capelin. Capelin is the softest fish species having soft bones and a high calorie value. The first seal started to eat independently after offering fish on the 4th day, and the last one on the 20th day. In initial feeding of animals, it is important to increase the quantity of the consumed food gradually and monitor the feeding activity. Therefore, we increased the amount of eaten food from 5 to 1,000 g per day throughout the period of initial feeding and adaptation to captivity. After the food conditioning was completed, the animals were ready for transportation to the quarantine pools of “Moskvarium”.

Transportation to the quarantine pools of “*Moskvarium*”. During the transportation, we tried to maintain the conditions close to those created at the base in order to avoid any stress reactions to a rapid change in conditions. The animals were transported in wooden boxes 1.0×0.5×0.5 m^3, which were lined with the PVC material inside. The seals were not fed. The transportation was carried out by land and air in several stages. At the first stage, the animals were transported by land to the airport in the village of Nizhneangarsk; at the second stage, by air to the city of Ulan-Ude; at the third stage, by air to Moscow and then by land to the final destination, the “Moskvarium” quarantine pools. An accompanying person was controlling the condition of each animal, monitoring the thermoregulation in order to avoid overheating and periodically purred water over the seals. The animals felt well during and after the transportation.

Адаптация к содержанию в бассейнах карантинного помещения. Животные содержались в карантинном помещении с июня 2013 г. по май 2015 г., пока велись строительные работы по созданию основных сооружений "Москвариума". После транспортировки нерпы были помещены в пять круговых бассейнов размером 4,1 м^3 каждый, с сухопутной зоной размером 5 м^2, по парам – самец и самка. Животные содержались в пресной водопроводной воде, фильтрация которой проводилась песчаным фильтром. Ежедневно осуществлялась полная смена воды. Температура воды летом колебалась в пределах 12-16°C, осенью – 8-10°C, зимой – 5-8°C, весной – 8-12°C; температура воздуха: летом – 22-24°C, осенью – 22-12°C, зимой – 10-12°C, весной – 12-22°C.

Поскольку обеспечение животных полноценным питанием является непременным условием успешной адаптации, мы подобрали подходящий рацион, учитывая индивидуальные особенности и потребности, связанные с развитием особи и ростовыми процессами. За основу рациона взяли мойву, которую использовали во время раскорма, постепенно прибавляя к ней другие виды рыбы – лемонему, хек, терпуг и сельдь. После перевода в карантинные бассейны нерпы ели от 500 г до 1000 г рыбы в сутки. К сентябрю 2013 г. объем потребляемой пищи значительно увеличился, иногда достигая 1500 г. Ежедневно добавляли специально составленный витаминный комплекс.

Обучение животных основывалось на условно-рефлекторном методе. Выработка условно-рефлекторной связи при предъявлении акустического бридж-сигнала, сопровождаемого затем подачей пищевого подкрепления, осуществлялась в процессе кормления. Реакция выражалась в том, что в ответ на подачу бридж-сигнала тюлени тянулись к тренеру в ожидании рыбы и получали ее. После закрепления этой реакции у всех животных был сформирован навык воздействия кончиком морды на предъявляемую ладонь (таргет), и затем их приучили нажимать на используемые в качестве таргетов стержни из разных материалов с буйком на конце. Выполнение каждой требуемой реакции подкреплялось подачей бридж-сигнала и кусочка рыбы. В дальнейшем, используя предъявление таргета, мы добились установки животного в любом заданном месте карантинного бассейна, что было необходимо для осмотра тренером тюленя и проведения необходимых ветеринарных процедур. Следует отметить, что байкальские нерпы очень пугливые и осторожные (Петров 2009), всё описанное выше обучение проходило на фоне их приучения к различным помехам, таким как незнакомые шумы, появление новых элементов обстановки (предметов реквизита, изменению одежды

Adaptation to the quarantine pool conditions. The animals were kept in the quarantine pools from June 2013 to May 2015 during the construction of the main buildings of "Moskvarium". After the transportation, the seals were placed in pairs, male and female, in five round pools each having a size of 4.1 m^3 and a dry area of 5 m^2. The animals were kept in fresh tap water, purified with sand filters. The water was completely changed on a daily basis. The water temperature in summer was 12–16°C; in autumn, 8–10°C; in winter, 5–8°C; in spring, 8–12°C. The air temperature in summer was 22–24°C; in autumn, spring 12–22°C; in winter, 10–12°C.

Since adequate diet is a necessary condition for successful adaptation of animals, we composed a diet depending on the individual characteristics and needs associated with the development of individuals and their growth. The diet was based on capelin, used during the initial feeding period, with gradual addition of other fish species such as longfin codling, hake, greenling, and herring. As soon as the seals were placed into the quarantine pools, they started to eat from 500 g to 1,000 g of fish per day. By September 2013, the amount of consumed food increased significantly, sometimes reaching 1,500 g. The special vitamin mixture was added daily.

The animals were trained using a conditioned-response method. The establishment of a conditioned-response feedback to the acoustic signal, followed by the food reinforcement, was carried out in the process of feeding. The reaction was expressed as follows: the seals came up to a trainer in response to the signal, waited for their fish, and received it. As soon as the response established, all the animals formed a skill of touching a displayed hand palm (target) with their snout, after that they were trained to press against various rods, made from different materials with a buoy at one end, used as targets. Each required response was reinforced by a signal and a piece of fish. Subsequently, using the target displaying technique, we could make the animal stay in any desired place of the quarantine pool, which was necessary for examination of the seal by the trainer and carrying out veterinary procedures. It should be noted that Baikal seals are very timid and shy (Petrov 2009). The above training process was conducted against the background of their adaptation to various disturbance factors, such as unfamiliar noises and new elements of the environment (props, change of trainer's clothes). The seals received almost all their food only as reinforcement of fulfilling their tasks and the proper behavior, 3–4 times a day with one fasting ("hungry") day a week.

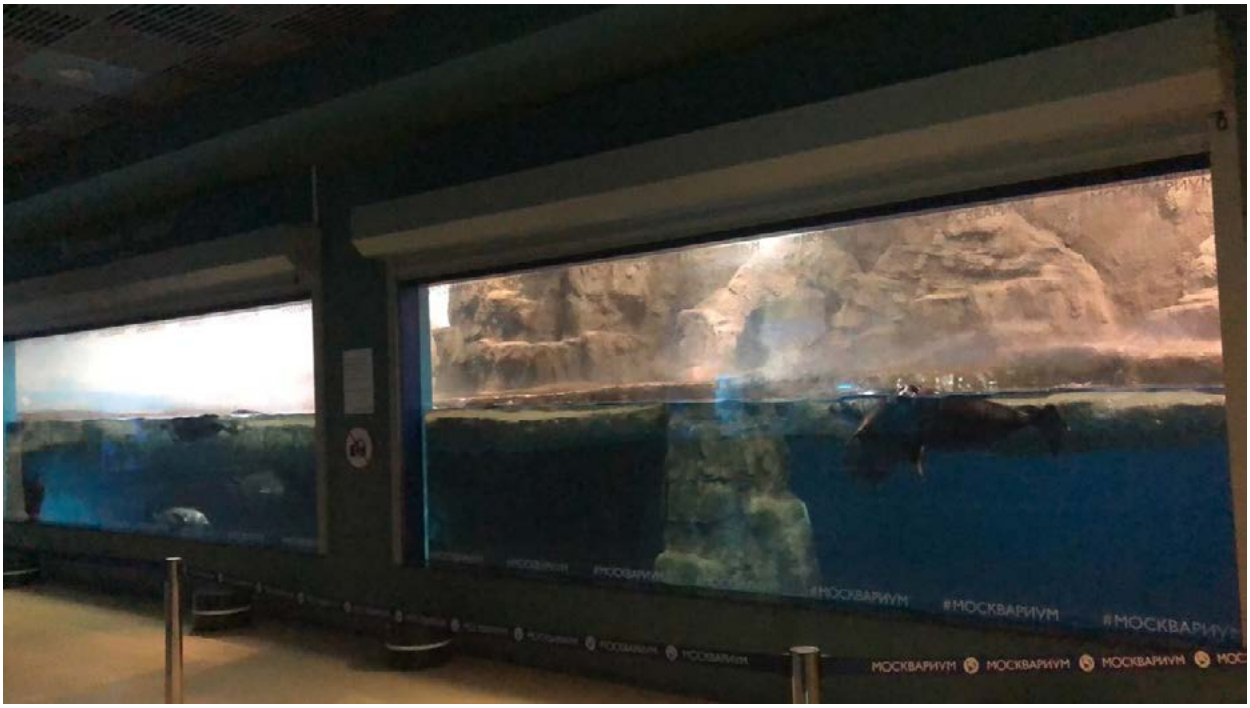


Рис. 1. Экспозиционный вольер байкальских нерп
Fig. 1. Exhibition enclosure for the Baikal seals

тренера). Почти всю пищу нерпы получали только как подкрепление за выполненные задачи и нужное поведение, 3-4 раза в день, с одним разгрузочным (“голодным”) днем в неделю.

По окончании содержания байкальских нерп в карантинном вольере мы могли судить о завершении этапа их адаптации к созданным условиям. Все животные были обучены базовым навыкам дрессировки. Между тренерами и животными были установлены доверительные отношения, выражавшиеся в подходе нерп к появлявшемуся на помосте тренеру и тактильному контакту между человеком и животным. Формирование доверительных отношений потребовало больших усилий со стороны тренеров по сравнению с выработкой у нерп нужных двигательных реакций.

Адаптация к содержанию в “*Москвариуме*”. В мае 2015 г. животные были помещены в основной (экспозиционный) вольер “Москвариума” с бассейном глубиной 1,65 м, объемом воды – 78 м^3, площадью зеркала воды – 34 м^2 и с сухопутной зоной – 17,3 м^2 (Рис. 1). Рядом с основным вольером расположен вольер-изолятор с бассейном глубиной 1,65 м, объемом воды – 35 м^3, площадью зеркала воды – 17,7 м^2 и с сухопутной зоной – 3,2 м^2. Увеличение площади основного вольера предоставило возможность животным проявлять

We could judge the results of the Baikal seals adaptation to the created conditions by the end of their stay in the quarantine pool as complete. All animals had learned the basic training skills. The trainers and the animals established the trusting relationships, manifested as seals’ approaching the trainer after he/she has appeared on the platform and the tactile contacts between the human and the animal. Establishing the trusting relationships took a lot of effort from the trainers, as compared to teaching required locomotor responses in the seals.

Adaptation to keeping in “*Moskvarium*”. In May 2015, the animals were placed in the main (exhibition) enclosure of “Moskvarium”, including a pool with a depth - 1.65 m, water volume - 78 m^3, water surface area - 34 m^2, and dry surface area - 17.3 m^2 (Fig. 1). Next to the main enclosure, there is an isolation enclosure with another pool (depth -1.65 m, water volume -35 m^3, water surface area -17.7 m^2, and dry area -3.2 m^2). The extension of the main enclosure area allowed the animals to demonstrate various forms of behavior. When kept in a group, all seals contacted each other, played, and displayed mating behavior.

Maintaining the required water quality for the animals in the aquarium is one of the main requirements to

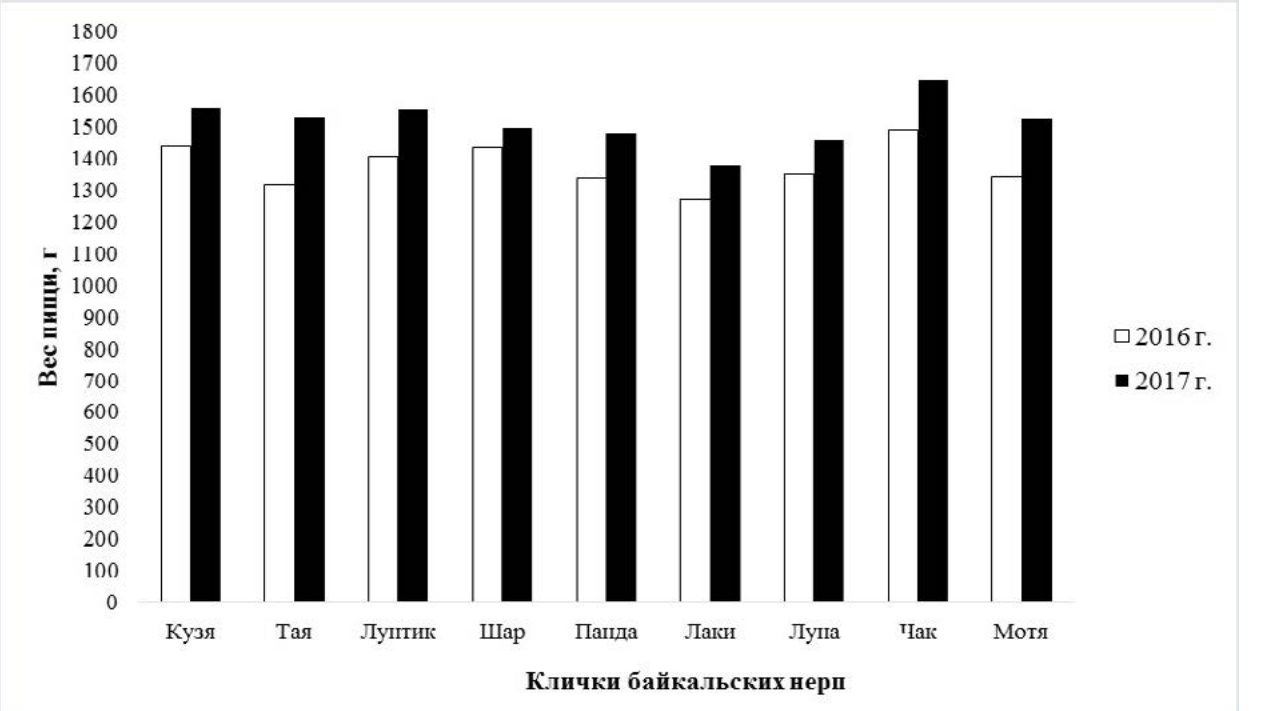


Рис. 2. Среднесуточное потребление пищи байкальскими нерпами в 2016–2017 гг.
Fig. 2. Average daily food consumption by the Baikal seals in 2016–2017.
Вес пищи, г / Food weight, g
Кузя / Kuzya; Тая / Taya; Лунтик / Luntik; Шар / Shar; Панда / Panda; Лаки / Lucky; Луна / Luna; Чак / Chak; Мотя / Motya; Клички Байкальских нерп / Names of the Baikal seals

различные формы поведения. При содержании группой все нерпы контактировали друг с другом, играли, проявляли сексуальную активность.

Поддержание требуемого качества воды при содержании животных в океанариуме – одна из основных задач для обеспечения их здоровья (Журид, Верижникова 2000). Вода озера Байкал уникальна, в ней очень низкое содержание растворенных солей и органических соединений. Водородный показатель (pH) колеблется от 7 до 8,5. Распределение температуры воды по акватории Байкала носит неравномерный характер. Её максимальные значения отмечаются в августе, составляя в открытых районах озера 8-11°C. У берегов она повышается, достигая 15-16°C. Минимальные значения температуры в поверхностном слое обычно наблюдаются в январе и феврале и составляют 0,2-0,5°C (Беркин и др. 2009).

Исходя из природных показателей воды озера Байкал, мы поддерживаем температуру воды в бассейне 9-11°C, pH 7,6-8,0. Температуру воздуха в вольере у помоста – 16-18°C. Учитывая наш предыдущий опыт

support their health (Zhurid, Verizhnikova 2000). The water in Lake Baikal is unique, as it has a very low level of dissolved salts and organic compounds and a pH value ranging between 7 and 8.5. The distribution of water temperature in the waters of Lake Baikal is uneven. The maximum values were recorded in August and reached 8–11°C in the open areas of the lake and 15–16°C near the coast. The minimum temperature values in the surface layer, reaching 0.2–0.5°C, are usually observed in January and February (Berkin et al. 2009).

According to the natural parameters of the water in Lake Baikal, we maintain the water temperature in the pool within a range of 9–11°C, and pH of 7.6–8.0. The air temperature in the enclosure near the platform is 16–18°C. Based on our previous experience of keeping animals in the quarantine pools, we developed a unique filtration system. It consists of an aerating unit, two hydrocyclones, two filters with multimixture (filter filling with unique properties, developed by the specialists of "Moskvarium"), a UV unit, and two filters with AG-3 activated charcoal. The system provides the optimum physicochemical properties of the water.

содержания в карантинных бассейнах, мы разработали уникальную фильтрационную систему. Она состоит из аэрационной установки, двух гидроциклонов, двух фильтров с мультисмесью (разработанная специалистами “Москвариума” фильтровальная засыпка с уникальными свойствами), ультрафиолетовой установки, двух фильтров с углем марки АГ-3. За счет этой системы достигаются оптимальные физико-химические свойства воды.

В ходе проведения исследования ежедневно учитывали вес съеденной каждой особью рыбы. Кормление животных в океанариуме проходит во время тренировок, 4 раза в день, с перерывом в 2-3 ч. У животных поддерживаются ранее сформированные навыки и вырабатываются новые. Каждая тренировка является одновременно и демонстрационной, позволяющей посетителям океанариума наблюдать за подаваемыми тренерами командами и реакциями на них нерп. Животные оказались способны отлично выполнять команды тренера, находящегося не только в помещении вольера, но и в гостевой зоне. Нерпы подплывали к стеклу и следили за жестами тренера.

В конце месяца для каждого животного определялся среднесуточный показатель веса съеденной им рыбы. Аналогичный показатель рассчитывался за год. Нами представлены среднесуточные показатели потребления пищи байкальскими нерпами в 2016-2017 гг., возраст животных – 3 и 4 года (Рис. 2).

Отмеченное на рисунке 2 увеличение веса потребляемой нерпами пищи в период с 2016 по 2017 гг. свидетельствует о возрастании пищевой и рабочей активностей животных. Это связано с успешной адаптацией байкальской нерпы к условиям содержания в экспозиционном вольере “Москвариума”, перевода из условий попарного содержания в условия группового нахождения в вольере и увеличения биологического возраста нерп.

Проведенное исследование позволило разработать и создать необходимые условия содержания уникальных пресноводных тюленей байкальских нерп на всех этапах адаптации к нахождению в искусственной среде. После отлова детенышей байкальских нерп они успешно адаптировались на этапе раскорма и передержки, этапе транспортировки в бассейны карантинного помещения, этапе адаптации к содержанию в бассейнах карантинного помещения и этапе адаптации к нахождению в “Москвариуме”. Животные спокойно воспринимали содержание в различных созданных условиях. Для обеспечения комфортных условий пребывания пресноводных тюленей в “Москвариу-

During the study, we daily measured the weight of the fish eaten by each individual. The animals in the aquarium are fed during the training sessions, four times a day with a break of 2–3 hours. We maintain the skills previously formed in the animals and develop new skills. Each training session is also a show, allowing visitors of the aquarium to see the commands given by the trainers and seals’ responses to them. The animals proved to be able to perfectly fulfill the trainer’s commands, when he/she was staying not in the main enclosure, but in the visitors’ area. The seals swam up close to the glass and watched the trainer’s gestures.

By the end of each month, we determined the daily average weight of fish eaten by each animal. This parameter was also calculated for a year. In Fig. 2, we present the average daily food consumption by the Baikal seals 3 and 4 years old, in 2016–2017. It shows the increase in the weight of consumed food during the period from 2016 to 2017, which is indicative of the growing feeding and working activities of the animals. This is due to the successful adaptation of the Baikal seals to the “Moskvarium” exhibition enclosure, the change from staying in pairs to being in a group, and the increase in the biological age of the seals.

The conducted study allowed us to create and maintain the necessary conditions for keeping the unique freshwater Baikal seals at all the stages of their adaptation to the captive environment. The Baikal seal pups adapted successfully during the initial feeding and first stages of captivity, the transportation, and during their stay in the quarantine pools followed by the “Moskvarium” enclosure. The animals looked comfortable under different conditions created. To ensure healthy conditions for keeping freshwater seals in “Moskvarium”, a unique filtration system has been developed, which optimizes the physicochemical properties of water similar to the natural characteristics of the water in Lake Baikal. We managed to compose an adequate diet for the Baikal seals since the age of 2 months and showed the successful adaptation of these animals to feed on marine fish (which is not typical for them) in a short period of time. After their transfer from the quarantine pool and while being in pairs in the exhibition enclosure of “Moskvarium”, the seals retained all their developed skills and the trusting relationships with the trainers. Furthermore, the change from keeping animals in pairs to being in one group made it possible to increase their feeding and working activities. The obtained results show that

ме'' была разработана уникальная фильтрационная система, за счет которой достигаются оптимальные физико-химические свойства воды, приближающиеся по своим характеристикам к показателям воды озера Байкал. Удалось составить рацион питания байкальских нерп начиная с двухмесячного возраста и показать успешную адаптацию этих животных за короткий срок к питанию не свойственной им морской рыбой. После перевода из карантинного помещения и попарного содержания в экспозиционный вольер "Москвариума" у нерп сохранились все выработанные навыки, доверительные отношения с тренерами и было показано, что переход от попарного содержания к групповому способствовал возрастанию их пищевой и рабочей активностей. Представленные полученные результаты показывают, что эти животные, считавшиеся осторожными и пугливыми, легко обучаются, но требуются усилия при формировании доверительных отношений с человеком.

these animals, which were previously considered as very shy and timid, can be easily trained, but they require more efforts to form trusting relationships with a human.

Список использованных источников / References

Беркин Н.С., Макаров А.А., Русинек О.Т. 2009. Байкаловедение. Иркутск: Иркутский государственный университет, 291 стр. [Birkin N.S., Makarov A.A., Rusinek O.T. 2009. Baikal studies. Irkutsk: Irkutsk. Gos. Univ., 291 p. IN RUSSIAN].

Близнюк Я.И. 1978. Особенности образования сложного навыка у дельфинов и тюленей. В: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, М.: ВНИРО, с. 99-102 [Bliznyuk Ya.I. 1978. Formation of complex skills in dolphins and seals. In: All-Russian Research Institute of Fishery and Oceanography, M.: VNIRO, 99-102 p. IN RUSSIAN].

Дуров В.Л. 1924. Дрессировка животных. Москва: Универсальное издательство, 529 стр. [Durov V.L. 1924. Animal training. M.: Universal'noye Izd., 529 p. IN RUSSIAN].

Журид Б.А., Верижникова С.А. 2000. Кормление морских млекопитающих в океанариуме. Севастополь: Аквамарин, 368 стр. [Zhurid B.A., Verizhnikova S.A. 2000. Feeding marine mammals in the aquarium. Sevastopol: Akvamarin, 368 p. IN RUSSIAN].

Зорина З.А, Полетаева И.И. 2010. Зоопсихология. Элементарное мышление животных. Москва: Аспект-Пресс, 248 стр. [Zorina Z.A., Poletaeva I.I. 2010. Zoopsychology. Basic thinking of animals. M.: Aspect-Press, 248 p. IN RUSSIAN].

Лилли Дж. 1965. Человек и дельфин. Москва: МИР, 162 стр. [Lilly J. 1965. Man and dolphin. M.: Mir, 162 p. IN RUSSIAN].

Матишов Г.Г., Войнов В.Б., Михайлюк А.Л. 2015. Руководство по подготовке морских млекопитающих в составе биотехнических систем в Арктике. Ростов-на-Дону: Южный научный центр РАН, 212 стр. [Matishov G.G., Voinov V.B., Mikhailuk A.L. 2015. Guidelines for the training of marine mammals as part of the biotechnical systems in the Arctic. Rostov-On-Don: Yuzhn. Nauchn. Tsentr RAN, 212 p. IN RUSSIAN].

Пастухов В.В. 2014. Адаптация детенышей байкальской нерпы к содержанию в искусственных условиях. В: Развитие жизни в процессе абиотических изменений на земле. Сб. тр. III всерос. науч.-практ. конф., М.: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Байкальский музей Иркутского научного центра СО РАН», 357-363. [Pastukhov V.V. 2014. Adaptation of the Baikal seal pups to the captive conditions. In: Life development in the abiotic changes on Earth. Proc. III All-Russ. sci. pract. conf. M.: Baikal. Muzei, Irkutsk. Nauchn. Tsentr, SO RAN: 357-363. IN RUSSIAN].

Петров Е.А. 2009. Байкальская нерпа. Улан-Удэ: ЭКОС, 176 стр. [Petrov E.A. 2009. Baikal seals. Ulan-Ude: EKOS, 176 p. IN RUSSIAN].

Стародубцев Ю.Д., Баранов Е.А., Надолишняя А.П., Шамрова Е.О. 2012. Обобщение по относительному признаку “средний” у байкальской нерпы (*Pusa sibirica* Gm). В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр. VII междунар. конф., М.: СММ, 2: 272–278 [Starodubtsev Yu.D., Baranov E.A., Nadolishnyaya A.P., Shamrova E.O. 2012. Generalization by a relative characteristic of “middle” by Baikal seals (*Pusa sibirica* Gm). In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of research papers. Collection of works of the VIIth Intl. conf., M.: MMC, 2: 272-278 p.].

Титова О.В. [1,2], Филатова О.А. [3], Федутин И.Д. [1,3], Кринова Л.С. [4], Бурдин А.М. [1], Хойт Э. [5]

Предварительная оценка численности локальных скоплений горбатых китов (*Megaptera novaeangliae*) в двух нагульных районах Чукотки в августе 2017 года

1. Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Петропавловск-Камчатский, Россия
2. Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия
3. Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия
4. Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия
5. Общество охраны китов и дельфинов, Вилтшир, Великобритания

Titova O.V. [1,2], Filatova O.A. [3], Fedutin I.D. [1,3], Krinova L.S. [4], Burdin A.M. [1], Hoyt E. [5]

Preliminary estimates of the abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in their two local feeding aggregations off Chukotka in August 2017

1. Kamchatka branch of the Pacific Geographical Institute, Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia
2. A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
3. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Moscow, Russia
4. Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia
5. Whale and Dolphin Conservation (WDC), Wiltshire, UK
DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-317-321

Популяции горбатых китов на Дальнем Востоке России были сильно подорваны коммерческим китобойным промыслом в 1930-е – 1960-е годы. После введения моратория на промысел в 1986 году отмечается повышение их численности на всех участках ареала. Повышение относительной численности горбачей в ряду лет для нагульных районов Чукотки было отмечено с 2010 года, по наблюдениям с привлечением местных зверобойных бригад (Мельников 2014), однако абсолютных подсчетов не проводилось с 2005 года. В 2005 году в ходе рейса, организованного в ходе проекта SPLASH (Structure of Populations, Levels of Abundance and Status of Humpbacks), на Чукотке было идентифи-

Humpback whale population in the Russian Far East was severely depleted by commercial whaling during a period from 1930s through 1960s. After the adoption of the Moratorium on commercial whaling in 1986, the abundance of humpback whales increased all over their range. The relative humpback whale abundance at the feeding grounds off Chukotka has also grown since 2010 according to observations involving local animal brigades (Melnikov 2014), but no direct counts have been conducted since 2005. In 2005, only 27 individuals were identified in the waters off Chukotka during the vessel-based survey under the Structure of Populations, Levels of Abundance and Status of

цировано 27 горбатых китов (Calambokidis et al. 2008). Эти данные попали в общую оценку численности для всех нагульных районов северной части Тихого океана, которая составила 19056 особей (Calambokidis et al. 2008), а также в оценку для всей Северной Пацифики, сделанную Барлоу позднее по тем же данным (Barlow et al. 2013). Оценка численности всей популяции, сделанная Барлоу, составила 21063 особи. Также в работе по программе SPLASH численность всех нагульных районов Российских вод была оценена в 100-700 особей, но по отдельности известные на тот момент районы внутри Российского сектора рассмотрены не были из-за недостаточного размера выборки. Известно, что разные нагульные скопления могут быть образованы китами из разных районов размножения (Calambokidis et al. 2008, Titova et al. 2017). Поэтому для решения задач мониторинга и сохранения экосистем важно оценивать численность разных скоплений по отдельности.

В августе-сентябре 2017 года впервые было собрано достаточно индивидуальных фотографий для определения численности горбатых китов в заливе Креста (Анадырский залив) и проливе Сенявина (северо-восточное побережье Чукотки, Провиденский район). Выходы в море совершались с небольших лодок ежедневно при наличии хорошей погоды. Мы применяли стандартную методику фотоидентификации животных по окраске нижней поверхности хвостовых лопастей. Численность скоплений мы определяли методом регистрации повторных встреч идентифицированных особей (capture-recapture). Фотографии китов, отснятых за каждый день, мы сравнивали с китами, снятыми в предыдущие дни. По результатам сезона для каждого кита мы составляли ежедневную историю присутствия или отсутствия в выборке. Длина сезона в заливе Креста составила 10 дней, в проливе Сенявина – 19 дней. Для каждой выборки мы строили серию имитационных математических моделей, на которых исследуется поведение переменной численности популяции в зависимости от вариаций вводимых параметров, таких как вероятность встречи животных, вероятность ухода животных с исследуемой территории или подхода новых, не отмечавшихся ранее. Для правильного выбора модели для расчета численности этим методом необходимо знать, насколько стабильна популяция на протяжении периода сбора данных. То есть является ли популяция открытой, то есть животные уходят из исследуемого региона и приходят новые, или закрытой – животные не покидают район. Здесь, применительно к кратковременным наблюдениям за временным скоплением животных, мы не можем рассматривать действительное влияние факторов рождаемости и смертности. Однако также мы не можем исключить возможности живот-

Humpbacks (SPLASH) program (Calambokidis et al. 2008). These data were included in the total estimate for all feeding grounds in the North Pacific (19,056 individuals) obtained within the framework of the SPLASH program (Calambokidis et al. 2008), as well as in the assessment for the entire North Pacific made later by Barlow who used the same data (21,063 whales) (Barlow et al. 2013). In the SPLASH study, the abundance of whales from Russian waters was estimated ranging at 100–700 individuals. All Russian waters (despite a range of known separate areas of summer feeding) were considered as a one region because of the insufficient sample size. It is known, that different feeding groups can be formed by whales coming from different breeding grounds (Calambokidis et al. 2008; Titova et al. 2018). Therefore, it is important for monitoring and conservation purposes to estimate sizes of different aggregations separately.

In August–September 2017, we for the first time took enough individual photographs to determine the number of humpback whales in Kresta Bay (Gulf of Anadyr) and Senyavin Strait (northeastern coast of Chukotka, Providensky District). Small boat surveys were conducted daily, weather permitting. We used the standard method of photo-identification by the color pattern on the ventral surface of the tail flukes. An abundance was estimated by the capture-recapture method. Individual photographs of the whales taken on each day were compared with those from previous days. By analyzing the results of the season, we compiled a daily history of presence or absence in the sample for each individual. The study period in Kresta Bay lasted 10 days; in the Senyavin Strait, 19 days. For each study area, we built a series of mathematical simulation models to assess the population size depending on variations in the input parameters, such as the probability of encountering whales, the probability of whales' leaving the study area, and the probability of arrival of new whales that were not previously noted. To select a relevant model for calculating their abundance, it is necessary to determine how stable the population is during the data collection period: if whales can leave the study area during this period, the population is considered as open; if whales remain in the area, the population is closed. Here, due to the short term of observations on the temporary aggregations of whales, we cannot take into account the actual influence of the birth and mortality. However, we cannot also exclude the probability that animals could leave the study area and also could arrive during the observation period. In order to determine the stability of the aggregations, we carried out a preliminary study of the samples for the

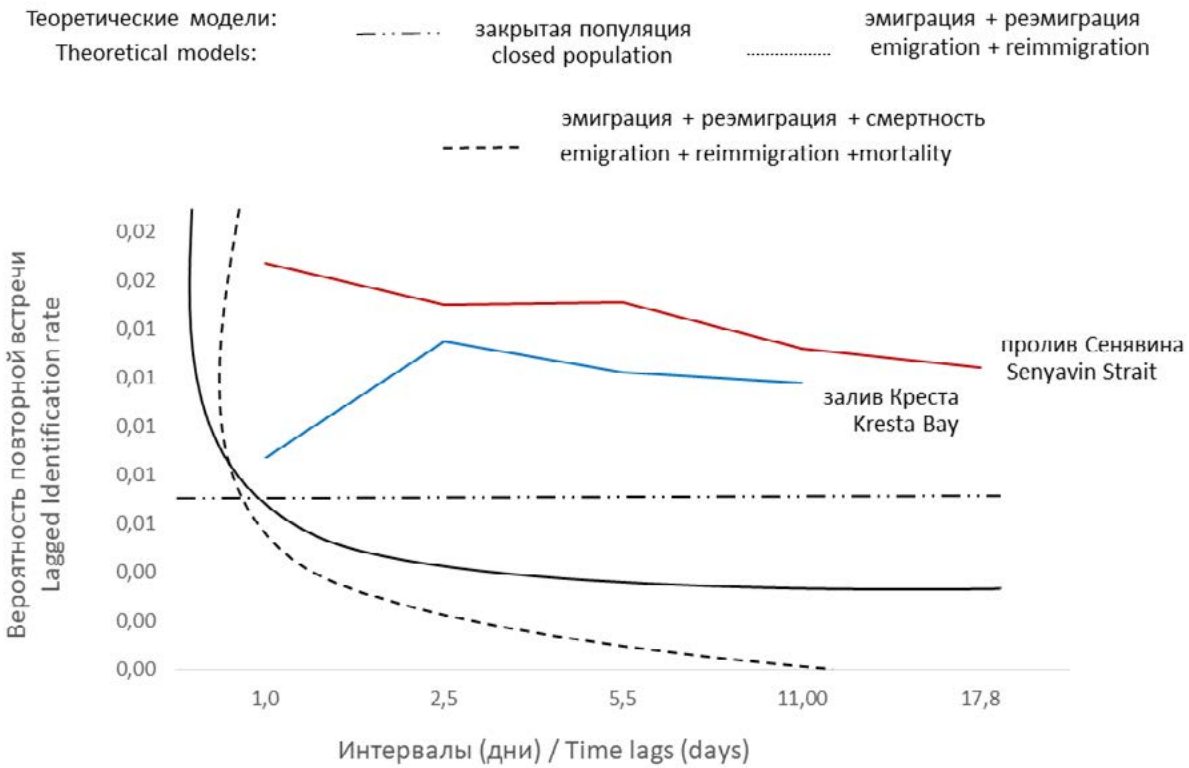


Рисунок 1. Зависимость вероятности повторной встречи от временного интервала между встречами (Lagged Identification Rate) для выборок из залива Креста и пролива Сенявина. Черным цветом показаны линии теоретических распределений, соответствующих моделям закрытой популяции и двум вариантам моделей открытой популяции.

Figure 1. The Lagged Identification Rate for samples from the Kresta Gulf and Senyavin Strait. The lines of theoretical distributions corresponding to closed population model and to two open population models are shown in black.

ных покидать исследуемый район и приходить в него из соседних районов в течение периода наблюдений. Для того чтобы определить стабильность скоплений в нашем случае, мы провели предварительное исследование выборок на зависимость вероятности повторной встречи каждого животного от временного интервала между встречами – Lagged Identification Rate (Whitehead 2009). Модели стабильности популяций мы строили в программе SOCPROG 2.6 (Whitehead 2009). Распределения вероятностей показаны на рисунке 1.

По результатам предварительного исследования, для расчета численности в заливе Креста была выбрана модель для закрытой популяции. Мы построили пять вариантов модели с разными сочетаниями параметров неоднородностей данных, таких как вероятность первой встречи китов и вероятность повторной встречи китов. Из этих вариантов мы выбрали самую подходящую модель по минимальному критерию Акаике (AIC). Самой подходящей оказалась модель Closed Mth, в которой вероятность первой встречи изменяется

relationship of the recapture probability for each whale with the time interval between capture events, referred to as the Lagged Identification Rate (Whitehead 2009). We run the models of population stability using the SOCPROG 2.6 program (Whitehead 2009). The results are shown in Figure 1.

Based on the results of the preliminary study, we selected a model for a closed population to calculate the abundance of whales in Kresta Bay. We built five variants of the model with different combinations of parameters for heterogeneity of data, such as the probability of first encounter with whales and the probability of whales' recapture. Among these variants, we chose the best fitted model by the lowest Akaike Information Criterion (AIC). Closed Mth proved to be the best fitted model, in which the probability of the first encounter varies with time and depends on the individual characteristics of the whale (Otis et al. 1978). It provided an estimated value of 95 individuals (95% CI 88–109).

Таблица 1. Сводка по параметрам выборок, вариантам моделей и расчету численности в заливе Креста и проливе Сенявина
Table 1. Summary of sample parameters, model variants and results for abundance in the Kresta Gulf and Senyavin Strait

Район Region	Количество дней работы Days with whales	Количество китов идентифицировано ID number	Стабильность популяции Population stability	Использованная модель Best model	Численность Abundance	95% ДИ CI 95%
Залив Креста Kresta Gulf	10	83	Закрытая популяция Closed population	Closed Mth2	95	88 - 109
Пролив Сенявина Senyavin Strait	19	83	Эмиграция-ремиграция Emigration-reimmigration	Jolly-Seber Phi(t) p(.)pent(t)	85	83 - 92

со временем и зависит от индивидуальных особенностей животного (Otis et al. 1978). Расчет по этой модели составил 94,97597(95% ДИ 88,50598 - 109,0487) особей.

Численность скопления в проливе Сенявина мы определяли с помощью модели Джоли-Себера (Jolly-Seber) для открытых популяций (Jolly 1965, Seber 1965). Мы выбирали самую подходящую модель среди шести вариантов с разными сочетаниями параметров, влияющих на неоднородность выборки – вероятности первой встречи, повторной встречи, подхода новых животных. Самой подходящей на основе минимального AIC оказалась модель POPAN – Phi(t)p(.)pent(t) – то есть модель с постоянной вероятностью первой встречи и зависимыми от времени вероятностями прихода и ухода животных. Численность, рассчитанная по этой модели для пролива Сенявина, оказалась равной 85,13 (95% ДИ 83,48 - 92,53) особей. Моделирование для расчета численностей мы проводили в пакете RMark для среды статистической обработки данных R 3.3.2 (R Development Core Team 2008).

Распределение горбатых китов в районах летнего нагула может отражать как общепопуляционные демографические тенденции, так и особенности распределения и концентрации их добычи. Здесь мы оценили два ранее неисследованных нагульных скопления горбатых китов у Чукотки. Мы можем заключить, что в августе 2017 года скопление в заливе Креста (Анадырский залив) было более стабильным по сравнению с агрегацией в проливе Сенявина (северо-восточное побережье Чукотки). Акватория залива Креста в течение исследо-

The abundance in the Senyavin Strait was determined using the open population Jolly–Seber model (Jolly 1965; Seber 1965). We chose the best model among six variants with different combinations of parameters that influence the heterogeneity of the sample: the probability of a first encounter, the recapture probability, and the probability of new whales arrival in the aggregation. The best fitted model, based on the minimal AIC, was POPAN-phi(t)p(.)pent (t), a model with a constant probability of the first encounter and time-dependent probabilities of arrival and departure of whales. Humpback whale abundance in the Senyavin Strait using this model was estimated at 85 individuals (95% CI 83–92). The models for an abundance estimates were built in the RMark package for the R 3.3.2 statistical processing environment (R Development Core Team 2008).

The distribution pattern of humpback whales at their summer feeding grounds may indicate both general population trends and the distribution and concentration of their prey. Here we cover two humpback whales' feeding aggregations off Chukotka that were poorly studied before. We can conclude that in August 2017 the feeding aggregation in Kresta Bay was more stable compared to that in Senyavin Strait. The waters of Kresta Bay during the study period provided feeding conditions for slightly higher number of animals than in Senyavin Strait. Further monitoring at both grounds can reveal the long-term dynamics of these feeding aggregations.

ванного периода создавала условия для кормления немного большего количества животных, чем акватория пролива Сенявина. Дальнейший мониторинг в обоих районах может выявить долгосрочную динамику этих нагульных скоплений.

Список использованных источников / References

Мельников В.В. 2014. Китообразные (Cetacea) тихоокеанского сектора Арктики: история промысла, современное распределение, миграции, численность. Владивосток: Дальнаука, 204-232. [Melnikov V.V. 2014. Cetaceans (Cetacea) of the Pacific sector of the Arctic: The history of harvesting, current distribution, migration, abundance. Vladivostok: Dal'nauka, 232 p. IN RUSSIAN].

Barlow J., Calambokidis J., Falcone E. A., Baker C. S., Burdin A. M., Clapham P. J., ... & Quinn T. J. 2011. Humpback whale abundance in the North Pacific estimated by photographic capture-recapture with bias correction from simulation studies. Marine Mammal Science 27: 793-818.

Calambokidis J., Steiger G. H., Straley J. M., Herman L. M., Cerchio S., Salden D. R., Urban-R J., Jacobsen J. K., von Ziegesar O., Balcomb K. C., Gabriele C. M., Dahlheim M. E., Uchida S., Ellis G., Miyamura Y., Ladron de Guevara-P. P., Yamaguchi M., Sata F., Mizroch S. A., Schlender L., Rasmussen K., Barlow J. and Quinn II T. J. 2001. Movements and population structure of humpback whales in the North Pacific. Marine Mammal Science 17:769–974.

Calambokidis J., Falcone E. A., Quinn T. J., Burdin A. M., Clapham P. J., Ford J. K. B., Gabriele C. M., LeDuc R., Mattila D., Rojas-Bracho L., Straley J. M., Taylor B. L., Urban-R J., Weller D., Witteveen B. H., Wynne K., Yamaguchi M., Bendlin A., Camacho D., Flynn K., Havron A., Huggins J. and Maloney N. 2008. SPLASH: Structure of populations, levels of abundance and status of humpback whales in the North Pacific. Final report for Contract AB133F-03-RP-00078. 57 p.

Jolly G.M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration - Stochastic model. Biometrika 52: 225-247.

Otis D. L., Burnham K. P., White G.C., Anderson D. R. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. Wildlife Monographs, 62.

R Development Core Team. 2008. R: A language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

Seber G.A. F. 1965. A note on the multiple recapture census. Biometrika 52: 249-259.

Titova O. V., O. A. Filatova, I. D. Fedutin, E. N. Ovsyanikova, H. Okabe, N. Kobayashi, J. M. Acebes, A. M. Burdin, and E. Hoyt. 2018. Photo-identification matches of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) from feeding areas in russian far east seas and breeding grounds in the north pacific. Marine Mammal Science, 34: 100-112.

Whitehead H. 2009. SOCPROG programs: analyzing animal social structures. Behavioral Ecology and Sociobiology 63: 765–778.

Титова О.В. [1,2], Филатова О.А. [3], Федутин И.Д. [1,3], Кринова Л.С. [4], Бурдин А.М. [1], Хойт Э. [5]

Перемещения горбатых китов (*Megaptera novaeangliae*) между нагульными скоплениями дальневосточных морей России и миграционные связи с местами размножения

1. Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Петропавловск-Камчатский, Россия
2. Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия
3. Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия
4. Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия
5. Общество охраны китов и дельфинов, Вилтшир, Великобритания

Titova O.V. [1,2], Filatova O.A. [3], Fedutin I.D. [1,3], Krinova L.S. [4], Burdin A.M. [1], Hoyt E. [5]

Movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) between feeding aggregations in the Far Eastern seas and the migration links with breeding grounds

1. Kamchatka branch of the Pacific Geographical Institute, Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia
2. A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
3. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Moscow, Russia
4. Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia
5. Whale and Dolphin Conservation (WDC), Wiltshire, UK
DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-322-328

Ареал горбатого кита (*Megaptera novaeangliae*) представляет собой ряд районов размножения в тропических и субтропических водах, связанных миграционными путями со множеством более мелких районов нагула у побережий умеренного пояса и высоких широт. В предыдущих работах было выяснено, что в водах Дальнего Востока России нагуливаются киты почти всех известных районов размножения северной части Тихого океана (Calambokidis et al. 2008, Burdin 2010, Titova et al. 2018). Наибольшее число миграционных связей прослеживается с Окинаво-Филиппинским районом размножения, в меньшей степени встречаются животные, размножающиеся на Гавайях, также отмечаются встречи китов из Мексиканского района размножения. Наличие в наших водах животных, встреченных ранее на архипелаге Огасавара, Япония, а также наличие значительного числа животных, не отмеченных ни на одном из мест размножения, говорит о том, что Дальний Восток России посещается также китами из так называемого второго Западно-Тихоокеанского района размножения, точное место расположения которого до сих пор неизвестно (Calambokidis et al. 2008, Bettridge et al. 2015). Состав мигрантов из разных мест размножения различается на местах нагула. Так, среди китов в нагульном скоплении

The distribution range of the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) is considered as a series of breeding grounds in tropical and subtropical waters, connected by migration routes with numerous smaller feeding grounds located near coasts in temperate and high latitudes. Previous studies found that the waters of the Russian Far East are used by whales during a feeding season from almost all breeding grounds known for the North Pacific (Calambokidis et al. 2008, Burdin 2010, Titova et al. 2018). The region has largest number of migration links with the Okinawa-Philippine breeding ground; animals breeding in Hawaii occur here to a lesser extent, and whales from the Mexican breeding ground are also observed sometimes. The presence of animals identified in the Ogasawara Archipelago (Japan) as well as a significant number of animals not matched to any other breeding ground, indicates that the Russian Far East is also visited by whales from the second west Pacific breeding ground, the exact location of which is still unknown (Calambokidis et al. 2008, Bettridge et al. 2015). The composition of migrants from different breeding grounds varies between the feeding grounds. Thus, among the whales of the feeding aggregation in the Karaginsky Gulf, only whales from Japan and the

Карагинского залива были обнаружены только киты из районов Японии и Филиппинских островов, в Анадырском заливе – из Японии и Гавайев, а на Командорах – из всех мест размножения. Это говорит о том, что разные субпопуляции в разной степени перекрываются на местах нагула (Calambokidis et al 2008, Titova et al 2018).

Повторные встречи китов в районах нагула западного побережья США показали высокую степень привязанности животных к одним и тем же участкам акватории, тогда как повторные встречи на различных участках как внутри сезона, так и в разные сезоны были единичны (Calambokidis et al. 2008). Предполагается, что нагульные районы горбатых китов в значительной мере изолированы друг от друга. До сих пор проблема взаимосвязи разных нагульных скоплений на Дальнем Востоке России не была рассмотрена. Данные по идентификациям горбачей в российских водах впервые были освещены в рамках масштабного проекта по изучению популяционной структуры горбачей Северной Пацифики SPLASH (Structure of Populations, Levels of Abundance and Status of Humpback whales), однако из-за небольшого размера выборки (212 идентифицированных особей) повторных встреч на разных нагульных скоплениях в 2004-2005 годах не было обнаружено.

В этой работе мы приводим результаты сравнения между собой 1929 индивидуальных фотографий горбачей, собранных в девяти районах Дальнего Востока России в 2004-2017 годах, а также приводим обновлённые результаты их сравнения с каталогами из мест размножения.

После завершения работ по программе SPLASH в 2006 году география встреч горбатых китов в Российских водах была значительно расширена, а количество идентификаций животных к настоящему моменту составило 1895 особей. Описание районов исследований, а также количество китов, идентифицированных в каждом, приведены в таблице 1.

В 2014 году мы провели сравнение известных на тот момент 1459 особей из восьми районов Дальнего Востока России с каталогами из мест размножения, выявившее 152 совпадения (Titova et al. 2018). Позднее для новых 436 животных, идентифицированных в 2015-2017 годах, повторно было проведено сравнение с китами из мест размножения, идентифицированными в ходе работы по проекту SPLASH (Calambokidis et al. 2008, http://www.splashcatalog.org). Новое сравнение выявило дополнительно 24 совпадения. В том числе с выборкой из нового, не исследованного ранее, района – пролива Сенявина, восточная Чукотка (Таблица 1).

Philippine Islands were found; in the Gulf of Anadyr, whales from Japan and Hawaii; in the waters off the Commander Islands, animals from all breeding grounds. This indicates that different subpopulations overlap to various degrees at the feeding grounds studied (Calambokidis et al. 2008, Titova et al. 2018).

The high rate of recapture of individual whales at the same feeding grounds off the western USA coast showed their high fidelity to certain areas, while matches (of the same whale) at different grounds, both within a season and between seasons, were sporadic (Calambokidis et al. 2008). It is assumed that feeding grounds of humpback whales are relatively isolated from each other. To date, the issue of relationships between different feeding aggregations in the Russian Far East has not been resolved. Photo-ID data on humpbacks whales in Russian waters were first obtained within a framework of a large-scale project for the study of the humpback population structure in the North Pacific, called Structure of Populations, Levels of Abundance and Status of Humpback Whales (SPLASH). Unfortunately, due to the small sample size (212 individual whales identified), no resightings were found between different feeding aggregations in 2004–2005.

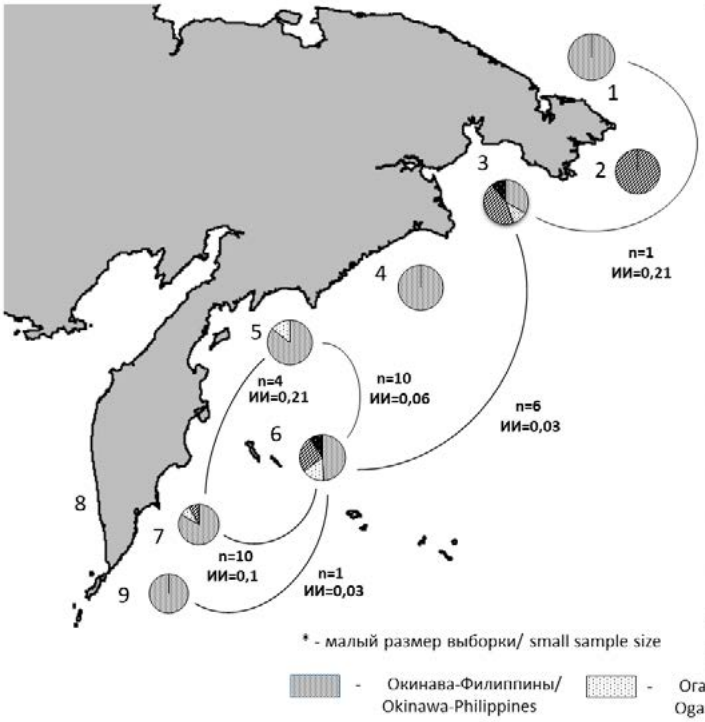
Here we provide the results of photographs comparison of 1,929 individual humpback whales collected from nine regions of the Russian Far East in 2004–2017, and also the updated matching results with the photo-catalogs from the breeding grounds.

After the SPLASH program was completed in 2006, the geography of humpback whale sightings in Russian waters has significantly expanded, and to date the number of identified animals has increased to 1,895. The description of the study regions, as well as the numbers of whales identified in each of them, is given in Table 1.

In 2014, we compared 1,459 known individuals from eight regions of the Russian Far East with the photo-catalogs from the breeding grounds, which resulted in a total of 152 matches (Titova et al. 2018). Subsequently, we compared the new 436 animals identified in 2015–2017 with the whales known from the breeding grounds under the SPLASH project (Calambokidis et al. 2008, http://www.splashcatalog.org). The new comparison revealed another 24 matches, including those with individuals from a new region, the Senyavin Strait (Eastern Chukotka), which had not been previously studied (Table 1).

Таблица 1. Описание районов встреч китов и их связей с районами размножения.
Table1. Description of study areas and their migratory connections with the breeding grounds.
* - малый размер выборки/ small sample size

Номер на карте (Рис1) Number on the map (Fig1)	Название района Region name	Описание районов Region description	**Количество идентифицированых горбачей Whales identified**	Районы размножения/ Breeding areas					
				Окинава-Филиппины/ Oknawa-Philippines	Огасавара/ Ogasawara	Гавайи/ Hawaii	Мексика/ Mexico	всего связей/ matches total	Доля китов, совпавших с каталогами из мест размножения (%) Percentage of matched whales (%)
1	Чукотское море/ Chukchi Sea	Прибрежная зона у пос: Ванкарем, Нешкан, Уэлен; Колючинская губа, Берингов пролив/ The coastal area near Vankarem, Neshkan, Uelen; Koluchin Gulf, Bering Strait	**34**	1	-	-	-	1	2,9
2	Восточная Чукотка/ Eastern Chukotka	Пролив Сенявина, бухта Ткачен/Senyavin Strait, Tkachen Bay	**92**	-	-	3	-	3	3,3
3	Анадырский залив/ Gulf of Anadyr	Залив Креста, другие районы Анадырского залива/ Kresta Gulf and other parts of the Gulf of Anadyr	**140**	3	1	4	1	9	6,4
4	Корякский берег/ Koryak Coast	Побережье от мыса Олюторский до мыса Наварин/ Coastal areas from Olutorsky Cape to Navarin Cape	**4**	2	-	-	-	2	50*
5	Карагинский залив/ Karaginsky Gulf	Карагинский залив, Олюторский залив, Озерной залив/ Karaginsky Gulf, Olutorsky Gulf, Ozernoy Gulf	**111**	30	5	-	-	35	31,5
6	Командорские острова/ Commander Islands	Юго-западное побережье острова Беринга/ South-West of the Bering Island	**1450**	68	22	35	13	141	9,7
7	Восточная Камчатка Eastern Kamchatka	Камчатский залив, Кроноцкий залив, мыс Козлова, Авачинский залив, мыс Пиратков, мыс Полосатый/ Kamchatsky Gulf, Kozlova Cape, Avacha Gulf, Piratkov Cape, Polosatiy Cape	**72**	10	1	1	-	12	16,7
8	Западная Камчатка/ Western Kamchatka	Залив Камбальный, другие районы Западной Камчатки/ Kambalniy Gulf, other parts of the Western Kamchatka	**6**	-	-	-	-	0	0
9	Северные Курилы/ Northern Kurils	Остров Шумшу, остров Парамушир/ Shumshu Island, Paramushir Island	**20**	2	-	-	-	2	10



номер на карте/ number on the map	название района/ region name	количество идентифицированных горбачей/ whales identified	доля китов отмеченных на местах размножения (%)/matches with breeding grounds (%)
1	Чукотское море/ Chukchi Sea	34	2,9
2	Восточная Чукотка/ Eastern Chukotka	92	3,3
3	Анадырский залив/ Gulf of Anadyr	140	6,4
4	Корякский берег/ Koryak coast	4	50*
5	Карагинский залив/ Karaginsky Gulf	111	31,5
6	Командорские острова/ Commander Islands	1450	9,7
7	Восточная Камчатка/ Eastern Kamchatka	72	16,7
8	Западная Камчатка/ Western Kamchatka	6	33,3*
9	Северные Курилы/ Northern Kurils	20	10

n – Количество пересечений / number of matches

ИИ – индекс идентификации/ identification index

Рисунок 1. Схема перемещений горбатых китов между различными нагульными скоплениями Дальнего Востока России по данным за 2004-2017 годы. Диаграммы показывают доли китов, отмечавшихся в разных районах размножения

Figure 1. The map of the humpback whales interchange between different feeding aggregations in the Russian Far East in 2004-2017. The pie-charts show the ratio of the whales matched to each of the breeding grounds

Доля китов, отмеченных в районах размножения, составила в среднем 10%, с максимальным показателем в 31% для Карагинского залива. Среди китов, совпавших с каталогами из районов размножения, везде, кроме Восточной Чукотки и Анадырского залива, преобладают представители Окинаво-Филиппинской субпопуляции. В проливе Сенявина (Восточная Чукотка) и в Анадырском заливе оказалось больше китов, размножающихся на Гавайях. В Анадырском заливе и на Командорских островах обнаружены киты из всех районов размножения Северной части Тихого Океана, кроме Центрально-американского (Рисунок 1).

Доля китов, совпавших между различными районами внутри Дальнего Востока, составила в среднем всего 4,5%, с максимальными показателями 13,8% для восточной Камчатки и 12,6% для Карагинского залива (Таблица 2). Так как потенциальное количество пересечений между районами зависит от количества особей, идентифицированных в каждом, мы рассчитали индекс идентификации (ИИ) для каждой пары сравниваемых районов (Calambokidis, 1997). Он позволяет оценивать

The proportion of whales matched to the breeding grounds averaged at 10%, with a maximum of 31% for Karaginsky Gulf. Among these whales, individuals of the Okinawa-Philippine subpopulation dominated in most of the study regions, except for Eastern Chukotka and the Gulf of Anadyr. In the Senyavin Strait and in the Gulf of Anadyr, large portion of matches were to whales coming from Hawaii. In the Gulf of Anadyr and off the Commander Islands, whales from all breeding grounds of the North Pacific (except the Central America) were found (Fig. 1).

The percentage of whales that was matched between different regions within the Russian Far East averaged only at 4.5%, with a maximum of 13.8% for eastern Kamchatka and 12.6% for Karaginsky Gulf (Table 2). Since the potential number of matches between regions depends on the number of individuals identified in each of them, we calculated the Identification Index for each pair of regions being compared (Calambokidis, 1997). It allows estimation of the number of animals that have moved

Таблица 2. Количество внутренних связей для каждого района и доли китов, совпавшие с другими районами.
Table 2. The number of internal matches and percentage of matched whales for each region.

Номер на карте (Рис1) Number on the map (Fig1)	Название района Region name	Количество идентифицированых горбачей Whales identified	Количество связей с другими районами Дальнего Востока Number of matches with othef regions of the Russian Far East	Доля китов, совпавших с другими районами (%) Percentage of matched whales (%)
1	Чукотское море/ Chukchi Sea	34	1	2,9
2	Восточная Чукотка Eastern Chukotka	92	0	0
3	Анадырский залив/ Gulf of Anadyr	140	7	5
4	Корякский берег/ Koryak coast	4	0	0
5	Карагинский залив/ Karaginsky Gulf	111	13	12,6
6	Командорские острова/ Commander Islands	1450	27	1,9
7	Восточная Камчатка/ Eastern Kamchatka	72	10	13,8
8	Западная Камчатка/ Western Kamchatka	6	0	0
9	Северные Курилы/ Northern Kurils	20	1	5

количество переместившихся животных относительно количества идентифицированных в каждом районе и вычисляется по формуле:

ИИ = $(m_{12}/(n_1*n_2))*1000$

Где:

n_1 = количество китов, идентифицированных в районе 1

n_2 = количество китов, идентифицированных в районе 2

m_{12} = количество китов из района 1, повторно отмеченных в районе 2

to the number of animals identified in each region by the following formula:

Identification Index = $(m_{12}/(n_1*n_2))*1,000$;

where:

n_1 = whales, identified in sample 1

n_2 = whales, identified in sample 2

m_{12} = whales captured in sample 1 and recaptured in sample 2

The maximum values of Identification Index were between the Gulf of Anadyr and the Chukchi Sea - 0.21 and between eastern Kamchatka and Karaginsky Gulf - 0.36. The maximum number of individuals had

Индекс идентификации показал максимальные значения 0,21 для связи между Анадырским заливом и Чукотским морем и 0,36 – для связи между Восточной Камчаткой и Карагинским заливом, тогда как максимальное количество особей связывают Командорские острова с Восточной Камчаткой и Карагинским заливом (Рисунок 1).

Общая картина пересечений между районами Дальнего Востока России схожа с картиной, выявленной для побережий США. Общая низкая доля повторных встреч между разными скоплениями с наибольшим количеством связей между смежными районами. Картина перекрывания на местах нагула китов из разных мест размножения продолжает усложняться. Обнаружены новые связи между Мексикой и Анадырским заливом. Присутствие китов из Окинаво-Филиппинской субпопуляции в таком северном районе, как Чукотское море, может говорить о прогрессе в восстановлении после пресса промысла этой субпопуляции, статус которой до сих пор признается угрожаемым (Bettridge et al. 2015). Интересно полное отсутствие связей нагульного скопления пролива Сенявина с другими скоплениями Дальнего востока, а также наличие там связей только с Гавайским районом размножения. Это может быть связано с большей изоляцией этого скопления от других или с тем, что работа в проливе Сенявина проводилась только в течение одного сезона, августа-сентября 2017 года. Дальнейшее исследование этого района может принести дополнительную информацию о его связях с другими нагульными скоплениями, а также о миграционных связях с районами размножения.

been matched between the Commander Islands, eastern Kamchatka and Karaginsky Gulf (Fig. 1).

In general, the pattern of humpback whale matches between the regions of the Russian Far East is similar to that observed off the coast of North America: the overall low proportion of resightings between different feeding grounds with the greatest number of links between the adjacent areas. The pattern of whales from different breeding grounds that mixing at the feeding grounds continues to grow more complicated. New links between Mexico and the Gulf of Anadyr have been discovered. The presence of whales from the Okinawa-Philippines subpopulation as far as the Chukchi Sea can indicate a progress in recovery of this subpopulation after year of whaling pressure and whose status is still considered as threatened (Bettridge et al. 2015). The feeding aggregation of the Senyavin Strait, interestingly, has no links to the other areas of the Russian Far East, while all the matches to the breeding grounds come from Hawaii. This may be explained higher degree of separation of this aggregation from others or by the fact that it was very limited effort in this area (only August and September 2017). Further investigations in this region can provide more information on its links with other feeding aggregations, as well as on migration links with the breeding grounds.

Список использованных источников / References

Bettridge S., Baker C. S., Barlow J., et al. 2015. Status review of the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) under the Endangered Species Act. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-SWFSC-540. 240 p.

Burdin A. M. 2010. Humpback whales in summering areas in the Russian Far East. Page 36–37 in J. Calambokidis, ed. Symposium on the results of the SPLASH humpback whale study. Final Report and Recommendations, 11 October 2009, Quebec City, Canada. Available at http://www.cascadiaresearch.org/files/Projects/Archived_projects/SPLASH/Report-Symposium-Final.pdf.

Calambokidis J., Steiger G. H., Straley J. M., Quinn T., Herman L. M., Cerchio S., Salden D. R., Yamaguchi M., Sato F., Urban J.R., Jacobsen J., von Zeigesar O., Balcomb K.C., Gabriele C. M., Dahlheim M. E., Higashi N., Uchida S., Ford J. K. B., Miyamura Y., Ladronde-Guevara P., Mizroch S.A., Schlenderand L., Rasmussen K. 1997. Abundance and population structure of humpback whales in the North Pacific basin. Final Contract Report 50ABNF500113 to Southwest Fisheries Science Center, P. O. Box 271, La Jolla, CA 92038. 72 p.

Calambokidis J., Falcone E. A., Quinn T. J., Burdin A. M., Clapham P. J., Ford J. K. B., Gabriele C. M., LeDuc R., Mattila D., Rojas-Bracho L., Straley J. M., Taylor B. L., Urban-R J., Weller D., Witteveen B. H., Wynne K., Yamaguchi M., Bendlin A., Camacho D., Flynn K., Havron A., Huggins J. and Maloney N. 2008. SPLASH: Structure of populations, levels of abundance and status of humpback whales in the North Pacific. Final report for Contract AB133F-03-RP-00078. 57 p.

Titova O. V., O. A. Filatova, I. D. Fedutin, E. N. Ovsyanikova, H. Okabe, N. Kobayashi, J. M. Acebes, A. M. Burdin, and E. Hoyt. 2018. Photo-identification matches of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) from feeding areas in Russian Far Eastern seas and breeding grounds in the north pacific. Marine Mammal Science, 34: 100-112.

Третьяков А.В., Семенов А.Г., Ковалева А.М.

Первая встреча нарвалов (*Monodon monoceros*) в море Лаптевых

ООО «Центр морских исследований МГУ имени М.В.Ломоносова», Москва, Россия

Tretyakov A.V., Semenov A.G., Kovaleva A.M.

First sighting of narwhals (*Monodon monoceros*) in the Laptev Sea

Marine Research Center, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-328-331

Нарвал (*Monodon monocerus* Linnaeus, 1758) – высокоарктический пагофильный вид зубатых китов. Обитает циркумполярно в холодных водах в районе арктических льдов, среди разводий и нередко в глубине ледовых массивов вдали от чистой воды. В то же время нарвал встречается и в свободных от льда водах, особенно в летний период. В водах России – весьма малоизученный, охраняемый вид. Природоохранный статус: КК РФ – 3, МСОП – LC. Общая численность вида, вероятно, превышает 170 тыс. особей (Lowry et. al. 2017), однако численность в российском секторе Арктики неизвестна.

В российских водах нарвал чаще встречается в северных районах Земли Франца-Иосифа (Гаврило и др., 2010). Встречи в других частях Арктического бассейна крайне редки. Одиночки и небольшие группы нарвалов изредка наблюдались к северу от Карского и Восточно-Сибирского морей. В нескольких случаях летом животных наблюдали в районе, расположенном к северо-западу от Карского моря, с дрейфующих станций “Северный Полюс” между 83°54’ и 84°42’ N (Горбунов и др., 2008).

По мнению К.К.Чапского (1941), в водах России вблизи берегов нарвал встречается чрезвычайно редко, так как южнее 80º N не обитает. Современные наблюдения в российской Арктике показывают, что иногда нарвал заходит и в более южные широты, спускаясь до 73° N (Чаадаева и др., 2016). Наблюдения были сделаны в районе Карского моря, но документально не подтверж-

The narwhal (*Monodon monocerus* Linnaeus, 1758) is a high-Arctic pagophilic species of toothed whales. It has a circumpolar distribution in cold waters of the Arctic, and is found in leads and often deep in fields of consolidated pack ice, far from clear water. Narwhals also inhabit ice-free waters, especially in summer. In Russia, it is a very little-known and protected species. Its conservation status described as a category 3 according to the RF Red Data Book and LC (Least Concerned) by IUCN. The total population of the species is probably higher than 170,000 individuals (Lowry et. al. 2017), but their numbers in the Russian sector of the Arctic remains unknown.

In Russian waters, narwhals occur most frequently in the northern regions of Franz Josef Land (Gavrilo et al., 2010). Sightings in other parts of the Arctic basin are extremely rare. Single animals and small groups were sometimes observed north of the Kara and East Siberian seas. In a few cases, these animals were observed in summer from the “North Pole” drifting stations in an area northwest of the Kara Sea, between 83°54' and 84°42' N (Gorbunov et al., 2008).

According to K.K. Chapsky (1941), narwhal is extremely rare in Russian waters near the coasts, with the habitat range north of 80º N. Recent observations in the Russian Arctic have shown that narwhals sometimes reach more southerly latitudes, up to 73° N (Chaadaeva et al., 2016). The sightings were made in waters of the

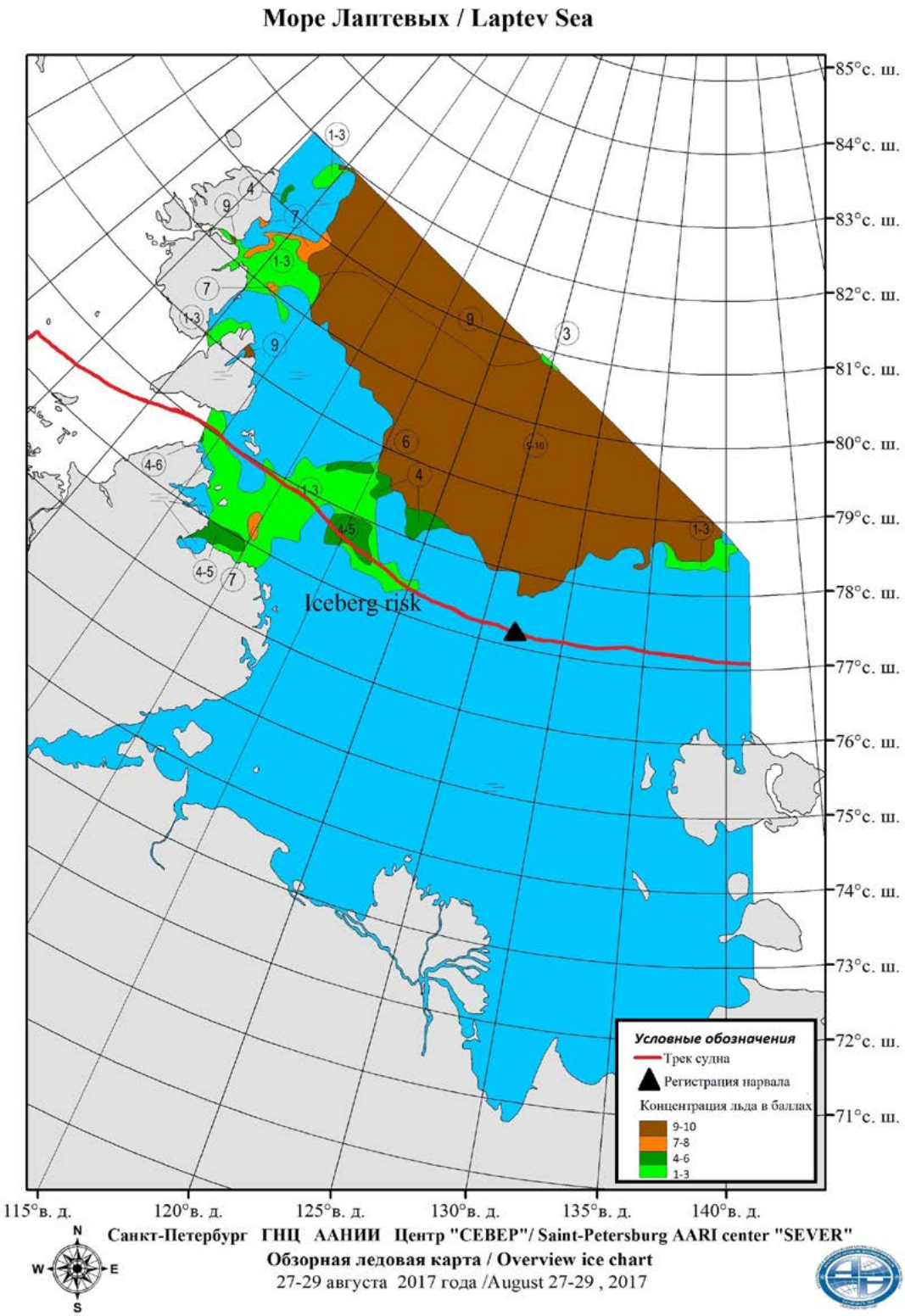


Рис.1. Трек перемещений НИС “Академик Лазарев” и место встречи нарвалов в море Лаптевых 28.08.2017 г.
Fig. 1. The trackline of the R/V *Akademik Lazarev* and the location of the narwhal sighting in the Laptev Sea, August 28, 2017.

Рис.2. Группа нарвалов в море Лаптевых 28.08.2017 г.
Fig. 2. A group of narwhals in the Laptev Sea, August 28, 2017.

дены. Сведений о встречах нарвала в море Лаптевых нам найти не удалось.

С 19 августа по 31 октября 2017 года авторы проводили наблюдения за встречами морских млекопитающих во время перехода научного судна “Академик Лазарев” из порта Мурманск в район проведения сейсмических геологоразведочных работ на лицензионном участке ООО “РН-Шельф-Арктика”, расположенном в Восточно-Сибирском море, во время работы судна на участке и на переходе обратно в порт Мурманск (Рис. 1). Работа велась силами трех наблюдателей посменно, в течение светлого времени суток.

28 августа 2017 г. в море Лаптевых в координатах 77°13’ N и 127°23’ E, на расстоянии около 200 м по курсу судна, с капитанского мостика, расположенного на высоте 13 м над уровнем моря, были замечены две группы нарвалов, по 6 особей в каждой. Условия наблюдений были хорошими: волнение моря не более 1 балла, видимость – до горизонта. Судно двигалось со скоростью 11 узлов. Животных удалось хорошо рассмотреть и сфотографировать (Рис. 2). Третья группа из 10 особей была обнаружена через несколько минут в 300 м с правого борта судна. Состав животных в группах был смешанным, присутствовали и самцы, и самки. Молодых особей рассмотреть не удалось. Животные не проявляли беспокойства во время прохода судна. Подсчет зверей в группах велся двумя наблюдателями с применением биноклей и затем уточнялся

Kara Sea, but had no documented proof. We could not find any information on narwhal sightings in the Laptev Sea.

From August 19 to October 31, 2017, the authors conducted marine mammal observations aboard the R/V *Akademik Lazarev* enroute from the port of Murmansk to the area of a seismic survey in the license area of OOO “RN-Shelf-Arctic” (located in the East Siberian Sea) as well as during the operation of the vessel in the area, and on the way back (Fig. 1). The work was carried out by three observers, in shifts, during daylight hours.

On August 28, 2017, in the Laptev Sea, two groups of narwhals, consisting of 6 animals each, were spotted ahead of the vessel at a distance of approximately 200 m, at coordinates 77°13' N and 127°23' E. The sighting was made from the bridge, located 13 m above sea level. The weather conditions were good: the sea state was less than Beaufort 1; visibility - unlimited. The vessel speed was 11 kn. The animals were tracked for some time and photos collected (Fig. 2). The third group of 10 individuals was found a few minutes later, at a distance of 300 m on the starboard side. All the groups were of mixed composition: both males and females were present. Young individuals were not observed. The animals showed no anxiety while the vessel passed by. The number of animals in the groups was counted by two observers through binoculars, and

по фотографиям. Итого нами было встречено минимум 22 особи нарвала в трех группах. Общая продолжительность наблюдения китов составила примерно 10 минут. Нарвалы были обнаружены на свале глубин от 80-100 до 1000 и более метров. Лед в районе встречи отсутствовал, но кромка прошлогодних дрейфующих льдов находилась примерно в 50 милях к северу. Это была единственная встреча нарвала в течение рейса.

Таким образом, приведенные сведения являются первой и документально подтвержденной информацией о присутствии нарвала в море Лаптевых. Обнаружение нарвалов на некотором удалении от кромки многолетних льдов и на свале глубин полностью совпадает с описанием мест его обитания. Место встречи нарвалов фактически находится за пределами основного ареала этого вида (Lowry et al., 2017). Видимо, далее к востоку этот вид встречается крайне редко, а в мелководной прибрежной части Российской Арктики, возможно, не встречается вовсе.

then the numbers were verified using the photographs. Our best estimate is of a minimum 22 narwhals in three groups. The total duration of the sighting was approximately 10 minutes. The animals were in the area of continental slope with depths changing from 80–100 up to 1000 m and greater. No ice was present in the sighting area, but the edge of drifting last-year ice was located approximately 50 miles to the north. It was the only narwhal sighting during the cruise.

In conclusion, the data above are the first documented proof on the presence of narwhals in the Laptev Sea. The observation of narwhals at some distance from the edge of perennial sea ice and over the continental slope completely agrees with the description of its habitat. This narwhal sighting lays outside the main range of this species (Lowry et al., 2017). It is possible that further to the east this species are extremely rare, and probably, not found at all in shallow coastal waters of the Russian Arctic.

Список использованных источников / References

Гаврило М.В., Ершов Р.В. 2010. К фауне китообразных района Земля Франца-Иосифа – Виктория. В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр. VI междунар. конф., М.: СММ, 1: 120-124. [Gavrilo M, Ershov R. 2010. Notes on Cetaceans of the Franz-Josef Land – Victoria region. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the VI Intl. conf., M.: MMC, 1: 120-124].

Горбунов Ю.А., Беликов С.Е. 2008. Наблюдения за морскими млекопитающими и белым медведем в Арктическом бассейне. В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр. V междунар. конф., М.: СММ, 1: 220-222. [Gorbunov Yu.A., Belikov S.E. 2008. Observations of marine mammals and polar bear in the Arctic Basin. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the VI Intl. conf., M.: MMC, 1: 220-222].

Чаадаева, Войта, Афанасьева, Балеева, Старков, Данилов. 2016. Летняя фауна морских млекопитающих Карского моря. В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр. VI междунар. конф., М.: СММ, 1: 478-486. [Chaadaeva, Voyta, Afanasyeva, Baleeva, Starkov, Danilov. 2016. Marine mammals of the Kara Sea: summer season. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the VI Intl. conf., M.: MMC, 1: 478-486].

Чапский К.К. 1941. Морские звери Советской Арктики. Л.: Главсевморпуть, с. 187. [Chapsky K.K. 1941. Marine mammals of the Soviet Arctic. L.: Glavsevmorput, 187 p. IN RUSSIAN].

Lowry L. Laidre K. & Reeves R. 2017. *Monodon monoceros*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T13704A50367651. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T13704A50367651.en. Downloaded on 25 January 2019.

Тюрнева О.Ю. [1], Яковлев Ю.М. [1], Вертянкин В.В. [2], Ван дер Вольф П. [3], Скотт М.Д. [4]

Краткие результаты долгосрочных исследований по фотоидентификации серых китов (*Eschrichtius robustus*) у северо-восточного побережья острова Сахалин, Россия, 2002-2017 гг.

1. «Национальный научный центр морской биологии им. Жирмунского» Дальневосточного отделения РАН, ННЦМБ ДВО РАН, Владивосток, Россия
2. Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник, Елизово, Россия
3. «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.», Южно-Сахалинск, Россия
4. «Эксон Нефтегаз Лимитед», Южно-Сахалинск, Россия

Tyurneva O.Yu. [1], Yakovlev Y.M. [1], Vertyankin V.V. [2], Van der Wolf P. [3], Scott M.J. [4]

Summary of the long-term photo-ID studies of gray whales (*Eschrichtius robustus*) off the northeast coast of Sakhalin Island, Russia, 2002-2017

1. National Scientific Center of Marine Biology, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia
2. Kronotsky State Nature Biosphere Reserve, Elizovo, Russia
3. “Sakhalin Energy Investment Company” Ltd, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia
4. Exxon Neftegas Limited, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-332-343

Исследования по фотоидентификации сахалинского нагульного скопления серых китов (*Eschrichtius robustus*) западной северотихоокеанской популяции у северо-восточного побережья о. Сахалин проводятся ежегодно с 2002 г. в рамках программы мониторинга, совместно финансируемой операторами нефтегазовых проектов «Сахалин-1» и «Сахалин-2».

Фотоидентификация является удобным способом изучения серых китов, так как особи имеют ярко выраженные отметины на коже (Darling et al. 1984). В рамках долгосрочной программы мониторинга этот метод может быть ценным средством, позволяющим ответить на множество вопросов о динамике популяции серых китов, экологии питания и перемещения особей в течение нагульного периода. Данные фотоидентификации позволяют отслеживать эти перемещения по сезонам и устанавливать схемы использования среды обитания китов. Обычно время, отведенное на научные наблюдения за китообразными, непродолжительно, так как данный вид исследований является сложным, затратным и трудоемким. Преимущество долгосрочной программы мониторинга заключается в том, что по мере увеличения продолжительности исследований накапливается большое количество данных и появляется возможность проводить более глубокий анализ закономерностей перемещения китов и характера использования ими нагульных районов. В настоящей работе описывает-

Photo-identification studies of the Sakhalin gray whale (*Eschrichtius robustus*) feeding aggregation of the western North Pacific population off the northeast coast of Sakhalin Island has been conducted annually since 2002 as part of a monitoring program co-funded by the operators of the “Sakhalin-1” and “Sakhalin-2” oil and gas projects.

Photo-identification is a convenient way to study gray whales, as individuals have very distinct skin marks (Darling et al. 1984). As part of the long-term monitoring program, photo-ID can be a valuable tool to answer multiple questions about the dynamics of the marine mammals population, their feeding ecology and movement throughout the feeding period. Photo-ID data helps keep track of animal movements between the seasons and establish utilization patterns of the habitat. In general, the time allocated for field studies of cetaceans tends to be short due to the challenging, costly, and labor-intensive nature of this type of research. The benefit of a long-term monitoring program is that with the increased duration of the study, the same individuals continue to be photographed over time, resulting in more sighting data allowing more robust analysis of patterns regarding whale movement and utilization of the feeding area. This paper describes the scope of work and research results to be included in gray whale population models (for example, Cooke et al., 2016).

ся объем работ и результаты исследований для включения в модели популяции серых китов (например, Cooke et al., 2016).

Ежегодно начиная с 2002 г., после обнаружения на северо-восточном шельфе о. Сахалин второго глубоководного нагульного участка серых китов в 2001 г. (Маминов и др. 2002), фотоидентификация этих животных проводилась в двух районах: прибрежном Пильтунском (52°20'–53°30' с.ш.), простирающемся вдоль берега у залива Пильтун на 120 км, где киты питаются преимущественно на глубинах менее 20 м, и Морском (51°40'–52°20' с.ш.), расположенном мористее залива Чайво, с глубинами 35–60 м (Яковлев и др. 2009, Яковлев и др. 2018) (рис. 1).

Методика полевых исследований по фотоидентификации, используемая с 2002 г., основана на рекомендациях Международной китобойной комиссии (IWC), предложенных для фотоидентификации китообразных (Hammond et al. 1990). Эта методика была адаптирована для работ, проводимых с базовых судов, и для фотографирования с берега, которое проводят автомобильные группы с 2014 г. Отмечалось местоположение китов (по GPS) и другие необходимые параметры. По возможности фотографировались все части тела. Особое значение уделялось фотографированию правого бока китов, так как именно правый бок выбран (произвольно) исследователями в качестве базового идентификатора серых китов. При лабораторной идентификации, в основном, используется естественнный рисунок на коже кита, который остается неизменным и позволяет определять даже новорожденных особей в последующие годы жизни. Для определения степени упитанности была разработана классификация физической кондиции тела (ФКТ), основанная на визуальной оценке видимых признаков худобы, включающая 5 классов ФКТ, от 0 до 4-х. Подробно все методики сбора данных для судовой и автомобильных групп, лабораторной идентификации китов и их физического состояния описаны в отчете Яковлева с соавторами (2018 г.).

В сахалинском каталоге серых китов (2002-2017) насчитывается 283 особи. Данные по количеству китов, идентифицированных на северо-восточном шельфе о. Сахалин за период исследований с 2002 по 2017 гг., представлены в Таблице 1. В основном ежегодно каталог пополняется за счет детенышей, но и новые взрослые киты регистрируются почти каждый год. Некоторые из них являются новыми для всех наших каталогов, в том числе собранных за пределами Сахалинского шельфа, а некоторые ранее идентифицировались в других регионах. Например, два кита, впервые зарегистри-

The photo-ID study of gray whales has been conducted annually since 2002 following the discovery of the second deep-water feeding ground off the northeast coast of Sakhalin Island in 2001 (Maminov et al., 2002). The work was done in two areas: the nearshore Piltun area (52°20' N–53°30' N) stretching 120 km along the shore of Piltun Bay, where the whales feed primarily at depths of less than 20 m, and the offshore area, located further offshore from Chayvo Bay (51°40' N–52°20' N) with the depths ranging 35–60 m (Yakovlev et al., 2009, Yakovlev et al., 2018) (Figure 1).

The field procedure for the photo-ID surveys used since 2002 is based on recommendations for photo-identification of cetaceans set forth by the International Whaling Commission (Hammond et al., 1990) and customized for vessel-based surveys and onshore photo-ID performed by vehicle-based teams since 2014. The whales position (determined by the GPS), time, behavior, number of whales in a group, direction of their movement were recorded. Attempts were made to photograph all parts of the body: head, back, flanks and flukes of each whale. The right sides (flanks) of the whales were given a priority as right sides were chosen by the researchers as a baseline identifier. Post-field identification relies on a natural pattern on the skin of the whale, which remains unchanged and makes it possible to identify even newborn individuals later in life. To determine the degree of fatness, body condition classification (BC) was developed based on the visual signs of emaciation. The classification included five BC classes, 0 – 4. All data collection techniques used by vessel-based and vehicle-based teams, post-field identification of whales and their physical condition are described in detail in Yakovlev's report (Yakovlev et al., 2018).

The Sakhalin gray whale catalog (2002-2017) now contains 283 individuals. Data on the number of whales identified off the northeast coast of Sakhalin Island in 2002-2017 are presented in Table 1. Calves of the year are added to the catalog each year as new individuals; however, new adult whales are recorded almost every year as well. Some of them are new to all our catalogs, including the catalogs that were compiled for the areas located outside the Sakhalin shelf, while others were identified before in other regions. For example, two whales, first sighted in Kekurny Bay and Babushkin Bay in the northern part of the Sea of Okhotsk, were repeatedly photographed off Sakhalin and Kamchatka afterwards (Tyurneva et al., 2010). Additional surveys had been carried out offshore off the southeastern coast of Kamchatka Peninsula (2006-2013) identified at least

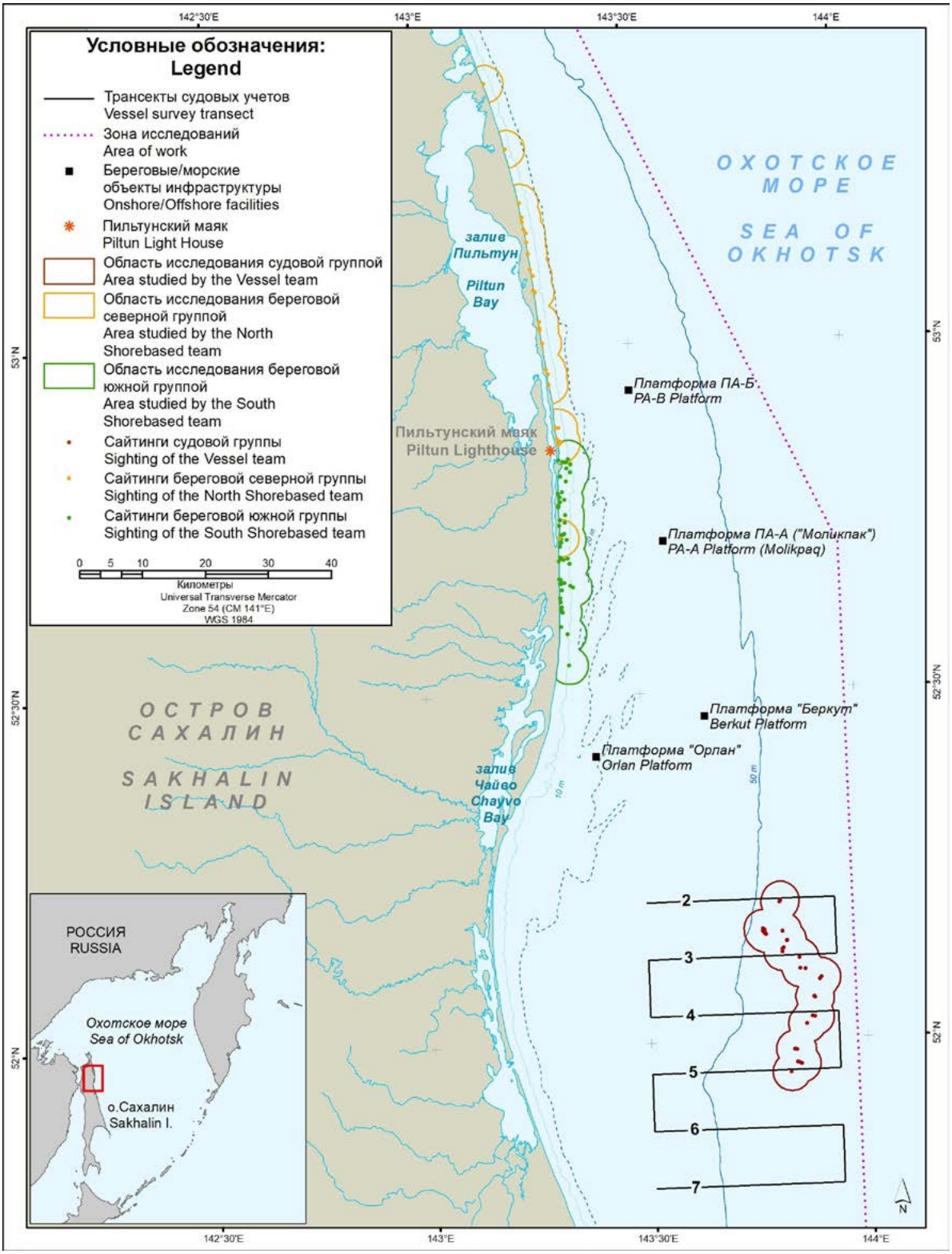


Рис. 1. Районы работ полевых групп и места встреч серых китов вдоль северо-восточного побережья о. Сахалин в 2017 г.

Fig. 1. Field work areas and locations of photo-identified gray whales off the northeast coast of Sakhalin Island in 2017.

Таблица 1. Количество серых китов, идентифицированных с 2002 г. у северо-восточного побережья о. Сахалин
Table 1. Number of gray whales identified off the northeast coast of Sakhalin Island in 2002-2017
*Примечание: Фотографии двух китов были только для левой стороны, киты были впервые зарегистрированы в 2002г., но номера в каталоге получили в 2003 и 2005 гг., когда были получены изображения их правых сторон.
*Note: For two whales there were only photos of their left side, they were first recorded in 2002, but they received catalog numbers in 2003 and 2005 when images of their right side were obtained.

Год Year	Количество идентифицированных за год китов Annual Number of Whales Identified	Количество новых китов, без учета детенышей New Whales excluding Calves	Общее количество детенышей Total number of calves	Количество детенышей с матерями/ без матерей Number of calves with a mother/ without a mother	Количество китов, зарегистрированных в каталоге, но не встреченных в этом году Whales in Catalog but not seen that year	Количество китов в каталоге Number of Whales in Catalog
2002	49*					47
2003	86	38	10	5/5	11	92
2004	99	18	3	3/0	19	118
2005	117	14	4	4/0	19	136
2006	121	8	5	2/3	27	148
2007	125	4	9	7/2	35	160
2008	98	0	5	2/3	67	165
2009	112	3	8	7/1	65	177
2010	104	6	7	7/0	82	187
2011	124	4	15	7/8	81	205
2012	144	5	9	1/8	75	219
2013	121	3	6	3/3	107	228
2014	139	3	12	9/3	104	243
2015	175	6	11	9/2	84	259
2016	128	0	14	8/6	146	274
2017	72	0	9	6/3	211	283
Всего			127	80/47		

рованные в 2006 г. в зал. Кекурный и в зал. Бабушкина, которые находятся в северной части Охотского моря, впоследствии были многократно сфотографированы в водах Сахалина и Камчатки (Тюрнева и др. 2010). Благодаря дополнительным исследованиям (2006-2013 гг.) на юго-восточном шельфе п-ва Камчатка стало известно, что, по крайней мере, 85 особей (32,8 % всех китов сахалинского каталога) посещают шельф п-ва Камчатка и шельф о. Сахалин как в разные годы, так и в один сезон. Каталог серых китов, сфотографированных в акватории п-ва Камчатка (Халактырский пляж, б. Вестник, б. Ольга), к настоящему времени содержит 161 особь, 85 из которых, вероятно, относятся к единой группировке с китами, нагуливающимися в районе Сахалина. Вопрос о принадлежности остальных 76 осо-

85 whales (32.8% of whales recorded in the Sakhalin catalog) that visit waters off Kamchatka Peninsula and Sakhalin Island either during one or in different years. Currently, the catalog of gray whales photographed near Kamchatka Peninsula (Khalaktyrsky Beach, Vestnik Bay, Olga Bay) includes 161 whales, half of which visit the Sakhalin feeding grounds. The identity of the remaining 76 whales photographed off Kamchatka Peninsula is yet unknown. The acquired data proves the existence of gray whale exchange between the two regions (Tyurneva et al., 2010). It is possible, that new adult gray whales sightings off Sakhalin (and identified as Sakhalin group), visit wider areas than are known to us during their summer and fall feeding season.

Таблица 2. Исследования и количество серых китов, идентифицированных в Пильтунском нагульном районе с 2002 г.
Table 2. Surveys and numbers of gray whales identified in the Piltun feeding area since 2002

Год Year	Период наблюдений в Пильтунском районе Piltun Area observation period		Группы Teams	Количество исследований Number of surveys	Продолжительность наблюдений, ч Observation hours	Количество идентифицированных китов Whales identified
2002	20-сент. 20-Sep	30-сент. 30-Sep	1	8	17	14
2003	9-авг. 9-Aug	25-авг. 25-Aug	1	19	36	51
2004	29-авг. 29-Aug	1-окт. 1-Oct	1	23	54	95
2005	14-июл. 14-Jul	1-окт. 1-Oct	1	54	105	115
2006	14-авг. 14-Aug	9-окт. 9-Oct	2	22	49	112
2007	10-июл. 10-Jul	27-сент. 27-Sep	2	47	114	103
2008	2-июл. 2-Jul	1-окт. 1-Oct	2	21	31	62
2009	13-июл. 13-Jul	20-сент. 20-Sep	2	28	43	91
2010	4-авг. 4-Aug	27-сент. 27-Sep	1	22	57	98
2011	19-авг. 19-Aug	25-сент. 25-Sep	2	20	63	103
2012	9-авг. 9-Aug	5-окт. 5-Oct	1	32	75	90
2013	10-июл. 10-Jul	11-окт. 11-Oct	2	15	43	72
2014	26-июл. 26-Jul	26-сент. 26-Sep	3	101	374	82
2015	1-июн. 1-Jun	31-окт. 31-Oct	5	340	1350	113
2016	1-июл. 1-Jul	28-сент. 28-Sep	4	136	510	74
2017	2-июл. 2-Jul	28-сент. 28-Sep	3	153	950	52

бей, обнаруженных у п-ва Камчатка и не отмеченных у Сахалина, остается до сих пор открытым. На основании полученных данных, факт обмена китами между двумя регионами можно считать доказанным (Тюрнева и др. 2010). Таким образом, появление новых взрослых китов у берегов Сахалина можно объяснять тем, что особи, которых мы относим к сахалинской группировке, используют для летне-осеннего нагула более обширные территории, чем нам известно.

Результативность фотоидентификационных исследований зависит от предпринятых усилий. Продолжи-

Photo-ID efficiency depends on the scale of the efforts. Table 2 shows the duration and results of the 2002-2017 Joint Program in the Piltun feeding ground. In 2002–2013, most surveys were performed by the vessel-based team; additional data were provided by the whale behavioral study team (2006–2009), satellite tagging team (2011) and an onshore-based photographer (2013). Observation hours in this period ranged from 17 to 115 hours. In 2014, observation hours significantly increased when a shore-based photo-ID teams were added to the project. The biggest photo-ID effort occurred in 2015 when the survey

тельность и результаты совместной программы исследований 2002-2017 гг. в Пильтунском нагульном районе представлены в Таблице 2. В период 2002-2013 гг. большинство исследовательских работ выполнялось судовой группой, дополнительно были получены данные от группы по изучению поведения китов (2006–2009 гг.), группы спутникового мечения (2011 г.) и от берегового фотографа в 2013 г. Продолжительность наблюдений в указанный период варьировалась от 17 до 115 ч. С 2014 г. усилия по изучению Пильтунского района существенно увеличились, т.к. к работе приступили группы по фотоидентификации, базирующиеся на берегу. Наиболее обширные исследования по фотоидентификации проводились в 2015 г., когда исследовательские группы (береговые и судовая) приступили к работе в начале июня. Большая продолжительность работ в 2015 г. (с 1 июня по 1 декабря) позволила получить данные об использовании серыми китами Пильтунского и Морского районов в течение всего нагульного периода. В 2017 г. продолжительность исследований существенно сократилась из-за неблагоприятных погодных условий и из-за крайне загруженного рабочего графика судна, на котором базировалась группа фотоидентификации, поэтому число идентифицированных китов оказалось меньше, чем это было зарегистрированно во время специальных судовых учетов в Морском районе (от 32 до 70 китов на учет). Сроки и результаты Совместной программы исследований 2002-2017 гг. в Морском нагульном районе представлены в Таблице 3.

Большинство из известных нам китов демонстрируют высокую степень привязанности к нагульным районам и возвращаются к берегам Сахалина. Некоторые из этих китов регистрируются неоднократно в течение сезона и в разные годы, тогда как другие не встречались повторно продолжительное время или являются новыми для каталога. Поскольку исследователи не могут зарегистрировать всех кормящихся китов, при анализе данных с 2002 по 2017 гг. по возврату известных особей мы предложили считать особей с интервалом регистраций не более трех лет как стабильно встречающихся. В результате была выделена группа, состоящая из 175 китов, которая регулярно приходит для нагула на северо-восточный шельф о. Сахалин. Двадцать семь особей регистрировались в данном регионе с интервалами более 3-х лет, эти киты были отнесены к группе редко встречающихся. Однократно зарегистрирован 71 кит, включая 44 детеныша (без учета 9 новых детенышей, идентифицированных в 2017 г.). Известно, что 1 кит умер (Яковлев и др., 2018). Максимальное количество китов (175) за все годы исследований было отмечено в 2015 г., что объясняется самыми значительными усилиями по сравнению с остальными годами (Таблица 1). За

teams (onshore and vessel-based teams) started in early June as part of the ENL seismic monitoring program.

The highest level of effort in 2015 (June 1 through December 1) helped acquire data on the use of Piltun and Offshore feeding grounds by gray whales for the entire feeding season. In 2017, there was a drastic reduction in survey efforts due to extremely poor weather conditions and extremely busy work schedule of the vessel accommodating the photo-ID team. Therefore, the number of identified whales turned out to be less than the number of whales recorded during special vessel-based counts in the Offshore feeding area (32 to 70 whales per count). The 2002-2017 Joint Program duration and results in the offshore feeding area are detailed in the Table 3.

The majority of known whales show a high degree of fidelity to the Piltun and Offshore feeding grounds and return to Sakhalin area. Some of these whales are recorded multiple times during a season and also in different years, whereas others are not seen again for a long time or are new to the catalog. Since there is a high chance that not all whales in the area could be seen and photographed during a season, when we assessed 2002-2017 data on the return of known individual animals our assumption was that the whales recorded minimum in three-year intervals could be classified as regularly sighted. As a result, a group of 175 whales was identified, which comes to the northeast coast of Sakhalin Island for feeding on a regular basis. Twenty-seven whales were recorded in this area at intervals greater than three years; this group was classified as rarely-sighted whales. A total of 71 individuals have been recorded only once, including 44 calves (excluding the 9 new calves identified in 2017). One whale is known to have died (Yakovlev et al., 2018). The maximum number of whales (175) has been sighted in 2015 over the entire survey period, which is due to the highest effort taken as compared to other years (Table 1). One hundred thirty-six adult whales have been identified at least once for the last two years. These values are compatible with the recent modeling data for the feeding group population (Cooke et al., 2016). Two female individuals have been identified in all 16 years of the program; four other whales have been sighted in 15 of the 16 years.

In order to determine gray whale habitats, it is extremely important to acquire data on a whale movements between the feeding grounds through one season, which could be done only by repeated sightings of the identified whales. Sighting of individual whales

Таблица 3. Исследования и количество серых китов, идентифицированных в Морском нагульном районе с 2002 г.
Table 3. Surveys and numbers of gray whales identified in the Offshore feeding area since 2002

Год Year	Период наблюдений в Морском районе Offshore Area observation period		Количество исследований Number of surveys	Продолжительность наблюдений, ч Observation hours	Количество идентифицированных китов Whales identified
2002	30-авг. 30-Aug	25-окт. 25-Oct	17	36	35
2003	21-июл. 21-Jul	27-сент. 27-Sep	24	52	35
2004	6-сент. 6-Sep	30-сент. 30-Sep	4	7	7
2005	6-сент. 6-Sep	23-сент. 23-Sep	2	3	7
2006	26-авг. 26-Aug	16-сент. 16-Sep	3	11	33
2007	17-авг. 17-Aug	5-окт. 5-Oct	8	29	71
2008	30-авг. 30-Aug	9-сент. 9-Sep	8	13	62
2009	24-июл. 24-Jul	21-сент. 21-Sep	3	8	39
2010	20-авг. 20-Aug	19-сент. 19-Sep	5	8	21
2011	2-окт. 2-Oct	8-окт. 8-Oct	6	12	14
2012	3-авг. 3-Aug	3-окт. 3-Oct	22	59	74
2013	17-сент. 17-Sep	20-сент. 20-Sep	5	13	68
2014	13-сент. 13-Sep	3-окт. 3-Oct	10	29	74
2015	9-июл. 9-Jul	23-сент. 23-Sep	32	58	102
2016	7-сент. 7-Sep	2-окт. 2-Oct	10	20	61
2017	9-авг. 9-Aug	13-окт. 13-Oct	3	7	21

последние два года 136 взрослых особей идентифицированы хотя бы один раз. Указанные значения соответствуют данным недавнего моделирования популяции для нагульной группы (Cooke et al., 2016). Две самки идентифицировались каждый год в течение 16 лет исследований, четыре наблюдались в течение 15 лет из 16.

Для определения зон обитания серых китов крайне важно получать информацию о перемещении китов между нагульными районами в течение одного сезона, которая может быть представлена только на основании повторных встреч с распознаваемыми особями. Наблюдение отдельных особей в одном районе и повторная встреча этого же животного в другом районе в последующие годы позволяет судить о его межгодовых перемещениях. Результаты фотоидентификационного анализа данных с

in one area and its re-sighting in the other area in the subsequent years helps to assess the movements of this whale. Based on 2002-2017 photo-ID data collected near Sakhalin Island, one can assume that intra- and inter-yearly movements of gray whales occur both within each of the Piltun and Offshore feeding grounds and between them. As shown in Figure 2, the trend for gray whales to heavily utilize the Offshore feeding ground has been common since 2012. In 2002 – 2017, 274 whales in total were phptpgraphed in the Piltun area, 146 of which have never been seen in the Offshore feeding area. Those included calves and whales under 4 years of age, which were seen in the nearshore (4 – 15 m deep) area only. It is possible that young whales are likely to experience difficulties with feeding in deep waters that could be the reason why we

2002 по 2017 гг., собранных у побережья о. Сахалин, свидетельствуют о том, что кроме активного перераспределения китов внутри нагульных районов, отмечаемых как за один сезон, так и в разные, регистрируются внутригодовые и межгодовые перемещения особей между Пильтунским и Морским нагульными районами. Как видно из Рисунка 2, начиная с 2012 г. сохраняется тенденция интенсивного использования серыми китами Морского нагульного района. С 2002 по 2017 гг. 274 кита были зарегистрированы в Пильтунском районе, из них 146 никогда не регистрировались в Морском районе. В это количество входят детеныши и киты не старше 4-х лет, они наблюдались нами только в прибрежной зоне на глубинах от 4 до 15 метров. Возможно, молодым особям не доступно питание на больших глубинах и поэтому они никогда не встречались мористее. За шестнадцатилетний период исследований из общего числа китов, в настоящее время включенных в каталог, зарегистрирован 131 кит, использовавший Пильтунский и Морской районы нагула как в один сезон, так и в разные годы (Рис. 2). Из этих 131 особи 21 кит встречался сначала в Пильтунском районе как детеныш и в последующие годы обнаруживался также и в Морском районе. Пары матерей с детенышами наблюдаются и регистрируются исключительно в прибрежном районе, но после распада пары самки могут менять Пильтунский район нагула на Морской, что подтверждается нашими данными (Яковлев и др. 2018). Из всех известных матерей только две самки, неоднократно приводившие сосунков, ни разу не были отмечены в Морском районе. Шесть китов не были зарегистрированы нигде, кроме Морского района (Рис. 3). Вне традиционных районов нагула на шельфе о. Сахалин за 16 лет исследований было идентифицировано три кита. Один был сфотографирован севернее мыса Елизаветы в 2005 г. и с тех пор больше не наблюдался. В 2015 г. два кита были зарегистрированы в водах у заказника «Восточный», и в 2016 г. один из них был зарегистрирован в б. Ольга (п-ов Камчатка) (Burdin et al. 2017).

С 2003 г. идентифицировано 127 детенышей. В Таблице 1 указано годовое количество детенышей в паре с матерями и без матерей. Восемьдесят детенышей были в паре с матерями, а 47 детенышей – без матерей. В сахалинском каталоге установлены связи 29 китов с детенышами, которые встречались в прибрежных нагульных районах на шельфе о. Сахалин и п-ова Камчатка (Тюрнева и др. 2015, Яковлев и др. 2018). Двадцать пять самок были замечены с детенышами 2-5 раз. Мы полагаем, что появление одиноких детенышей можно объяснить тем, что к моменту регистрации они уже были способны к самостоятельному кормлению из-за более ранних сроков рождения по сравнению с другими,

have never seen them further offshore. During the 16 years of the study (2002-2017), from the join catalog 131 whales have been seen both in the Piltun and Offshore feeding areas, either in the same season or in different years (Figure 2).

Out of these 131 whales, 21 whales were first seen as calves in the Pitlun feeding area and were recorded in the Offshore area in the following years. Mother-calf pairs are sighted and recorded in the Piltun feeding ground only, however the females can move from the Piltun ground to the Offsore feeding area once the pair is separated, and it was shown by our data (Yakovlev et al., 2018). Out of all known “mothers” there are only two females who had multiple calves but were never seen in the Offshore feeding area. Six whales have been sighted only in the Offshore area (Figure 3). Three whales have been identified outside the traditional feeding grounds off Sakhalin over 16 years of the studies. One of them photographed north of Elizaveta Cape in 2005 has never been seen later. In 2015, two whales were recorded in the waters close to the *Vostochny* Reserve, and one of them was later seen in Olga Bay (Kamchatka Peninsula) in 2016 (Burdin et al. 2015).

One hundred twenty-seven calves have been identified since 2003. Table 1 specifies annual number of calves in mother-calf pairs and single calves: 80 calves were seen with the mothers and 47 calves were seen alone. The Sakhalin catalog established ties of 29 whales to the calves which were encountered in the nearshore feeding areas off Sakhalin Island and Kamchatka Peninsula (Tyurneva et al., 2015, Yakovlev et al., 2018). Twenty five females with calves were sighted 2 – 5 times. We assume that the reason for observing unaccompanied calves at the time of recording is their ability to feed independently because they were born earlier. As we observe independent calves on a regular basis, it is apparent that we cannot record all actual mothers. For instance, in 2017 one of the females that had her calf in 2014 season was observed near the other mother-calf pairs and group of calves throughout the entire season but was never seen to have a steady relation with a calf. This female whale was skinny (BC Class 4), which is common for nursing cows. Her calf might have switched over to independent feeding before we seen her. No relationship was found between this female whale and three unpaired calves.

Given that the age of almost half of the whales (44.9% of the known whales) is known, we can learn their past, watch them grow and observe young females returning with their calves. For example, in 2017, the

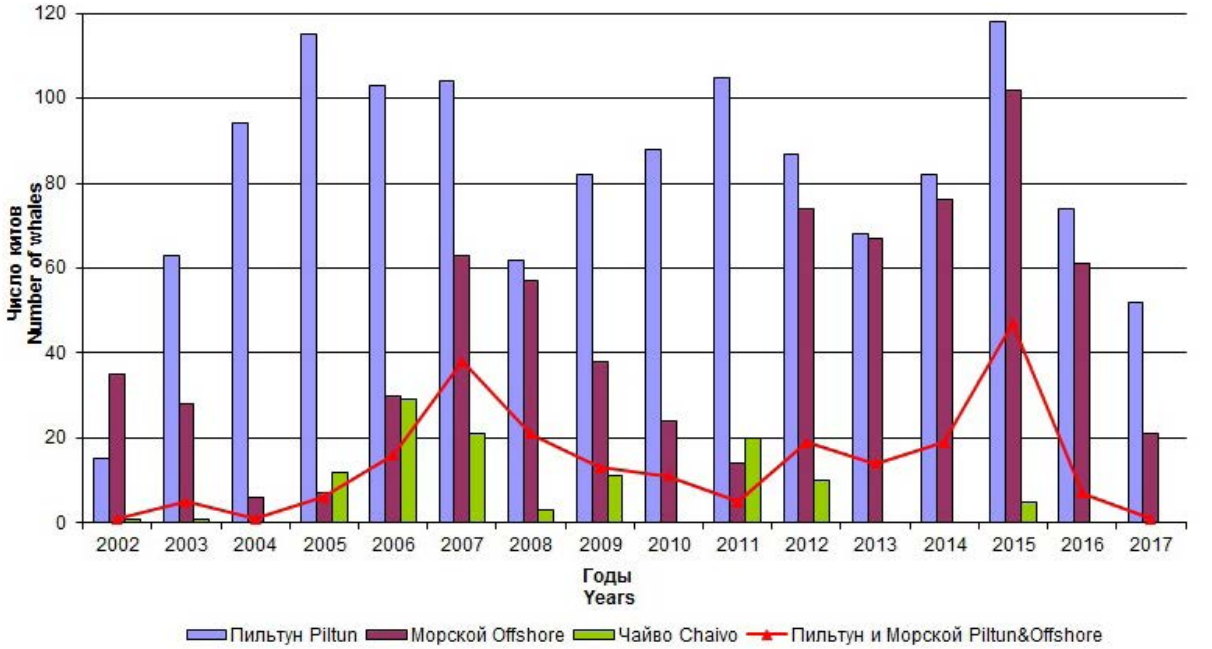


Рис. 2. Количество китов, наблюдавшихся в основных районах нагула на северо-восточном шельфе о. Сахалин с 2002 по 2017 гг.

Fig. 2. The number of whales observed in the main feeding areas NE of Sakhalin Island from 2002 through 2017

встреченными в парах. Так как мы регулярно наблюдаем детенышей без матерей, то очевидно, что мы не можем учесть всех самок, имевших детенышей в текущем году. Например, в 2017 г. одна из самок, приводившая малыша в сезон нагула 2014 г., наблюдалась рядом с другими парами «мать-детеныш» и детскими группами на протяжении всего сезона, но ни разу не была зарегистрирована в стабильной паре с детенышем. По физическому состоянию самка была худой (4 класс ФКТ), что является обычным для кормящих самок. Ее детеныш, возможно, перешел на самостоятельное питание до того, как мы ее встретили. Какие-либо связи этой самки с тремя одинокими детенышами не были обнаружены.

Зная возраст почти половины китов (44,9 % от известных особей), мы получаем возможность узнать их полную историю, наблюдать взросление и появление первого приплода. Например, в 2017 г. самка, зарегистрированая как сеголеток в 2005 г. , в двенадцатилетнем возрасте впервые привела сосунка к берегам Сахалина. В 2011 г. на нее была установлена спутниковая метка, и пути зимней миграции этой самки были отслежены до Аляски, а затем метка вышла из строя (Mate et al. 2015). Глубокий шрам от метки до сих пор хорошо различим на теле. Другая самка в возрасте 13 лет уже второй раз пришла с малышом в 2017 г., а впервые приплод у нее был зарегистрирован в 2015 г., т.е. в 11-летнем возрасте.

female whale registered as a calf of the year in 2005, brought her calf to Sakhalin Island for the first time when she was 12 years old. In 2011, she was tagged and her winter migration was tracked to the Gulf of Alaska before the transponder quit working (Mate et al., 2015). She still has a deep scar on her body. The other 13-year old female whale brought her second calf in 2017, while her first sighting as a mother was recorded in 2015. According to our studies, the interval for females between births varies from year to year. Twenty-four mothers were sighted with calves every two or three years. The cases when the interval between the calves for known females was from 4 to 10 years could be because of early switching of a calf to independent feeding or loss of a calf at the time of migration from the breeding areas. Based on the number of potential births with the two- or three-year cycles, we can suggest that whales that have already been identified as reproductive females could be the mothers of the independent calves. The difficulties of identifying a mother of already separated calves could lay in the reason that first-time mothers were never recorded on the feeding grounds. According to J. Cooke, the first parturition age is 10.3 years on average (Cooke et al., 2016). There are several female whales older than 7 years of age who have

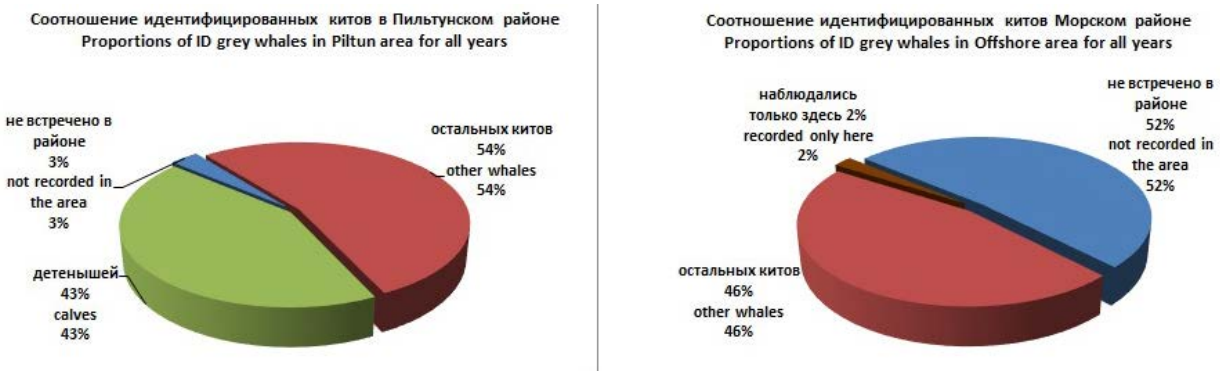


Рис. 3. Процентное соотношение серых китов, зарегистрированных в Морском и Пильтунском районах за все годы исследований (2002–2017 гг.)

Fig. 3. Ratio of gray whales recorded in the Offshore and Piltun Areas for the entire study period (2002–2017)

Согласно нашим исследованиям, интервал между родами у самок может меняться год от года. Двадцать четыре матери наблюдались в парах с сосунками как раз в два года, так и раз в три года. Случаи, когда интервалы встреч известных самок с детенышами составляют от 4 до 10 лет между рождениями, могут объясняться как ранним переходом малыша к самостоятельности, так и потерей сосунка во время длительного перехода от мест рождения к местам нагула. В ряду многолетних наблюдений, исходя из количества возможных рождений раз в 2-3 года, можно предположить, что неизвестными матерями одиноких детенышей могут быть киты, которые уже были идентифицированы как способные к размножению самки. Сложность определения матерей одиноких детенышей также может объясняться тем, что связи детенышей с первородящими самками не регистрировались. По утверждению Дж. Кука, средний возраст первого деторождения составляет 10,3 лет (Cooke et al. 2016). Возможно, что молодые первородящие матери не обладают выносливостью для кормления своих детенышей и расстаются с ними до того, как у наших групп начинается полевой сезон. Ранние наблюдения за серыми китами показывают, что, как правило, детеныши начинают появлятся в Пильтунском районе в июле. В 2017 г. первая пара была идентифицирована 7 июля, но в 2015 г., несмотря на очень значительные усилия по сбору данных и раннее начало сроков экспедиций, первый детеныш с матерью был зарегистрирован 20 августа. Из данных прошлых лет, полученных на Камчатке, известно, что некоторые матери в ранние сроки приводят сосунков в б. Ольга и часть сезона проводят там, а в более поздние сроки приходят к берегам Сахалина (Тюрнева и др. 2015). Возможно, это объясняет позднее появление некоторых пар в Пильтунском районе.

not been observed with a calf yet. Perhaps first-time mothers do not have the endurance to feed their calf and separate before our field season begins. Earlier observations of gray whale show that the typical time for the calves to show up in the Piltun area is July. In 2017, the first pair was identified on July 7, but in 2015 the first mother- calf pair was recorded as late as August 20 despite significant efforts made to collect data and early fieldwork start. Past years data collected at Kamchatka shows that some females take their calves to Olga Bay first and spend some time there, and then proceed to Sakhalin (Tyurneva et al., 2015). It might be the reason why some pairs are late to arrive to the Piltun area.

From the past data we established that mother-calf pairs usually start to separate in approximately mid-August through mid-September. The latest date when a pair was recorded (September 30) was in 2014. The 2017 survey confirms this data, although the observers noted earlier separation of some pairs during this season. All identified calves were able to feed independently by mid-August and the last mother-calf pair was observed on August 23.

Our data collected in Olga Bay (Kamchatka) show that some whales identified as a calf off Sakhalin Island, were then recorded in Olga Bay only, and were never observed off Sakhalin afterwards (Tyurneva et al., 2015). This facts are important for the assessment of the young whale survival rate.

We express our gratitude for support and funding provided by Exxon Neftegas Limited and Sakhalin Energy Investment Company for these studies.

Полученные нами данные показывают, что пары мать-детеныш встречаются в среднем до середины сентября. Самая поздняя дата регистрации пары (30 сентября) была отмечена в 2014 г. В 2017 г. наблюдатели отметили более ранний распад пар: все идентифицированные детеныши были способны кормиться самостоятельно к середине августа, а последняя пара мать-детеныш была встречена 23 августа.

По имеющимся у нас данным, собранным в б. Ольга (Камчатка) с 2006 по 2013 годы, известно, что часть китов, идентифицированных как детеныши в год их первого обнаружения в прибрежных водах на шельфе Сахалина, в последующие годы регистрируются в б. Ольга и не отмечаются в акватории Сахалина на протяжении нескольких лет (Тюрнева и др. 2015). Это необходимо учитывать при оценке выживаемости молодняка сахалинской нагульной группировки.

Мы выражаем благодарность за поддержку и финансирование этих исследований «Эксон Нефтегаз Лимитед») и «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани»).

Список использованных источников / References

Маминов М.К., Яковлев Ю.М. 2002. Новые данные о распределении и численности серых китов на северо-восточном шельфе Сахалина. В кн.: Морские млекопитающие Голарктики. Материалы 2-ой междунар. конф., Байкал, Россия. С. 170-171. [Maminov M.K., Yakovlev Yu.M. New data on the abundance and distribution of the gray whale on the northeastern Sakhalin shelf. Marine mammals of the Holarctic collection of scientific papers. Second International Conference Baikal, Russia. 2002. P. 170-171.]

Тюрнева О. Ю., Ю. М. Яковлев, В. В. Вертянкин, Н. И. Селин. 2010. Особенности нагульных миграций корейско-охотской популяции серого кита *Eschrichtius robustus* в российских водах дальневосточных морей. Биология моря. Том 36, № 2.С. 117- 124. [Tyurneva O.Y., Yakovlev Y.M., Vertyankin V.V., Selin N.I. 2010. The specifics of foraging movements of the Korean-Okhotsk gray whale (*Eschrichtius robustus*) population in Russian waters of the Far Estern seas. Marine Biology. 36 (2). P 117-124.]

Тюрнева О.Ю., Яковлев Ю.М., Вертянкин В.И., Швецов Е.П. 2015. Регистрация детенышей серых китов (*Eschrichtius robustus*) на шельфах о. Сахалин и п-ова Камчатка и возврат молодняка в районы нагула (2003–2013 гг.). Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов 8 Международной конференции в Санкт-Петербурге 22-17 сентября 2014 г. Том 2. 2015г. С. 221-229. [Tyurneva O.Yu., Yakovlev Yu.M., Vertyankin V.I., Shvetsov E.P. Gray whale (*Eschrichtius robustus*) calf sightings and return of young animals to the feeding areas off Sakhalin Island and Kamchatka Peninsula in 2003–2013. Marine mammals of the Holarctic collection of scientific papers. Eights International Conference St. Petersburg, Russia. September 22-27, 2014. Vol. 2. 2015. P. 221-229.]

Яковлев Ю.М., Тюрнева О.Ю., Вертянкин В.В. и ван дер Вольф П. 2018 г. Фотоидентификация серых китов (*Eschrichtius robustus*) у северо-восточного побережья о. Сахалин в 2017 г. Подготовлено для «Эксон Нефтегаз Лимитед» и «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд», стр. 65. [Yakovlev, Yu.M., Tyurneva O.Yu., Vertyankin V.V., and van der Wolf P. 2018. Photo-identification of Gray Whales (*Eschrichtius robustus*) off the northeast coast of Sakhalin Island in 2017. Prepared for Exxon Neftegas Limited and Sakhalin Energy Investment Company Ltd, pp. 65.]

Burdin A.M., Sychenko O., Volkov A., and Mamaev M. 2017. Status of western north Pacific gray whales off the northeast coast of Sakhalin Island and eastern Kamchatka, Russia, in 2016. IWC SC/67a/NH03.

Cooke J.G., Weller D.W., Bradford A.L., Sychenko O., Burden, A.M., Lang A.R., and Brownell Jr R.L. 2016.

Updated population assessment of the Sakhalin gray whale aggregation based on a photoidentification study at Piltun, Sakhalin, 1995-2015. IWC SC/66b/BRG25.

Darling J.D. 1984. Gray Whales off Vancouver Island, British Columbia. *In*: The Gray Whale *Eschrichtius robustus*. Jones M.L., Swartz S.L., Leatherwood S. (Eds). Academic Press, Inc. pp 276-287.

Hammond P.S., Mizroch S.A., and Donovan G.P. 1990. Individual recognition of cetaceans: Use of photo-id and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission, N12, 1-440.

Mate B.R., Ilyashenko V.Y., Bradford A.L., Vertyankin V.V., Tsidulko G.A., Rozhnov V.V. and Irvine L.M. 2015. Critically endangered Western gray whales migrate to the eastern North Pacific. Biology Letters 11:20150071

Yakovlev Yu.M., Tyurneva O.Yu., and Tombach Wright Ch. 2009. Seasonal movements of western gray whales, *Eschrichtius robustus*, between the feeding areas on the northeast coast of Sakhalin Island (Russia) in 2002–2006. Asian Fisheries Sciences 22(1):191–202.

Тюрнева О.Ю. [1], Ван дер Вольф П. [2], Яковлев Ю.М. [1], Вертянкин В.В. [3], Бобков А.В. [4]

Использование беспилотных летательных аппаратов: дополнительные возможности для лабораторной фотоидентификации серых китов (*Eschrichtius robustus*)

1. «Национальный научный центр морской биологии им. Жирмунского» Дальневосточного отделения РАН, ННЦМБ ДВО РАН, Владивосток, Россия
2. «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.», Южно-Сахалинск, Россия
3. Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник, Елизово, Россия
4. Сахалинский государственный университет, Южно-Сахалинск, Россия

Tyurneva O.Yu. [1], Van der Wolf P. [2], Yakovlev Yu.M. [1], Vertyankin V.V. [3], Bobkov A.V. [4]

Use of unmanned aerial vehicles: additional opportunities for gray whale photo-identification (*Eschrichtius robustus*)

1. National Scientific Center of Marine Biology, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia
2. “Sakhalin Energy Investment Company” Ltd, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia
3. Kronotsky State Nature Biosphere Reserve, Elizovo, Russia
4. Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-343-353

Фотоидентификационные исследования серых китов в рамках комплексной Программы мониторинга серых китов у северо-восточного побережья о. Сахалин начались в 2002 г. и продолжаются до настоящего времени. Начиная с 2016 г. полевые группы применяли беспилотные летательные аппараты (БПЛА) для выполнения фотосъемки и видеосъемки в дополнение к ранее использовавшимся методам сбора данных. Полученные материалы обеспечивают возможность распознавания китов под водой при условии прозрачности

The photo-identification study of gray whales, as a part of the Joint Program for the Okhotsk-Korean Gray Whale Monitoring off the north-east coast of Sakhalin Island (hereinafter, Joint Program), was launched in 2002 and still ongoing. Since 2016, the field teams have used unmanned aerial vehicles (UAV) for photographing and video-recording in addition to previously used methods of data collection. The obtained images allow identification of even submerged whales when the water is clear. A total

среды. Сорок один кит был сфотографирован с воздуха с помощью БПЛА, благодаря чему в каталог для данных особей был добавлен новый участок тела – «спина» («Back»), что повышает возможности определения при последующих встречах с этими животными. Данный метод съемки позволяет точно определить пары «мать-детеныш» и детенышей, встреченных без матерей, т.к. разница в размерах животных хорошо видна с высоты. БПЛА дают возможность наблюдать серых китов в естественных условиях, сводя факторы беспокойства животных к минимуму, отследить точки питания животных в течение всего полевого сезона и получить достоверные данные о переходе детенышей к самостоятельному кормлению. С помощью БПЛА возможно учитывать частоту выброса фонтанов и использовать эти данные для оценки поведения животных. Использование данных летательных аппаратов также может помочь отслеживать потенциальные риски для серых китов, связанные, например, с брошенными рыболовными сетями.

Многолетние фотоидентификационные исследования серых китов позволили собрать ценную информацию об этих животных, использующих акваторию у северо-восточного побережья о. Сахалин в качестве кормового района в летне-осенний период. Преимущество долгосрочной программы мониторинга заключается в том, что по мере увеличения длительности периода исследований накапливается большое количество данных о встречах одних и тех же особей, в результате чего появляется возможность проводить более глубокий анализ закономерностей перемещения китов и характера использования ими нагульных районов.

Фотоидентификационные исследования, проведенные в 2017 г., являются продолжением многолетней работы в рамках программы мониторинга сахалинской группировки серых китов, выполняемой по заказу компаний «Эксон Нефтегаз Лимитед» и «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.».

Данная обзорная статья описывает возможности применения беспилотных летательных аппаратов для целей фотоидентификации, показывает направления дальнейших исследований с целью получения новых данных о сахалинской группировке серых китов.

С 2002 г. по 2013 г. работы по фото- и видеосъемке серых китов проводились одной командой с базовых судов с использованием лодок. В 2014-2015 гг. был организован береговой лагерь для второй лодочной команды и предприняты усилия по сбору фотоматериала непосредственно с берега, который осуществлялся береговыми автомобильными группами (БА). Южная

of 41 whales were photographed using a UAV; for those individuals, another body aspect ("back") was added to the catalogue, which increases the chances of their identification in subsequent encounters. This technology helps accurately identify mother-calf pairs and calves without a mother, as the difference in size is clearly discernible from above. UAV can be used to watch gray whales in their natural habitat with a minimum disturbance to the animals, find their feeding locations throughout the season of field surveys, and acquire credible data on calves' weaning and transition to independent feeding. UAVs make it possible to determine frequency of whales' blows, which can be used to evaluate animal's behavior. UAV-collected data may also help identify potential hazards to gray whales posed, for example, by the lost fishing nets.

The long-term photo-identification study of gray whales yielded valuable information about these animals in the waters off the northeastern coast of Sakhalin Island, used by them as a feeding ground during the summer-fall season. The advantage of a long-term monitoring program is that more information is collected about individual whales, which allows a more thorough analysis of whales' movement patterns and utilization of the feeding area.

The photo-identification (Photo-ID) effort in 2017 is a continuation of the long-term activities conducted under the Joint Program of Exxon Neftegas Ltd. and Sakhalin Energy Investment Company Ltd.

In this review, we discuss the advantages of using UAVs for a photo-identification and describe a potential new way to collect the data for further research on the Sakhalin gray whales.

From 2002 through 2013, photo- and video-identification of gray whales was conducted by one vessel-based team using inflatable motor boats. In 2014–2015, an on-shore camp was established for the second Photo-ID team going to sea on small boats, as well as for the vehicle-based teams who collected photos directly from the shore. The southern and northern vehicle-based teams, while moving along the shoreline in both directions, simultaneously collected data on animals feeding in shallow waters; the teams working on boats collected the Photo-ID data in deeper waters of Piltun and Offshore feeding areas. In 2016 season the use of UAVs for the whales Photo-ID was successfully tested. During the following season (2017) the southern and northern vehicle-based teams began to use UAVs as an additional mean in their Photo-ID work. The lack of disturbance to gray whales

и северная береговые автомобильные группы, перемещаясь вдоль побережья, собирали данные о животных, кормящихся на мелководье, а команды, работающие с лодок, вели съемки в более глубоких водах Пильтунского и Морского нагульных районов. После успешного опробования возможностей БПЛА в 2016 г. южная и северная автомобильные команды использовали БПЛА в 2017 г. как дополнительное средство для фотосъемки китов. Отсутствие фактора беспокойства при регистрации с высоты полета дает возможность наблюдать за питанием и поведением серых китов в естественных условиях.

На шельфе о. Сахалин береговые автомобильные исследования (БА) охватывают акваторию одного из двух традиционных районов летне-осеннего нагула китов – Пильтунского (52°40’–53°30’ с.ш.), простирающегося вдоль берега у зал. Пильтун на 120 км, где киты питаются преимущественно на глубинах менее 20 м.

Работы по БА фотоидентификации проводились на юге и севере Пильтунского нагульного района и охватывали область от 52°31,415’ с.ш. на юге до 53°22,516’ с.ш. на севере и от 143°14,397´ в.д. на западе до 143°20,816´ в.д. на востоке (рис. 1).

В 2017 г. в сборе материалов с применением БПЛА принимали участие две группы фотоидентификации, базирующиеся в лагерях, расположенных на побережье. Перемещаясь вдоль берега на автомобилях и наблюдая за поверхностью моря, при встрече с китами команды проводили съемки непосредственно с берега. Исследования в 2017 г. проводились со 2 июля по 29 сентября.

Работы БА по фотоидентификации выполнялись при благоприятных погодных условиях: обязательная видимость более 500 метров, ветер не более 5 баллов по шкале Бофорта. В 2017 г. для целей фотоидентификации стали использоваться БПЛА DJI Phantom 4Pro. С их помощью получались фотографии высокого качества в формате JPEG с максимальным разрешением 5472 x 3648 пикселей, а также видеозаписи в формате 4K с разрешением 3840 x 2160 пикселей. Зачастую для съемки китов одновременно использовались как фотокамера с берега, так и БПЛА. Во время работы один из членов группы выступал в роли корректировщика и помогал оператору в поиске китов, которые находились далеко от береговой линии. В большинстве случаев съемка с помощью летательных аппаратов осуществлялась на расстоянии около 800 м от берега при стандартной высоте полета 8 м.

Подробно методика проведения БА фотоидентификации описана в отчете 2016 г. (Яковлев и др. 2017).

while using UAVs to photograph them (given standard altitude of a flight) allows us to observe natural behavior of whales.

On the Sakhalin shelf, the on-shore vehicle-based surveys cover the waters of Piltun feeding area (52°40’–53°30’ N, adjacent to Piltun Bay), which is one of the two traditional summer-fall feeding grounds. The area is stretching 120 km along the coast, where the whales are feeding typically at depths shallower than 20 m.

The exact boundaries of research covered area are: 52°31.415’ - 53°26.516’ N and 143°14.397´ - 143°20.816´ E as shown on the Figure 1.

In 2017 season, two vehicle-based teams (with the base in the on-shore camps) participated in collection of photo-ID data using UAVs. While moving along the shore and watching the sea surface, the teams took photographs of sighted whales directly from the shore. In 2017, these surveys continued from July 2 to September 29.

The on-shore vehicle-based teams conducted their photo-ID operations under favorable weather conditions: a visibility over 500 m and a wind force less than 5 by Beaufort scale. In 2017, DJI Phantom 4Pro UAVs were used to collect photo-ID data. This enabled the teams to take high-quality JPEG images with a maximum resolution of 5472 × 3648 pixels, as well as 4K video footage with 3840 × 2160 pixels. Whales were often photographed using both a shore-based photo camera and a UAV at the same time. During the survey, one of the team members acted as a spotter and helped the UAV operator to find whales that were far off-shore. In most cases, the UAVs took photographs being at a distance of approximately 800 m from the shore and at a standard altitude of 8 m.

A detailed description of the on-shore vehicle-based photo-ID operations is provided in the 2016 Report (Yakovlev et al. 2017).

The shore-based teams used Fujinon 7×50 binoculars and Celestron 20-60×60 mm spotting scopes to scan the sea surface to find whales. All data were recorded and saved based on a standard for all teams’ protocol.

After the end of the season, all photos were sorted and identified in the laboratory, to match it to a certain individual. Since unique body markings (used by the experts) are frequently covered by water, the dataset was supplemented with photographs of whales taken from above using the UAVs. As a result, the fifth aspect, “Back”, was added to the whales’ catalogue.

Во время работы в поле группы использовали бинокли Fujinon 7 x 50 и зрительные трубы Celestron 20-60 x 60mm для сканирования поверхности моря с целью обнаружения китов для их последующей съемки. Все данные регистрировались и сохранялись согласно общему протоколу для всех групп.

При лабораторной обработке фотографий изучался каждый полученный за сезон снимок с целью определения его соответствия определенной особи. С применением БПЛА возникла необходимость пополнения каталога фотографиями тела китов, снятыми с высоты, т.к. известные экспертам уникальные метки особей оказываются скрытыми под водой. Таким образом, у китов в каталоге появился новый пятый аспект – Back. Для пополнения каталогов снимками с БПЛА выбирались фотографии спинной поверхности животных за дыхалом, которые существенно помогали в дальнейшей идентификации.

Развитие науки и технологий позволяет широко использовать БПЛА в самых разнообразных сферах хозяйственной деятельности. Большое развитие они получили в морской практике (de Sousa et al. 2015). Благодаря значительному уменьшению размеров данных устройств, снижению их стоимости, продолжительности автономной работы, высокому качеству получаемых изображений, оперативности и простоте их управления, облегченные модели стали использовать при изучении и мониторинге самых разнообразных животных (Chabot and Bird. 2015), в том числе и для исследований самых разнообразных морских млекопитающих (Jones at al., 2006; Koski et al. 2009). Широко известны работы о применении БПЛА для исследования здоровья морских млекопитающих, например, при заборе проб выдыхаемого воздуха из фонтанов (Acevedo-Whitehouse et al. 2010).

Достаточно эффективно ученые используют летательные аппараты в исследованиях поведения крупных китов. Данный метод оказался весьма результативным и перспективным при изучении пар «мать-детеныш» серого кита, синего кита, финвала и косатки у берегов Калифорнии (Smultea et al. 2017). В наших исследованиях по серому киту мы также получили дополнительные возможности при определении детенышей и их матерей, так как, кроме близкого взаимодействия и очевидной разницы в размерах особей, мы наблюдали кормление сеголеток матерями, что позволяет точно установить пару.

В 2017 г. фотоидентификационные исследования БА группами проводились в районе, примыкающем к заливу Пильтун на северо-восточном шельфе о. Сахалин

When adding UAV-taken photos to the catalogues, researchers selected images showing the surface of animal's back behind the blowhole, which proved to be very helpful in the subsequent identification.

The advances in science and technology allow extensive use of UAVs for a variety of economic and research purposes. Now these devices are particularly widely applied in offshore activities (de Sousa et al. 2015). As UAVs are becoming increasingly smaller and cheaper with the simultaneous increase in flight duration, quality of images, operational efficiency, and ease of control, their lighter versions have found use in studies and monitoring of various animals (Chabot and Bird 2015), including many marine mammal species (Jones at al. 2006; Koski et al. 2009). There are well known publications on the use of UAVs for studying health condition of marine mammals, for example, by taking samples of air exhaled during a whale surfacing (Acevedo-Whitehouse et al. 2010).

Scientists successfully use UAVs to study behavior of large whales. The method proved to be quite efficient and promising in the study of mother-calf pairs in the gray whales, blue whales, fin whales, and killer whales off the California coast (Smultea et al. 2017). In our gray whale studies, we also obtained additional opportunities in finding calves and their mothers. Since, in addition to close interactions and the evident difference in the size of individuals, we were observing mothers feeding calves of the year, which allowed accurate identification of a pair.

During the field work in 2017 our vehicle-based photo-ID study covered the whole coast along the Piltun Bay (Fig. 1). A total of 532 individuals (including re-sightings) were photographed (field data). For general information on the efforts of the vehicle-based teams and the numbers of animals recorded see Table.

The total number of photographs obtained was 16,490, including 4,503 photos taken from UAVs. The two teams together identified 52 whales.

Results of UAV operation by the two teams for photo-ID varied. The following analysis has shown that the southern team identified a total of 34 individuals using a UAV, and all of them were also photographed with the shore-based camera (47 whales). The northern team demonstrated better results of UAV with a total of 31 whales identified vs. 25 individuals photographed with the shore-based camera, which means that 6 whales not recorded from shore (these data include re-sightings). The above difference in the efficiency can probably be

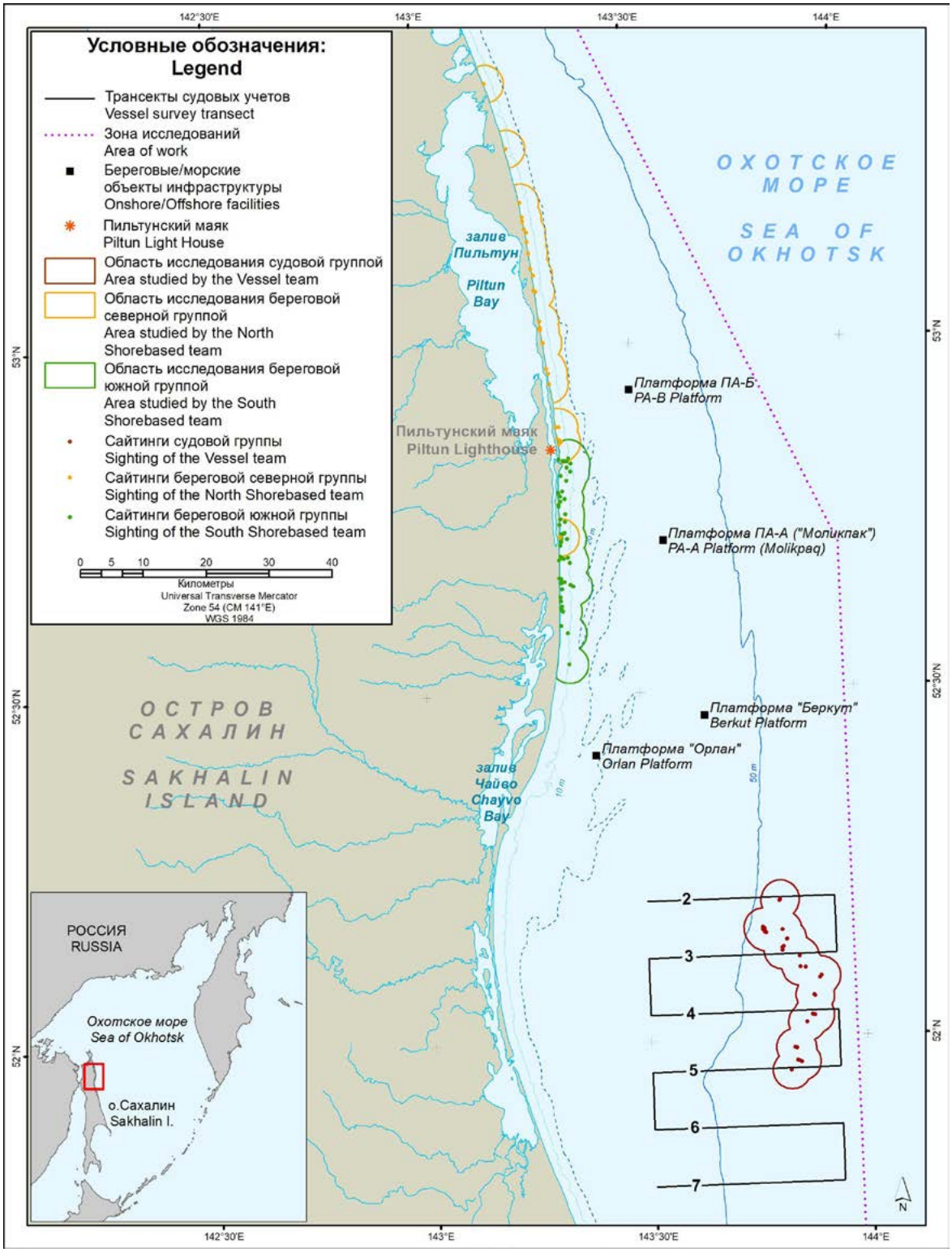


Рис. 1. Районы работ полевых групп и места встреч серых китов вдоль северо-восточного побережья о. Сахалин в 2017 г.

Fig. 1. The area of field work of the on-shore vehicle-based teams and the gray whale sightings along the northeastern coast of Sakhalin Island in 2017.

Таблица. Объем работ по фотоидентификации, сделанных двумя автомобильными группами у о. Сахалин в 2017 г. (полевые данные)
Table. Efforts on photo-identification made by the two vehicle-based teams off Sakhalin Island in 2017 (field data)
*рабочие дни: БФС – береговая фотосъемка/БПЛА – фотосъемка с помощью беспилотных летательных аппаратов.
*Work days: OPS, on-shore photo surveys; UAV, photo surveys using an unmanned aerial vehicle

Район работ Area of operations	Южная автомобильная группа Southern vehicle-based team				Северная автомобильная группа Northern vehicle-based team			
	рабочие дни* БФС/БПЛА / Work days* OPS/UAV	кол-во миссий/ Number of surveys	кол-во групп / Number of whale groups	кол-во китов / Number of whales	рабочие дни* БФС/БПЛА / Work days* OPS/UAV	кол-во миссий/ Number of surveys	кол-во групп / Number of whale groups	кол-во китов / Number of whales
Пильтун Piltun	71/53	79	190	423	65/39	101	72	109

(рис.1). В Пильтунском районе были отсняты 532 особи с учетом повторных встреч (полевые данные). Общие сведения по усилиям береговых автомобильных групп и зарегистрированным животным представлены в Таблице.

Всего за полевой сезон было отснято 16490 фотографий, из них с БПЛА - 4503. Двумя береговыми группами было зарегистрировано 52 особи.

Эффективность использования летательных аппаратов северной и южной группами для съемки серых китов была разной. По итогам лабораторной обработки было идентифицировано 34 особи, отснятых при помощи БПЛА южной группой, и все они регистрировались также и при фотографировании с берега (47 китов). Для северной группы результат съемки с использованием БПЛА был лучше (31 кит), чем с берега (25 китов), т.е. были получены снимки шести китов, не зарегистрированных при проведении береговой фотоидентификации (данные приводятся с учетом повторных встреч). Разница в эффективности, возможно, объясняется более удаленным расположением животных от берега в северной части Пильтунского района нагула.

Составление ежегодных и главного каталогов серых китов является одной из задач фотоидентификации. От полноты задокументированных в них аспектов зависит качество определения китов при последующих встречах с ними. В каталоге не для всех китов имеются фотографии по всем четырем аспектам (т.е. фотографии правой и левой стороны тела, спинной и брюшной поверхностей хвостового плавника). Вероятность получения фотографий по всем доступным

explained by the fact that in the northern part of the Piltun feeding area, the whales were found at greater distances from the shore.

Compiling the annual and main Gray Whale Catalogues is one of the objectives of the photo-ID study. The quality of a gray whale identification in subsequent sightings depends on the availability of the complete set of its aspects documented in the catalogues. Not every whale in the catalogue has photos of all four aspects (i.e. right side, left side, dorsal fluke, and ventral fluke). The probability of obtaining images of all aspects for each whale increases each year, as more photographs are added to the catalogue.

The materials collected using UAV are an excellent addition to the previously used methods. Images taken from above have greatly improved the quality of photographic material. This method allows using a new body aspect for subsequent identification and provides the opportunity to identify even completely submerged whales in photographs, provided that the water was clear.

It became possible to add to the catalogue photos of the dorsal and ventral surfaces of flukes of young whales, found only in the Piltun feeding area, because in shallow water they almost never raise their flukes above the surface. Out of the total 52 individuals identified in the Piltun area from the shore, 41 whales were also photographed from above. They had the additional “Back” aspect added to them in the catalogue, which will help identify other photos taken from above. All nine calves recorded in 2017 were also photographed

Рис. 2. Пара «мать-детеныш», сфотографированная 23 августа 2017 г.
Fig. 2. A mother-calf pair photographed on August 23, 2017.

аспектам для каждого из китов увеличивается из года в год по мере того, как в каталог добавляются новые фотографии.

Материал, полученный с использованием БПЛА, является отличным дополнением к ранее используемым методам сбора данных. Съёмки с высоты значительно повысили качество фотоматериала. Этот метод позволяет использовать новые аспекты тела для последующего определения, а также предоставляет возможность идентификации китов под водой при условии прозрачности среды.

Была получена возможность дополнить каталог фотографиями спинной и брюшной поверхностями хвостового плавника для молодых китов, встречающихся только в Пильтунском районе, поскольку в условиях мелководья они его почти не выставляют над водой. Из 52 двух особей, идентифицированных в Пильтунском районе, 41 была также отснята с высоты. Они получили дополнительный аспект “Back” в каталоге, что впоследствии облегчит определение фотографий, полученных таким образом, т.к. часто известные нам метки определения скрыты под водой. Все девять зарегистрированных в 2017 г. детенышей были сфотографированы с помощью БПЛА и получили в каталоге соответствующие описания. У восьми детенышей

using UAVs and were given relevant descriptions. Photographs of the dorsal fluke surface were added for eight calves; photographs of the ventral fluke surface added only for two calves.

The UAV-based photo-ID has extended the opportunities for grey whales identification, as some animals were often found submerged and did not surface high enough. Such individuals can be identified provided that the water is clear enough. For example, one mother (KOGW050) was photographed only once during the season, but was surfacing very low with not a lot of the body visible, however, a thorough study of available photographs taken in the other years enabled her identification.

UAV-based surveys are of particular value for photographing mother-calf pairs and single calves sighted without mothers. Aerial photography showed the significant difference in the body length between calves and adult whales (Fig. 2). A mother whale can be reliably identified by her close interaction with a suckling calf throughout the observation period. Thus, calves and their mothers can be identified with much greater accuracy. All attributes of calves are clearly discernible, which helps reliably identify a calf even when found without its mother.

появились изображения спинной поверхности хвостового плавника, а у двух – брюшной.

Фотоидентификация с использованием БПЛА расширила возможность регистрации китов, так как часто животные находились под водой и не показывались на поверхности. При условии прозрачности воды таких особей возможно было определить. Например, самка KOGW050 была сфотографирована за сезон только один раз, за все время съемки она ни разу не показала тело над поверхностью воды, но тщательное изучение доступных фотографий за все годы позволило ее идентифицировать.

Съемки, проводимые с БПЛА, имеют особую ценность при фотографировании пар «мать-детеныш» и одиноких детенышей, встреченных без матерей. Фотографирование с высоты показало достоверную разницу в длине тела между детенышами и взрослыми китами (рис.2). Тесное взаимодействие между матерью и сосунком на протяжении длительного времени наблюдений дает возможность точно определить мать. Таким образом, достоверность определения детенышей и их матерей значительно повышается. Все признаки детенышей хорошо различимы и это позволяет точно определить малыша, даже если он был идентифицирован без матери.

В 2017 г. было зарегистрировано 6 пар «мать-детеныш» и 3 детеныша без матерей. Первая пара «мать-детеныш» была зарегистрирована 7 июля, последняя – 23 августа. В дальнейшем все идентифицированные детеныши регистрировались только в детских группах. Детеныши без матерей встречались неоднократно, как рядом с чужой матерью, так и в детских группах, поэтому они с большей уверенностью могут быть отнесены к детенышам.

Наши многолетние наблюдения указывают на то, что детеныши переходят к независимому от матери самостоятельному плаванию с июля по сентябрь (Тюрнева и др. 2015). В соответствии со сведениями, полученными Богословской (1966) для серых китов в водах шельфа Чукотки, дифференциация по возрасту в группах начинается в июле - августе, когда детеныши покидают своих матерей и собираются в группы на самых мелководных участках, богатых пищей.

С использованием БПЛА мы получили возможность регистрировать переход детенышей от вскармливания материнским молоком к самостоятельному питанию. Первая точка питания малыша в паре с матерью была отмечена 10 июля. К середине августа уже все идентифицированные детеныши могли самостоятельно добы-

Six mother-calf pairs and three calves without a mother were sighted in 2017. The first mother-calf pair was recorded on July 7; the last pair, on August 23. After that, all identified calves were sighted only in “calf groups”. Calves without mothers were found repeatedly, both in the company of other mothers and in calf groups, and, therefore, they can be more confidently determined.

Our long-term observations show that calves become independent from their mothers during the period from July to September (Tyurneva et al. 2015). According to the data obtained by Bogoslovskaya (1966) for gray whales in the waters off Chukotka Peninsula, the differentiation of groups by age begins in July and August, when calves leave their mothers and gather in groups in the shallowest waters rich in food.

UAV enabled us to register calves’ switch from milk to independent feeding. The first feeding location of a calf in a pair with its mother was recorded on July 10. By mid-August, all of the identified calves were able to feed on their own. All newly independent calves were feeding on their own from the first day of seen separately.

UAV-based video footage of some individuals can provide new, more accurate quantitative data about some features of whales’ feeding behavior. One adult whale (KOGW220, 5 year of age), for example, was sighted at 21:05 on September 16. The video recording lasted for 14 minutes until 21:19. During that period, the whale made 8 feeding dives, which means that the average time the whale spent for each dive (to go to the bottom, grab a mouthful and flush it) was 1.75 minutes. Feeding “patches” were recorded from the first discharge of mud.

The use of UAV also allows to obtain a new information on how whales use the feeding grounds during the season. Clouds of mud discharged by a whale in clear water are easily discernible from above. Over the 2017 field season (from early June to late September), the northern and southern vehicle-based teams sighted 115 such feeding locations using UAVs. Figure 3 shows the feeding intensity in the northern and southern parts of the Piltun area. In July and August, the whales were feeding predominantly in the southern part, but in September, the number of sightings of whales feeding in the north significantly increased and approached the level observed in the south.

The video materials can be successfully used to evaluate whales’ behavior, stability of aggregations, age class,

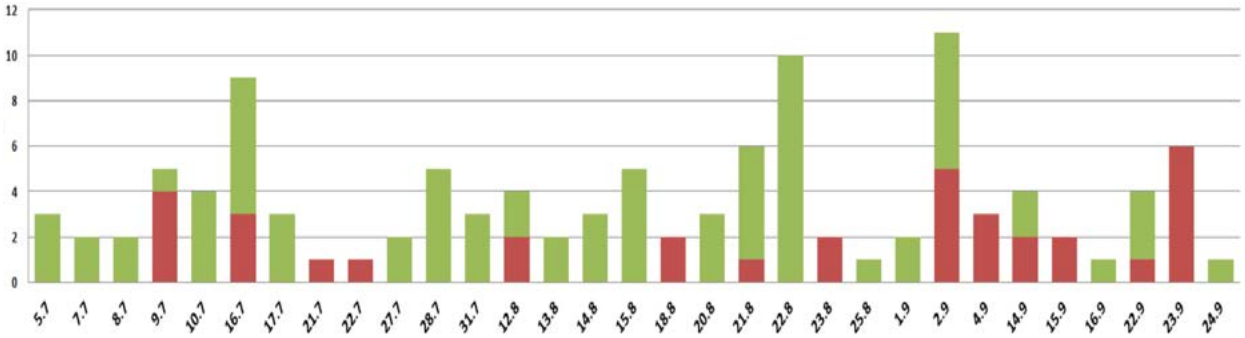


Рис. 3. Регистрация точек питания серых китов при съемках с БПЛА в течение полевого сезона 2017 г. Ось X – дата, ось Y – количество точек питания; красным – северный Пильтун, зеленым – южный Пильтун
Fig. 3. Gray whale feeding locations registered with UAV during the 2017 field season. X axis – Date, Y axis – Number of feeding points, total. Red – northern Piltun, green – south Piltun.

вать пищу. Все детеныши, встреченные без матерей, были способны питаться самостоятельно с первых дней их регистраций.

При видеосъемке отдельных особей с высоты полета БПЛА возможно получить новые более точные количественные данные об особенностях кормового поведения китов. Например, пятилетний кит KOGW220 был зарегистрирован 16 сентября в 21:05. Съемка продолжалась 14 минут до 21:19. За это время кит сделал 8 нырков для забора пищи, т.е. среднее время для каждого погружения и захвата грунта с последующим выбросом составило 1,75 мин. Регистрация пятен питания проводилась по первому грязевому выбросу.

Применение БПЛА позволяет получить новые сведения об использовании кормовых районов серыми китами в период нагула. При наблюдениях с высоты в прозрачной воде хорошо заметны грязевые пятна, которые выбрасывает кит. За полевой сезон 2017 г., с начала июля по конец сентября, северной и южной береговыми группами с помощью беспилотных аппаратов было зарегистрировано 115 точек питания. На рисунке 3 показана интенсивность питания в северной и южной части Пильтунского района. В июле и августе киты кормились преимущественно в южной части, но в сентябре количество регистраций питающихся китов на севере значительно увеличилось и приблизилось по значениям к южным.

Полученные видеоматериалы можно успешно использовать для оценки поведения китов, стабильности их группировок, в том числе возрастных, а также определять продолжительность взаимодействия меж-

and the duration of contacts between individuals such as, for example, a mother nursing her calf.

In addition to monitoring and photography, UAV can also be deployed for identifying potential hazards to gray whales such as lost fishing gear.

Like all other photo-ID methods, UAV-based photography has its disadvantages too. In addition to the dependence on weather conditions, there is also a dependence on clarity of water. A UAV operator has limited possibilities of searching for whales and has to send the UAV to the whales only sighted from the shore. The method is poor in evaluating the body condition of individual whales. UAVs have limited flight duration, which does not allow collection of the data at a large distance from the researcher's position.

With more data collected, further use of UAV for photo-ID surveys will provide new opportunities in the study of the Sakhalin gray whale feeding aggregation. One of the key advantages of unmanned aerial vehicles is that they enable observation of gray whales in their natural habitat with a minimum disturbance to the animals.

ду особями, например, во время кормления матерью детеныша.

Кроме наблюдений и фотографирования, возможно использование БПЛА для отслеживания потенциальных рисков для серых китов, например, брошенных рыболовных орудий лова.

Как и все методы фотоидентификации, метод с использованием БПЛА имеет кроме преимуществ и свои недостатки. Кроме зависимости от погодных условий добавляется зависимость от прозрачности водной среды. Оператор БПЛА ограничен в возможности поиска китов и вынужден направлять аппарат к тем животным, которые видны с берега. Метод дает мало возможностей оценить упитанность особей. Использование дронов ограничено во времени, что не позволяет собирать фото- и видеоданные на значительном удалении от точки расположения исследователя.

Дальнейшее использование БПЛА для целей фотоидентификационных исследований при накоплении данных дает новые возможности в изучении сахалинской группировки серых китов. Одним из главных достоинств применения беспилотных летательных аппаратов является возможность наблюдать серых китов в естественных условиях, сводя факторы их беспокойства к минимуму.

Список использованных источников / References

Богословская Л.С. 1966. Серые киты. Природа, № 12, стр. 47–60. [Bogoslovskaya, L.S. 1966. Gray whales. Priroda, 12: 47–60].

Тюрнева О.Ю., Яковлев Ю.М., Вертянкин В.И., Швецов Е.П. 2014. Регистрация детенышей серых китов (*Eschrichtius robustus*) на шельфах о. Сахалин и п-ова Камчатка и возврат молодняка в районы нагула (2003–2013 гг.). В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр. VIII междунар. конф., М.: СММ, 2: 221-229. [Tyurneva O.Yu., Yakovlev Yu.M., Vertyankin V.I., Shvetsov E.P. 2014. Gray whale (*Eschrichtius robustus*) calves sightings and return of young animals to the feeding areas off Sakhalin Island and Kamchatka Peninsula in 2003–2013. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the VIII Intl. conf., M.: MMC, 2: 221–229.]

Acevedo-Whitehouse K., Rocha-Gosselin A., Gendron D. 2010. A novel non-invasive tool for disease surveillance of free-ranging whales and its relevance to conservation programs. Animal. Concerv., 13: 217–225. doi: 10.1111/j.1469-1795.2009.00326.x

Chabot D., Bird D.M. 2015. Wildlife research and management methods in the 21st century: where do unmanned aircraft fit in? Journal of Unmanned Vehicle Systems, 3(4): 137–155.

de Sousa J.B., McGuillivary Ph., Vicente J., Bento M.N., Morgado J.A.P., Bencatel R.A.G., de Oliveira P.M. 2015. Unmanned aircraft systems for maritime operations. In: Handbook of unmanned aerial vehicles (K.P. Valavanis, G.J. Vachtsevanos, eds.), Dordrecht: Springer, p. 1–3022. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9707-1_75

Jones G.P., Pearlstine L.G., Percival H.F. 2006. An assessment of small unmanned aerial vehicles for wildlife research. Wildlife Society Bulletin, 34(3): 750–758.

Koski W.R., Allen T., Ireland D., Buck G., Smith P.R. et al. 2009. Evaluation of an unmanned airborne system for monitoring marine mammals. Aquatic Mammals, 35(3): 347–357.

Smultea M.A., Fertl D., Bacon C.E., Moore M.R., James V.R., Würsig B. 2017. Cetacean mother-calf behavior observed from a small aircraft off Southern California. Animal Behavior and Cognition, 4(1): 1–23. doi: 10.12966/abc.01.02.2017.

Уличев В.И., Дудакова Д.С.

Изменение численности ладожской нерпы (*Pusa hispida ladogensis*) на линных залежках в зависимости от гидрологических факторов

Институт озероведения Российской академии наук (ИНОЗ РАН), Санкт-Петербург, Россия

Ulichev V.I., Dudakova D.S.

Variations in abundance of the Ladoga ringed seal (*Pusa hispida ladogensis*) on the molting haul-outs depending on hydrological factors

Institute of Limnology of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-353-357

Плотность численности тюленей Ладожского озера в разные сезоны года определяется целым рядом факторов природной среды. К наиболее значимым факторам следует отнести как состояние ледового покрова, так и изменение уровня воды в озере. Малое количество современных данных по биологии и экологии ладожской кольчатой нерпы (*Pusa hispida ladogensis* Nordquist, 1899) говорит о необходимости проведения исследований данного подвида. Кольчатая нерпа является пагетодным (льдолюбивым) видом, но значительная часть его годового цикла связана с образованием скоплений на суше. Эти скопления формируются как непосредственно по берегам озера и островов, так и на отдельных камнях («лудах»), главным образом в северной части Ладожского озера. Кроме того, северный (шхерный) район озера также используется нерпой в сезон размножения и линьки. Указанные особенности биологии вида позволяют при работах в шхерном районе получить данные о большей части популяции. При исследовании необходимо учитывать наличие природных, в частности, гидрологических факторов, которые могут непосредственно воздействовать на места обитания тюленей и их жизненный цикл (линьку) вследствие подъёма уровня воды и затопления береговой линии.

Цель исследования: выявить влияние гидрологических факторов на изменение численности тюленей в восточной части шхерного района Ладожского озера в период линьки животных.

The density of seals in Lake Ladoga in different seasons during a year is determined by a number of environmental factors. The most significant factors include both a state of the ice cover and changes in the water level in the lake. The small amount of modern data on the biology and ecology of the Ladoga ringed seal (*Pusa hispida ladogensis* Nordquist, 1899) suggests the necessity to study this subspecies. Ringed seals are a pagophilic (ice-bound) species, but a significant part of its annual cycle is associated with the formation of aggregations on dry land. These aggregations are formed directly on the lake shores and on the islands, as well as on individual rocks (locally referred to as “luda”), mainly in the northern part of Lake Ladoga. In addition, the northern (skerry) area of the lake is also used by seals during the breeding and molting seasons. Working in the northern area make it possible to collect data for the major part of the population. While conducting a study, it is important to take into account the natural (hydrological) factors that could directly affect the seals habitats and life cycle (molting) due to the rising water levels and flooding of the coastline.

The goal of our study was to identify the impact of hydrological factors on changes in seals abundance in the eastern part of the skerries of Lake Ladoga during their molting period.

Field studies were conducted in the skerry area of Lake Ladoga in May 2016–2018. The work was

Таблица. Кадастр локальных мест обитания ладожских тюленей
Table. Catalog of local habitats of Ladoga seals

№	Географическое название места обитания Geographical name of the habitat	Тип, форма рельефа (луда, риф) Type, landform (luda, reef)	Состояние геоморфол. объекта (затоплен?) State of geomorphological object (flooded?)	Коли-чество особей Number of seals	Географические координаты Geographical coordinates
1	О. Райпатсаари Raiptsaari Island	Каменистая отмель – луда Rocky shoal, luda	Над «водой» Above “water”	67	61°36′N 31°01′E

Полевые исследования проводились в шхерном районе Ладожского озера в мае 2016-2018 гг. Работы осуществлялись в местах наибольшего вероятного скопления животных на линных залежках. Проводился подсчет численности животных с борта судна и с помощью БПЛА (Уличев, Дудакова и др. 2018) при прохождении судна по стандартному маршруту: пос. Хийденсельга – залив Халинселькя – о-в Пелотсаари – о-в Ристисаари (Крестовый) – о-ва Райпатсаари и Лусиккайнлуото. На островах Райпатсаари и Лусиккайнлуото помимо этого проводился учёт (с помощью бинокля, фото- и видеоаппаратуры) нерпы непосредственно с берега островов с подветренной стороны.

С целью выявления участков, которые потенциально пригодны для залегания кольчатой нерпы по всей акватории Ладожского озера, и оценки степени их используемости животными по материалам сезона 2015-2018 гг. авторами создаётся кадастр локальных мест обитаний тюленей (постоянных и временных группировок животных) с учётом изменений гидрологического режима озера (по показателю «уровень Ладожского озера») и береговой линии, потенциально пригодной для залежек тюленей. При составлении кадастра применялись схемы, используемые для регистрации тюленя ларга (*Phoca largha* Pallas, 1811) на побережье Японского моря (Волошина 2007). Примерный план кадастра мест обитания представлен в Таблице.

Характеристика каждого места обитания животных представляет подробное геоморфологическое описание рельефа береговой зоны с выявлением сезонных и годовых различий, при этом особое внимание уделяется участкам линьки и отдыха тюленей – это каменистые и песчаные отмели – луды, рифы.

carried out in the areas of supposedly maximum concentrations of animals at the preferred molting haul-outs. The animals were counted from a vessel and by means of an unmanned aerial vehicle (UAV) (Ulichev, Dudakova et al., 2018) during a standard vessel route: the village of Hiidenselka – Halinselka Bay – Pellotsaari Island – Ristisaari (Crestovii) Island – Raipatsaari and Lusikkainluoto islands. In addition, observations and counts of seals at Raipatsaari and Lusikkainluoto islands were made directly from the shores of the islands on the leeward side (using binoculars and photo- and video recording equipment).

To identify the sites potentially suitable for ringed seals to haul out in Lake Ladoga and the level of occupancy of these sites by animals, authors compiled (based on the materials of the seasons 2015–2018) a Catalog of the local seals habitats (for permanent and temporary groups). We took into account variations in the hydrological regime of the lake (the parameter “level of Lake Ladoga”) and the coastline potentially suitable for hauling out of seals. The protocol for registration of larga seals (*Phoca largha* Pallas, 1811) in the Sea of Japan (Voloshina, 2007) was applied to create our Catalog. A general form of the Catalog of Habitats is presented in the Table.

Characterization of each animals habitat includes a detailed geomorphological description of the coastal zone topography with a specification of the seasonal and annual differences; special attention is paid to the sites used by seals to molt and rest, which are rocky and sandy shoals such as ludas and reefs.

During the spring field season 2017, the total number of animals recorded along our standard route was much

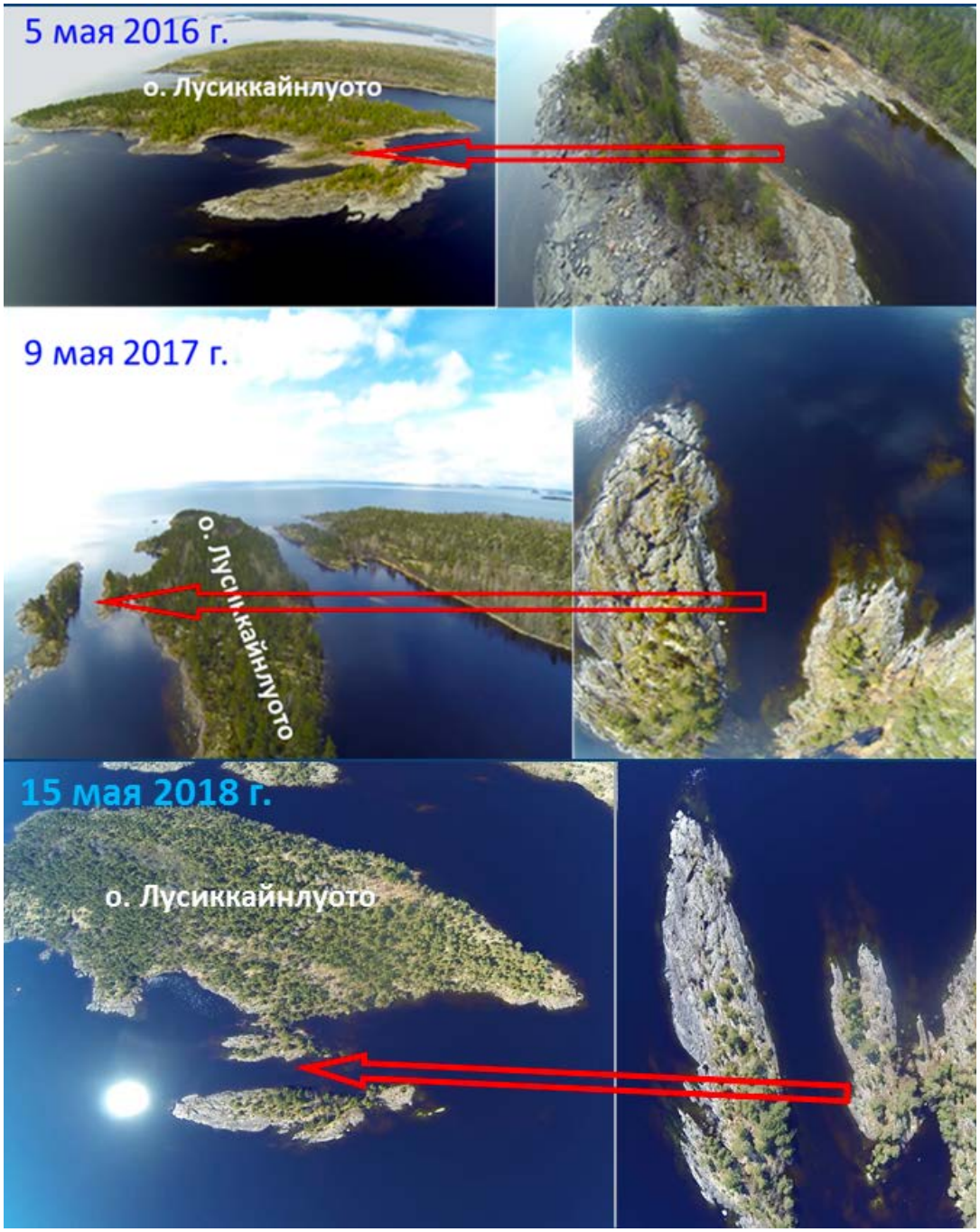


Рисунок. Северо-восточный берег о. Лусиккайнлуото в мае 2016 - 2018 г.
Примечание: Стрелка указывает на «перемычку» между большой основной частью острова и его малым участком
Figure. Northeastern shore of Lusikkainluoto Island in May 2016–2018.
Arrow indicates the “bridge” between the large main part of the island and its smaller part.
5 мая 2016 г. – May 5, 2016
9 мая 2017 г. – May 9, 2017
15 мая 2018 г. – May 15, 2018
о-в Лусиккайнлуото – Lusikkainluoto Is.

В весеннем полевом сезоне 2017 г. при учете численности с наблюдаемой части акватории, при прохождении стандартным маршрутом, удалось зафиксировать гораздо меньшее количество особей (72 особи) по сравнению с 2015-2016 гг. (135 и 231 особь соответственно). Это связано, скорее всего, с изменившимися гидрологическими условиями, т.е. с подъёмом уровня воды и затоплением мест линьки животных. Изменение уровня воды, связанное с увеличением доли притока (83-89%), количеством осадков (11-15%) в приходной части баланса в многоводные годы (Доганoвский и др. 2013) и спецификой весеннего таяния льдов в Ладожском озере, непосредственно определяет расположение мест весенней линьки тюленей. Так, в начале мая 2017 г. уровень воды в шхерном районе был значительно выше по сравнению с двумя предыдущими годами; многие каменистые отмели и луды в районе островов Райпатсаари и Лусиккайнлуото, которые нерпы обычно используют для линных залёжек, оказались затопленными. Примером может служить образование пролива между частями о. Лусиккайнлуото, в предыдущие годы соединенных между собой (Рис.). Вероятно, по этой причине весной 2017 года количество зарегистрированных особей (26 экземпляров) в данном квадрате было ниже предыдущих лет. В 2018 году уровень воды был еще выше, и здесь было встречено максимально низкое количество животных – 6 экземпляров. Сыграло роль также то, что в исследуемом районе в 2018 г. вместо обычного ледового покрова был сформирован т.н. «кислый лед», на котором животные не могли размещаться не проваливаясь. Данный участок акватории освободился ото льда раньше открытой части южнее островов, что необычно для этого района. При таких неблагоприятных условиях кольчатые нерпы используют для линьки более обширную акваторию с мелкими шхерными островами, на которых фактор беспокойства (хищники и др.) может быть сведён к минимуму.

Таким образом, при общей оценке состояния популяции ладожской нерпы отмечено влияние гидрологических факторов, которые могут воздействовать на численность, место обитания и жизненный цикл животных, в частности, таких как колебание уровня воды вследствие изменения гидрологического режима в Ладожском озере и тип ледового покрова. Количество животных на линных залежках в шхерном северо-восточном районе Ладожского озера весной 2017-2018 гг. по сравнению с 2016 г. значительно сократилось по причине подъёма уровня воды и затопления участков суши, пригодных для линьки.

lower (72 individuals) compared to those in 2015 and 2016 (135 and 231 individuals, respectively). This is most likely related to the changes in hydrological conditions, i.e. increase of the water level and flooding of the molting sites. Variations in the water level, associated with the increase in the inflow (83–89%) and rainfall (11–15%) for the incoming part of the balance in high-water years (Doganovskii et al., 2013), as well as the specifics of spring ice melting in Lake Ladoga, directly defines the location of the spring molting sites. Thus, in early May 2017, the water level in the skerry area was significantly higher compared to the previous two years; many rocky shoals and ludas at Raipatsaari and Lusikkainluoto islands, usually used by ringed seals as molting haul-outs, were flooded. The example is a formation of the strait between the parts of Lusikkainluoto Island, which in previous years were connected (Fig.). Probably because of that factor, the number of counted seals (26 animals) in this area in the spring 2017 was lower than in previous years. In 2018, the water level was even higher, and the lowest number of animals was observed (6 individuals). Another factor that also played a negative role in the study area in 2018 was the so-called “loose ice” that formed instead of the usual solid ice cover. On that type of ice animals could not rest without falling through. This part of the area became free of ice earlier than the open waters south of the islands, which is unusual. Under such unfavorable conditions, ringed seals used for molting a larger area with small skerry islands, where the disturbance (like predators’ pressure etc.) can be minimized.

Thus, the general assessment of the status of the Ladoga seal population shows the influence of hydrological factors (fluctuations in the water level due to changes in the hydrological regime in Lake Ladoga and the type of ice cover) that can affect the number, habitat, and life cycle of the animals. In the spring 2017–2018, the number of animals at their molting haul-outs in the Northeastern area of Lake Ladoga decreased significantly compared to that in 2016 due to a rise of the water level and the flooding of sites suitable for molting.

Список использованных источников / References

Волошина И.В. 2007 Береговые тюлени Японского моря. Владивосток: Русский остров, 304 стр. [Voloshina I.V. 2007. The coastal seals and sea lions of the sea Japan. Vladivostok: Russky Ostrov, 304 p. IN RUSSIAN].

Догановский А.М., Мякишева Н.В., Науменко М.А. 2013 Водный баланс и многолетние колебания уровня Ладожского озера В: Ладога (под ред. Румянцева В.А.), СПб.: Нестор-История, с. 124-132 [Doganovsky A.M., Myakisheva N.V., Naumenko M.A. 2013 Water balance and long-term fluctuations in the level of Ladoga Lake. In: Ladoga (V.A. Rumyantsev, ed.), SPb.: Nestor Istorya, p. 124-132. IN RUSSIAN].

Уличев В.И., Дудакова Д.С., Дудаков М.О., Труханова И.С. 2018 Возможное применение технических средств дистанционного зондирования для изучения ладожской кольчатой нерпы *Pusa hispida ladogensis* В: Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тр. IX междунар. конф., М.: СММ, 2: 198-203 [Ulichev V.I., Dudakova D.S., Dudakov M.O., Truhanova I.S. 2018. Possible use of remote sensing facilities in the study ladoga ringed seal, *Pusa hispida ladogensis*, on molting haul-out. In:Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the IX Intl. conf., M.: MMC, 2: 198-203].

Федутин И.Д. [1], Фомин С.В. [2], Филатова О.А. [1], Титова О.В. [2], Бурдин А.М. [2], Хойт Э. [3]

Тихоокеанский белобокий дельфин в акватории Командорских островов и его ассоциации с рыбоядными косатками

1. Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия
2. Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Петропавловск-Камчатский, Россия
3. Общество охраны китов и дельфинов, Вилтшир, Великобритания

Fedutin I.D. [1], Fomin S.V. [2], Filatova O.A. [1], Titova O.V. [2], Burdin A.M. [2], Hoyt E. [3]

Pacific white-sided dolphin in the waters of the Commander Islands and its associations with fish-eating killer whales

1. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Moscow, Russia
2. Kamchatka branch of the Pacific Geographical Institute, Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia
3. Whale and Dolphin Conservation (WDC), Wiltshire, UK

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-357-360

Тихоокеанский белобокий дельфин (*Lagenorhynchus obliquidens*) является многочисленным и широко распространённым видом в Северной Пацифике. Командорские острова находятся на севере его ареала, и до недавнего времени встречи тихоокеанского белобокого дельфина здесь не регистрировались (Рис. 1а). Единичные регистрации приловленных в сети *L. obliquidens* были сделаны в Беринговом море к северу от Командорских островов в ходе японского дрифтерного промысла лосося в 1993-2001 гг. (Артюхин и др. 2010). По всей видимости, в последние годы этот дельфин стал

Pacific white-sided dolphin (*Lagenorhynchus obliquidens*) is an abundant and widespread species in the North Pacific. The Commander Islands are located at the northern edge of its range, and until recently Pacific white-sided dolphin was not registered there (Fig. 1a). Isolated cases of *L. obliquidens* by-catch in salmon gill nets were reported in the Bering Sea to the north of the Commander Islands as a part of the Japanese salmon gillnet fishery in 1993-2001 (Artukhin et al. 2010). Apparently, in recent years, this species began to move much further to the high latitudes, which may

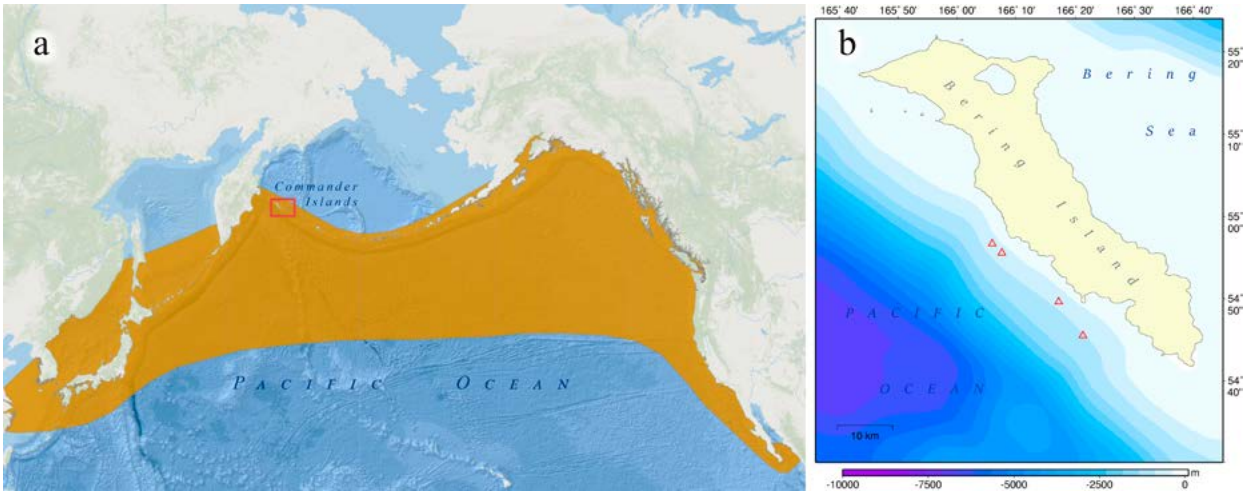


Рис. 1. a) Район проведения исследований и ареал тихоокеанского белобокого дельфина по версии IUCN (Ashe and Braulik 2018).
b) Регистрации тихоокеанского белобокого дельфина (красные треугольники) в прибрежной акватории о. Беринга.
Fig. 1. a) The study area and the range of Pacific white-sided dolphin by IUCN (Ashe and Braulik 2018).
b) Encounters of Pacific white-sided dolphins (red triangles) off Bering Island.

совершать значительно более далёкие заходы в высокие широты, что связывают с потеплением климата в Арктике. Его акустическое присутствие было многократно зарегистрировано в 2013-2017 гг. в северо-восточной части Берингова моря и даже в Чукотском море к северу от Берингова пролива (Seger and Miksis-Olds 2019). В 2013, 2017 и 2018 гг. мы 4 раза встречали представителей этого вида в прибрежных водах Командорских островов (Рис. 1b).

В июле 2013 года мы встретили одиночного тихоокеанского белобокого дельфина в группе рыбоядных косаток. Та же самая особь (идентифицированная по характерной зарубке на спинном плавнике) была встречена в июне 2018 года (Рис. 2) также в группе косаток. В обоих случаях животное в течение нескольких часов наблюдений находилось в тесной группе рыбоядных косаток, перемещалось совместно с ними, повторяя все манёвры группы, погружаясь и выходя на поверхность синхронно с косатками (Рис. 3). Среди косаток, идентифицированных в ходе этих наблюдений, не было отмечено повторных встреч одних и тех же животных. Однако и в первом, и во втором случае в акватории могли находиться другие особи рыбоядных косаток, не отснятые нами. Была ли это персонифицированная ассоциация дельфина с некой конкретной группой косаток, или дельфин примыкает к любым «удобным» косаткам – выяснить пока не представляется возможным. В сентябре 2017 г. дважды были встречены пары тихоокеанских белобоких дельфинов с временным интервалом

be associated with warming in the Arctic region. It has been registered many times through passive acoustic monitoring in 2013-2017 in the north-eastern Bering Sea and even in the Chukchi Sea north of the Bering Strait (Seger and Miksis-Olds 2019). During the period 2013-2018 we have recorded 4 encounters of this species in the coastal waters of the Commander Islands (Fig. 1b).

In July 2013, a single Pacific white-sided dolphin was encountered in the group of fish-eating killer whales. The same individual (identified by a characteristic notch on the dorsal fin) was seen in June 2018 (Fig. 2), also surrounded by the group of killer whales. In both cases, the dolphin was in a dense group of fish-eating killer whales during several hours of observation, it moved along with them, repeating all maneuvers of the group, diving and surfacing in synchrony with the killer whales (Fig. 3). Among the killer whales there were no re-sightings between the two groups (among the animals that were identified). However, there is a possibility that other fish-eating killer whales could be present in the area during both encounters that were not documented. So far it is not clear whether this dolphin had a personal association with the particular killer whale group, or it just joins any ‘suitable’ killer whale group. In September 2017, two pairs of Pacific white-sided dolphins were met with a time interval of 7 days. These dolphins also traveled in parallel line with a group of fish-eating killer whales, at a distance of 100-150 m.

Рис. 2. Повторная встреча идентифицированной особи спустя 4 года 11 мес.
Fig. 2. The re-sighting of the same individual 4 years and 11 months later

Рис. 3. Тихоокеанский белобокий дельфин, встреченный с группами рыбоядных косаток в июле 2013 г. (слева) и в июне 2018 г. (справа).
Fig. 3. The Pacific white-sided dolphin observed with the groups of fish-eating killer whales in July 2013 (left), and in June 2018 (right).

в 7 суток. Дельфины также следовали параллельно с группой рыбоядных косаток, на удалении 100-150 м.

За двенадцатилетний период исследований мы многократно наблюдали межвидовые взаимодействия рыбоядных косаток с такими фоновыми видами морских млекопитающих, как белокрылые морские свиньи и северные морские котики, которые присоединялись к группам косаток и следовали совместно. Однако такие совместные перемещения были недолговременны и, по всей видимости, имели случайный характер. В ходе наших наблюдений тихоокеанских белобоких дельфинов, их ассоциированность с косатками представляется более долговременной и неслучайной. Возможно, такая стратегия позволяет дельфинам, по различным причинам оказавшимся в изоляции от сородичей, избегать нападений плотоядных косаток. Также подобное поведение может быть связано с охотой на один и тот же пищевой ресурс. Сам факт этих встреч в акватории

During the 12-year study period, we have repeatedly observed the interspecific interactions of fish-eating killer whales with the other marine mammal species, such as Dall's porpoises and northern fur seals, that joined the killer whale groups and travelled along with them. However, such formations were brief and, apparently, accidental. The associations of Pacific white-sided dolphins with killer whales appears to be more long-lasting and intentional. Perhaps this strategy allows dolphins that for some reason got isolated from conspecifics to avoid the attacks of mammal-eating killer whales. This behavior could also be associated with hunting for the same food resource. The repeated encounters of Pacific white-sided dolphins in the waters of Commander Islands possibly implies its expansion into high latitudes due to the global macroclimatic changes in recent years.

Командор может быть свидетельством расширения ареала тихоокеанского белобокого дельфина в высокие широты, связанного с глобальными макроклиматическими явлениями последних лет.

Список использованных источников / References

Артюхин Ю. Б., Бурканов В. Н., Никулин В. С. 2010. Прилов морских птиц и млекопитающих на дрифтерном промысле лососей в северо-западной части Тихого океана. Российская академия наук Дальневосточное отделение Камчатский филиал Тихоокеанского института географии. М.: Скорость цвета, 264 стр. [Artukhin Yu. B., Burkanov V. N., Nikulin V. S. 2010. Accidental by-catch of marine birds and mammals in the salmon gillnet fishery in the Northwestern Pacific Ocean. Russian Academy of Sciences Far Eastern Branch, Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute. Moscow: Skorost' tsveta, 264 pp. IN RUSSIAN]

Ashe E. and Braulik G. 2018. *Lagenorhynchus obliquidens*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T11145A50361866. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T11145A50361866.en.

Seger K. D. and Miksis-Olds J. L. 2019. Acoustic documentation of temperate odontocetes in the Bering and Chukchi Seas. Mar Mam Sci. doi:10.1111/mms.12577

Филатова О.А. [1], Мещерский И.Г. [2], Бутрим А.В. [1], Федутин И.Д. [1], Титова О.В. [3], Бурдин А.М. [3], Хойт Э. [4]

Генетическая характеристика нагульных скоплений горбатых китов северо-западной части Тихого океана

1. Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия
2. Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН), Москва, Россия
3. Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Петропавловск-Камчатский, Россия
4. Общество охраны китов и дельфинов, Вилтшир, Великобритания

Filatova O.A. [1], Meschersky I.G. [2], Butrim A.V. [1], Fedutin I.D. [1], Titova O.V. [3], Burdin A.M. [3], Hoyt E. [4]

Genetic analysis of humpback whales on the feeding grounds in the western North Pacific

1. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Moscow, Russia
2. A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
3. Kamchatka branch of the Pacific Geographical Institute, Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia
4. Whale and Dolphin Conservation (WDC), Wiltshire, UK

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-360-365

Горбатые киты (*Megaptera novaeangliae*) совершают ежегодные сезонные миграции, летом откочевывая в более высокие широты для нагула, а на зиму возвращаясь в теплые воды низких широт для размножения (спаривания и рождения детенышей). В северной ча-

Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) migrate seasonally from the higher latitudes, where they feed in the summer, to warm waters of the lower latitudes, where they mate and give birth in winter. There are several breeding grounds in the North Pacific: Asian

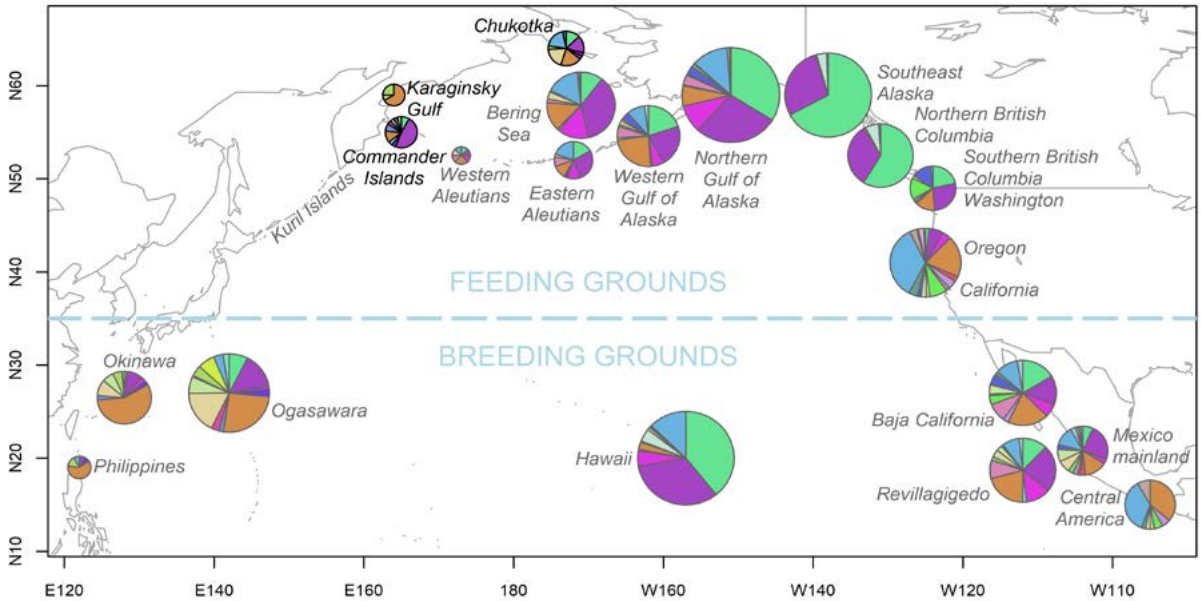


Рис. 1. Частоты гаплотипов митохондриальной ДНК горбатых китов в нагульных и репродуктивных районах северной Пацифики. Площадь круга пропорциональна числу проб.

Fig. 1. Frequencies of mitochondrial DNA haplotypes for humpback whales in the feeding and breeding regions of the North Pacific. The circle size is proportional to the number of individuals sampled.

сти Тихого океана известно несколько районов размножения: азиатский (Огасавара, Окинава и Филиппины), гавайский и мексиканский (острова Ревильяхихедо, район у побережий Калифорнийского полуострова и материковой Мексики) и центральноамериканский (Calambokidis et al., 2008; см. Рисунок 1). Районы нагула представлены более или менее дискретными нагульными скоплениями по всей северной Пацифике: от Калифорнии на юго-востоке и северных Курильских островов на юго-западе до Чукотки на севере. Для горбачей, как и для многих других китообразных, характерна привязанность к определенным местам размножения и нагула: то есть один и тот же кит чаще всего ежегодно мигрирует между одними и теми же районами нагула и размножения (хотя бывают и исключения, особенно среди самцов). При этом животные из одного района размножения могут мигрировать в разные районы нагула и наоборот. Все это создает достаточно сложную и запутанную популяционную структуру (Calambokidis et al., 2008). Целью данной работы было прояснить с помощью генетических методов отношения между тремя нагульными скоплениями в российских водах: Командорские острова, Карагинский залив и восточная Чукотка – и сравнить их с другими нагульными скоплениями северной части Тихого океана, а также с районами размножения китов.

(Ogasawara, Okinawa, and the Philippines), Hawaiian, Mexican (Revillagigedo Islands, Baja California, and mainland Mexico), and Central American (Calambokidis et al. 2008; see Figure 1). These feeding grounds are represented by more or less discrete feeding aggregations across the entire North Pacific, from California in the southeast to Chukotka in the north and the northern Kuril Islands in the southwest. Humpback whales, as well as many other cetaceans, have high site fidelity to feeding and breeding regions, i.e. a whale most likely migrates annually between the same feeding and breeding grounds (with some exceptions such as males, being less constant). Whales from the same breeding ground migrate to different feeding grounds, and vice versa. This creates a complicated and intricate population structure (Calambokidis et al. 2008). In this study we aimed to clarify, through a genetic analysis, the relationships between three feeding grounds in Russian waters (the Commander Islands, Karaginsky Gulf, and eastern Chukotka) and compare them to the other North Pacific feeding and breeding grounds.

Skin biopsy samples were collected from humpback whales on the feeding grounds near the Commander Islands (N = 25), in Karaginsky Gulf (N = 12), and in the Senyavin Strait (N = 31) from 2014 to 2017. During

Образцы кожи китов были собраны методом дистанционной биопсии в нагульных скоплениях возле Командорских островов (N = 25), в Карагинском заливе (N = 12) и в проливе Сенявина в водах восточной Чукотки (N = 31) в период с 2014 по 2017 гг. При взятии биопсии мы фотографировали каждого кита для последующей индивидуальной идентификации и чтобы избежать повторного взятия пробы.

Генетический анализ проводился в кабинете методов молекулярной диагностики Института проблем экологии и эволюции им А.Н. Северцова РАН на автоматическом анализаторе Applied Biosystems 3500 с использованием методов секвенирования (терминирующая реакция – BigDye Terminator v.3.1) и фрагментного анализа. В качестве генетических маркеров были выбраны: участок контрольного региона митохондриальной ДНК (мтДНК) – фрагмент длиной 667 пн, традиционно используемый в исследованиях горбатого кита (Baker et al., 2013, праймеры MT4 [5'cctccctaagactcaaggaag 3'] и H00034 [5' taccaaatgtatgaaacctcag 3']) и 11 микросателлитных локусов ядерной ДНК: Ev14, Ev37, Ev96 (Valsecchi, Amos, 1996), GATA417, GATA28, GATA53 (Palsbøll et al., 1997), GT211, GT23, GT575 (Berube et al., 2000), rw4-10, rw48 (Waldick et al., 1999).

Уровень различий по частотам отмеченных в выборках гаплотипов мтДНК между исследованными регионами и другими нагульными скоплениями и районами размножения в северной части Тихого океана (данные Baker et al., 2013) оценивали на основе Fst-критерия с помощью пакета strataG (Archer et al. 2016) в R (R core team 2017). Данные об аллельном составе микросателлитных локусов в исследованных районах анализировали методом кластеризации (программа Structure v.2.3.4, Pritchard et al., 2000) с использованием модели «admixture».

Анализ частот гаплотипов контрольного региона митохондриальной ДНК выявил значимые различия между всеми тремя исследованными регионами, при этом наиболее выраженным было отличие двух географически близких нагульных скоплений – Командорских островов и Карагинского залива (Fst = 0.277, p< 0.001), в меньшей степени скопление Карагинского залива отличалось от пролива Сенявина (Fst = 0.173, p< 0.01) и наименее различными оказались скопления Командорских островов и пролива Сенявина (Fst = 0.078, p< 0.01). При этом нагульное скопление у Командорских островов достоверно не отличалось по частоте присутствующих здесь гаплотипов от двух близлежащих – в Беринговом море и у западных Алеутских островов (Таблица 1, Рисунок 1). Эти районы экологически похожи и вполне возможно, что они, все три, составляют единую нагульную аквато-

each biopsy, photographs were taken for subsequent individual identification and to avoid re-sampling of the same animals.

Genetic analysis was performed in the Molecular Diagnostics Laboratory, Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS, using an Applied Biosystems 3500 genetic analyzer, based on the sequencing (terminating reaction, on a BigDye Terminator v.3.1) and fragment analysis methods. We used the fragment of mtDNA control region of 667 bp, which is a popular marker in humpback whale research (Baker et al., 2013, primers MT4 [5'cctccctaagactcaaggaag 3'] and H00034 [5' taccaaatgtatgaaacctcag 3']), and 11 microsatellite loci of nuclear DNA: Ev14, Ev37, Ev96 (Valsecchi, Amos, 1996), GATA417, GATA28, GATA53 (Palsbøll et al., 1997), GT211, GT23, GT575 (Berube et al., 2000), rw4-10, and rw48 (Waldick et al., 1999).

We estimated the level of difference between the study regions, the other feeding aggregations and breeding grounds in the North Pacific (data of Baker et al., 2013) in terms of frequency of mtDNA haplotypes found in the samples using F-statistics (Fst) in the strataG package (Archer et al. 2016) of the R environment (R Core Team 2017). Allele composition of microsatellite loci in the study regions was analyzed by clustering in Structure v.2.3.4 (Pritchard et al., 2000), using the "admixture" model.

The analysis of haplotype frequency of the mtDNA control region showed significant differences between all three study regions. Two geographically close feeding grounds—the Commander Islands and Karaginsky Gulf—proved to be most different from one another (Fst = 0.277, p < 0.001). The differences were less pronounced between Karaginsky Gulf and the Senyavin Strait (Fst = 0.173, p < 0.01) and between the Commander Islands and the Senyavin Strait (Fst = 0.078, p < 0.01). The feeding grounds off the Commander Islands had no significant differences from two feeding regions nearby, in Bering Sea and off the western Aleutians, in terms of the frequency of haplotypes present here (Table 1, Fig. 1). These regions are ecologically similar and all three are likely to comprise a single feeding ground. Senyavin Strait had no significant differences from the three feeding regions: the eastern and the western Aleutians, and in western Gulf of Alaska. The rest of comparisons of these two regions with the other feeding grounds and all the comparisons for Karaginsky Gulf showed significant differences.

Таблица 1. Уровень различий в частоте гаплотипов митохондриальной ДНК между исследованными регионами и другими нагульными и репродуктивными районами северной Пацифики, Fst-критерий (*$p < 0.05$, **$p \leq 0.01$, ***$p \leq 0.001$).

Table 1. Level of difference in frequency of mtDNA haplotypes between the studied regions and the other feeding and breeding grounds in the North Pacific, Fst (*$p < 0.05$, **$p \leq 0.01$, ***$p \leq 0.001$).

	N	Командоры / Commanders, N=25	Карагинский / Karaginsky, N=12	Сенявина / Senyavin, N=31
Районы нагула / Feeding grounds				
Западные Алеутские о-ва / Western Aleutians	8	0.053	0.120*	0.000
Берингово море / Bering Sea	114	0.025	0.230***	0.032*
Восточные Алеутские о-ва / Eastern Aleutians	36	0.039*	0.228***	0.008
Запад залива Аляска Western / Gulf of Alaska	96	0.049*	0.147***	0.014
Север залива Аляска / Northern Gulf of Alaska	233	0.069**	0.272***	0.058**
Юго-восточная Аляска / Southeast Alaska	183	0.283***	0.514***	0.277***
Север Британской Колумбии / Northern British Columbia	104	0.194***	0.453***	0.207***
Юг Британской Колумбии, Вашингтон Southern British / Columbia, Washington	51	0.036*	0.218***	0.054**
Калифорния, Орегон / California, Oregon	123	0.152***	0.182***	0.035*
Районы размножения / Breeding grounds				
Огасавара / Ogasawara	159	0.074***	0.107**	0.006
Окинава / Okinawa	72	0.199***	0.005	0.113***
Филиппины / Philippines	13	0.207***	0.000	0.108**
Гавайи / Hawaii	227	0.084**	0.331***	0.088***
о-ва Ревильяхихедо / Mexico – Revillagigedo	106	0.042**	0.155***	0.016
Калифорнийский п-ов / Mexico - Baja California	110	0.067***	0.142***	0.015
Мексика материковая / Mexico – mainland	62	0.030*	0.170***	0.002
Центральная Америка / Central America	36	0.212***	0.141*	0.057*

рию. Для скопления в проливе Сенявина статистически достоверных отличий не было обнаружено при сравнении с нагульными районами у восточных и западных Алеут и в западной части залива Аляска. Все остальные отличия двух данных скоплений от других нагульных районов и все – для Карагинского залива – были статистически значимыми.

Сравнение распределения частот гаплотипов в исследованных нагульных скоплениях с данными по разным районам размножения показало, что киты из пролива Сенявина имели наибольшее сходство (отсутствие статистически значимых различий) с тремя мексиканскими

Comparisons of the haplotype frequencies in the studied feeding regions with the data from the breeding grounds showed that the Senyavin Strait had the highest similarity with (no significant differences from) four breeding grounds: Ogasawara and all three Mexican regions. Karaginsky Gulf did not differ significantly from Okinawa and the Philippines in composition of mitochondrial lineages. Whales from the Commander Islands differed significantly from all the known breeding grounds in haplotype composition. However, the lowest level of difference was also found in comparison between whales from the Commander Islands and the three Mexican (Fst = 0.030–0.067)

районами, но, одновременно, и с районом Огасавары. Состав митохондриальных линий китов из Карагинского залива меньше всего отличался от известного для двух районов в западной Пацифике – Окинавы и Филиппин. Для китов же из нагульного скопления у Командорских островов сходства по составу гаплотипов с какими-либо районами размножения найти не удалось – все отличия были статистически значимы (Таблица 1, Рисунок 1). Однако и в этом случае наименьший уровень различий был отмечен при сравнении с тремя мексиканскими районами размножения (Fst = 0.030–0.067), а также с районом Огасавара (Fst = 0.074, Таблица 1, Рисунок 1). При этом сами мексиканские районы размножения отличаются от района Огасавары на величину Fst = 0.020–0.032, которая является статистически достоверной (Baker et al., 2013). В то же время отличия центральноамериканского района размножения как от близкорасположенных мексиканских, так и от района Огасавары значительно больше (Fst = 0.071–0.096, там же).

Полученные результаты дополняют картину, сформированную ранее на основе сравнения фотокаталогов китов из разных районов (Titova et al., 2018). По этим данным, наиболее обособленным российским нагульным скоплением является Карагинский залив, в нем подавляющее большинство составляют киты из азиатских репродуктивных скоплений, что и подтверждается генетическими данными. На Командорские острова приходят нагуливаться киты из всех районов размножения, кроме центральноамериканского (Titova et al., 2018), поэтому командорское скопление, являясь смешанным, значимо отличается от каждого из районов размножения в отдельности.

Из каких районов размножения киты приходят в пролив Сенявина, пока неизвестно, но отсутствие различий с одним азиатским и тремя мексиканскими районами указывает на смешанное происхождение. Отсутствие отличий между скоплением пролива Сенявина и нагульными районами на Алеутах и в западной части залива Аляска, возможно, указывает на то, что пролив Сенявина (в котором горбачи начали регулярно появляться лишь после 2010 года) был колонизирован китами, ранее проводившими лето в этих регионах.

Анализ данных о частотах аллелей микросателлитных локусов в трех исследованных нагульных скоплениях методом кластеризации показывает генетическое единство всех трех выборок – наиболее вероятным результатом является принадлежность особей всех трех российских нагульных скоплений к одному общему кластеру. Отсутствие выраженной подразделенности

and Ogasawara (Fst = 0.074) regions (Table 1, Fig. 1). Herewith, the Mexican regions differ from Ogasawara by statistically significant values of Fst = 0.020–0.032 (Baker et al., 2013). At the same time, the difference of the Central American breeding ground both from the closely located Mexican regions and from Ogasawara is much greater (Fst = 0.071–0.096, ibid.).

Our results complement the pattern obtained earlier through comparison of the photo-catalogs across the regions (Titova et al. 2018). The most Russian feeding ground with the most uniform composition is Karaginsky Gulf. The majority of whales found there were from the Asian breeding grounds, which is confirmed by genetic data. The Commander Islands host feeding whales from all the breeding regions, except Central America (Titova et al., 2018), and, thus, the mixed Commander feeding aggregation differs significantly from each of the breeding grounds.

The breeding grounds of whales arriving in the Senyavin Strait are unknown, but the lack of genetic differences from one Asian and three Mexican regions indicates a mixed origin. The lack of differences between the Senyavin aggregation and the feeding grounds in the Aleutians and in the western Gulf of Alaska suggests that the Senyavin Strait (regularly visited by humpbacks only since 2010) was probably colonized by whales that had previously summered in those regions.

The analysis of the number of possible genetic clusters by microsatellite markers showed the genetic similarity of all the three samples: most likely all the three Russian feeding grounds belong to the same single genetic cluster. The lack of evident structuring by microsatellite markers is typical not only for humpback whale feeding grounds, but also for breeding grounds (Baker et al. 2013). This is likely explained by the higher mobility of males between the breeding grounds, which leads to more homogenous distribution of nuclear markers across the regions as compared to mitochondrial markers that are inherited only through the maternal ancestry (Baker et al. 2013).

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant no. 18-04-00462).

при анализе по микросателлитным маркерам характерно не только для нагульных, но и для репродуктивных скоплений горбачей (Baker et al. 2013). Это связано, вероятно, с более активным перемещением самцов (по сравнению с самками) между районами размножения, что приводит к более гомогенному распределению ядерных маркеров по сравнению с митохондриальными, передающимися только по материнской линии (Baker et al. 2013).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 18-04-00462).

Список использованных источников / References

Archer F.I., Adams, P.E., Schneiders B. B. 2016. strataG: An R package for manipulating, summarizing and analyzing population genetic data. Mol Ecol Resour. 17(1): 5-11.

Baker C.S., Steel D., Calambokidis J., Falcone E., González-Peral U., Barlow J., ... & Mattila D. 2013. Strong maternal fidelity and natal philopatry shape genetic structure in North Pacific humpback whales. Marine Ecology Progress Series 494: 291-306.

Bérubé M., Rew M.B., Cole T., Swartz S.L., Zolman E., ØIen N., & Palsbøll P.J. 2004. Genetic identification of an individual humpback whale between the eastern Caribbean and the Norwegian Sea. Marine Mammal Science 20(3): 657-663.

Calambokidis, J., E. A. Falcone, T. J. Quinn, et al. 2008. SPLASH: Structure of populations, levels of abundance and status of humpback whales in the North Pacific. Final report for Contract AB133F-03-RP-00078 to U.S. Department of Commerce Western Administrative Center Seattle, WA.

Palsbøll P.J., Allen J., Berube M., Clapham P.J., Feddersen T.P., Hammond P.S., ... & Larsen F. 1997. Genetic tagging of humpback whales. Nature 388(6644): 767.

Pritchard J.K., Stephens M., Donnelly P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. Genetics 155(2): 945-959.

R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

Titova O.V., Filatova O.A., Fedutin I.D., Ovsyanikova E.N., Okabe H., Kobayashi N., Acebes J.M., Burdin A.M., Hoyt E. 2018. Photo-identification matches of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) from feeding areas in Russian Far East Seas and breeding grounds in the North Pacific. Marine Mammal Science 34(1): 100-112.

Valsecchi E., Amos W. 1996. Microsatellite markers for the study of cetacean populations. Molecular Ecology 5(1): 151-156.

Waldick R.C., Brown M.W., White B.N. 1999. Characterization and isolation of microsatellite loci from the endangered North Atlantic right whale. Molecular Ecology 8(10): 1763-1765.

Хаббелл Д.

Снижение воздействия судоходства в Российской Арктике: возможности международной морской организации

Агентство по изучению окружающей среды, Вашингтон, США

Hubbell D.

Mitigating Vessel Traffic Impacts in the Russian Arctic: Opportunities at the International Maritime Organization

Environmental Investigation Agency, Washington, USA

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-366-372

Введение

В последние годы все активнее обсуждается развитие Северного морского пути (СМП) и других маршрутов полярного судоходства, что неизбежно будет иметь последствия для охраны морских млекопитающих, являющихся эндемиками этого региона. Хотя интенсивность движения судов по СМП остается сравнительно низкой, есть признаки возрастающего интереса к данному пути в связи с отступлением морского льда, вызванного антропогенным изменением климата. Интенсивность движения судов по СМП в 2018 г., как в порты назначения (например, Новый Порт и Сабетта), так и интенсивность транзитного передвижения по всему пути, выросла на 81% (Staalesen, 2018). Всего морскими судами за период навигации 2018 года было перевезено 9,95 млн. тонн грузов. Также был отмечен рост интереса к качеству перевозок со стороны заинтересованных организаций. В сентябре 2018 г. судоходная компания Maersk выполнила пробный проход по СМП контейнеровоза ледового класса Venta Maersk. Исследования показали, что общая активность судоходства в Арктике с 2012 до 2050 г., в зависимости от внешних факторов, таких как инфраструктура и стоимость топлива, увеличится более чем на 50% (Winther et al., 2014), хотя это увеличение будет различаться по регионам.

Растущее судоходство влияет на морских млекопитающих, являющихся эндемиками Арктики, включая китообразных, таких как белуха (*Delphinapterus leucas*), ластоногих, таких как кольчатая нерпа (*Phoca hispida*), и белых медведей (*Ursus maritimus*) (Laidre et al. 2015). Одиннадцать видов арктических морских млекопитающих поделены на 80 субпопуляций. Из них, по оценке Hauser et al. (2018), больше половины (42) популяций арктических морских животных будут находиться на путях движения судов по СМП или Северо-Западному проходу (СЗП). Из них ареалы 18-ти захватывают воды СМП, в том числе нескольких субпопуляций, числен-

Introduction

Developing the Northern Sea Route (NSR) and other polar shipping routes has become a topic of increasing discussion in recent years, which has conservation implications for the Arctic marine mammals that are endemic to the region. While vessel traffic along the NSR remains comparatively low, there are signs of increasing interest in the route as sea ice recedes due to anthropogenic climate change. Vessel traffic along the NSR increased by 81 percent in 2018, both to destinational ports, like Novy Port and Sabetta, as well as transit traffic along the entire route (Staalesen, 2018). In total vessels transported 9.95 million tons of goods in the 2018 shipping season. More qualitative interest from specific stakeholders have also been noted. The shipping company Maersk conducted a trial voyage of the NSR with the ice strengthened container ship Venta Maersk in September 2018. Depending on external factors such as infrastructure and fuel prices, studies estimate that overall shipping activity in the Arctic will increase by more than 50% between 2012 and 2050 (Winther et al., 2014), though this increase will vary somewhat by region.

Increasing ship traffic has implications for marine mammals endemic to the Arctic, including cetaceans like beluga whales (*Delphinapterus leucas*), pinnipeds like ringed seals (*Phoca hispida*), and the polar bear (*Ursus maritimus*) (Laidre et al. 2015). The 11 Arctic marine mammal species are further divided into 80 subpopulations. Of these, Hauser et al. (2018) estimate that over half (42) of Arctic marine mammal populations will be exposed to open water vessel traffic along the NSR or the Northwest Passage (NWP). Of these subpopulations, the ranges of 18 overlap with portions of the NSR, including several that are either depleted or little information on their status is known. Increasing traffic may threaten Arctic marine mammals

ность которых либо существенно уменьшена, либо имеется слишком мало данных для оценки их статуса. Увеличение интенсивности судоходства может нести угрозу морским млекопитающим Арктики, поскольку повышается риск воздействия человека на китообразных в виде прилова, столкновений с судами, внесения инвазивных видов, нарушения среды обитания, увеличения шумового и химического загрязнения, а также повышенной вероятности разливов нефти (Reeves et al. 2014). Риск становится особенно серьезным в естественных миграционных «узких местах», где суда и морские млекопитающие вынуждены двигаться в ограниченном пространстве, как это происходит, например, в Беринговом море, где движение судов может значительно повлиять на данные виды.

Наиболее серьезной угрозой для морской среды со стороны судоходства считается случайный или незаконный сброс нефти в воды Арктики. Что касается крупных китообразных, было зарегистрировано несколько смертельных и несмертельных столкновений с судами таких животных, как гренландские киты, и частота таких инцидентов может значительно повыситься с увеличением интенсивности движения судов (там же). Известно также, что ледокольные суда разрушают места вскармливания детенышей тюленей, что приводит к их гибели или даже к столкновениям судов с тюленями (Wilson et al. 2017).

Для мелких китообразных, а также ластоногих шум от судов может быть большой помехой. Имеются наблюдения по белухам, или белым китам, которые «убегали» от звуков ледокола даже на расстоянии 50 километров (Finley et al. 1993). Также наблюдались такие реакции, как перемещения в больших группах или продолжительные погружения, чтобы избежать встречи с определенным типом судов, хотя это может быть последствием воздействия шума судов на животное в прошлом (Hauser et al. 2018).

В последние годы Международная морская организация (International Maritime Organization, IMO) и другие региональные объединения, такие как Арктический совет (Arctic Council), попытались решить проблему воздействия судоходства на полярную среду. Первой международной попыткой комплексного подхода решения вопросов безопасности и снижения экологических рисков полярного судоходства стало добровольное «Руководство для судов, эксплуатируемых в арктических ледяных водах» («Guidelines for Ships Operating in Arctic Ice-covered Waters», MEPC.Circ.1056), выпущенное IMO в 2002 г. После серии крупных морских аварий в полярных регионах, в частности, после случая с

with increased risk of human-cetacean interactions in the form of bycatch, ship strikes, introduction of invasive species, habitat disruption, increased noise and chemical pollution and a greater risk of oil spills (Reeves et al. 2014). Especially at natural migratory «choke points» where ships and marine mammals have to share space like the Bering Sea, vessel traffic could have a significant effect on these species.

The most significant threat posed to the marine environment by shipping activity is considered to be the accidental or illegal discharge of oil into the Arctic marine environment. For larger cetaceans like bowhead whales, some fatal and non-fatal ship strikes have been documented, which could increase significantly with greater vessel traffic (Ibid). Icebreaking vessels are also known to disturb seal nursery sites, leading to loss of pups or even seal-vessel collisions. (Wilson et al. 2017).

For smaller cetaceans as well as pinnipeds, the noise from vessels can be disruptive. Even at distances of 50 kilometers, belugas, or white whales, have been observed «fleeing» from icebreaker sounds (Finley et. al 1993). Other reactions have included traveling in larger groups, or prolonged dives to avoid certain vessel types, although this may depend on the animal's past exposure to vessel noise. (Hauser et. al 2018)

In recent years, the International Maritime Organization (IMO) and other regional fora like the Arctic Council, have attempted to address the impact of shipping on the polar environment. The first international attempt to directly address the safety and environmental risks of polar shipping in a comprehensive manner were the 2002 IMO voluntary *Guidelines for Ships Operating in Arctic Ice-covered Waters* (MEPC.Circ.1056). Following a series of visible maritime incidents in the Polar Regions, particularly the 2007 sinking of the M/V Explorer near the South Shetland Islands, several Arctic nations proposed the development of a mandatory set of Polar guidelines as a work program item for the IMO in 2009. Additionally, the Arctic Council's publication of the Arctic Marine Shipping Assessment (AMSA) played a key role in driving action towards a mandatory instrument. Notably, the Polar Code included regulations intended to address not only the issues of maritime safety and search and rescue, but also protections to mitigate the impact of shipping on the Arctic marine environment and its ecosystems.

The IMO formally adopted the *International Code for Ships Operating in Polar Waters* (Polar Code) in

круизным судном «Explorer», затонувшим в 2007 вблизи Южных Шетландских островов, несколько арктических государств предложили разработать обязательный свод Полярных правил (Polar guidelines) в качестве пункта рабочей программы IMO в 2009 году. Кроме того, публикация «Оценки морского судоходства в Арктике» (Arctic Marine Shipping Assessment, AMSA) Арктического совета сыграла ключевую роль в разработке и принятии обязательного регулирующего документа. В частности, в Полярный кодекс (Polar Code) включены положения, касающиеся не только решения вопросов безопасности на море и поисково-спасательных работ, но природоохранных мер для снижения воздействия судоходства на морскую среду Арктики и ее экосистемы.

IMO официально приняла «Международный кодекс для судов, эксплуатирующихся в полярных водах» («International Code for Ships Operating in Polar Waters»), коротко называемый «Полярный кодекс» («Polar Code»), в ноябре 2014 года на 94-й сессии Комитета по безопасности на море (Maritime Safety Committee, MSC), который включил положение по предупреждению столкновений с морскими млекопитающими в раздел 11.3.6 главы 11 «Планирование рейса» (IMO 2014). Согласно данному положению, капитан должен изучить путь следования через полярные воды с учетом «современной информации и мерах, которые надлежит принять при встрече с морскими млекопитающими, в отношении известных районов с высокой плотностью морских млекопитающих, включая районы сезонной миграции» (пункт 11.3.6) и «актуальной информации о возможных путях движения судов, рекомендациях о скорости движения и службах управления движением судов в отношении известных районов с высокой плотностью морских млекопитающих, включая районы сезонной миграции» (пункт 11.3.7) (там же). Полярный кодекс также содержит ссылки (в сноске) на руководящий документ IMO 2009 года по минимизации риска столкновений судов с китообразными (MEPC.1/Circ.674).

Для решения конкретной проблемы воздействия подводного шума от судов IMO приняла в 2014 году добровольное «Руководство по снижению негативного влияния подводного шума от коммерческого судоходства на морских обитателей» («Guidelines for the Reduction of Underwater Noise from Commercial Shipping to Address Adverse Impacts on Marine Life») (MEPC. 1/Circ.833). В Руководстве содержатся общие рекомендации по технике строительства судов, которые могут снизить уровень шума под водой, а также по оперативным мерам, которые могут быть приняты для снижения уровня подводного шума судна, таким как снижение скорости на судах с гребными винтами фиксированного шага (там

November 2014 at the 94th Session of the Maritime Safety Committee (MSC), which included the provision on marine mammal avoidance in section 11.3.6 of Chapter 11 on Voyage Planning (IMO 2014). The provision calls upon masters to take into account when considering a route through polar waters ‘current information and measures to be taken when marine mammals are encountered relating to known areas with densities of marine mammals, including seasonal migration areas,’ (paragraph 11.3.6) and ‘current information on relevant ships’ routing systems, speed recommendations and vessel traffic services relating to known areas with densities of marine mammals, including seasonal migration areas’ (paragraph 11.3.7) (ibid). The Polar Code also links, by footnote, to the 2009 IMO guidance document on minimizing the risk to cetaceans from ship strikes (MEPC.1/Circ.674).

To address the specific impact of underwater noise from ships, the IMO adopted the voluntary *Guidelines for the Reduction of Underwater Noise from Commercial Shipping to Address Adverse Impacts on Marine Life* in 2014 (MEPC. 1/Circ.833). The guidelines provide general advice on ship construction techniques that can reduce underwater noise, as well as operational measures that can be taken to reduce a vessel’s underwater noise levels, like reducing speeds on vessels with fixed pitch propellers (ibid). While the Guidelines are not intended to serve as the basis for a mandatory code, following the introduction of a paper at MEPC 71 in 2017 by Canada, discussions about new measures to address underwater noise have resumed at the IMO.

Mitigating voyage impacts on marine mammals

Implementing the marine mammal avoidance provision and reducing the impacts of underwater noise along the NSR can include the use of pre-voyage measures such as voyage planning, implement the IMO’s underwater noise guidelines (e.g. maintenance and design protocols such as regular hull cleaning and the installation of quieter propellers) and operational measures during the voyage such as speed reduction and set back distances to observed wildlife. Information on Arctic marine mammal populations, including seasonal migration patterns, population trends, and spatial densities is relevant to the effective implementation of all of these measures.

At present, the level of information on Arctic marine mammals varies highly depending on geographic region, species, and population. Much of this information is collected by national governments,

же). Хотя Руководство не было предназначено для того, чтобы служить основой для свода обязательных правил, после представления Канадой данного документа на заседании Комитета по защите морской среды (Marine Environment Protection Committee) MEPC 71 в 2017 г., обсуждение новых мер по снижению подводных шумов возобновилось на заседании IMO.

Снижение воздействия судна на морских млекопитающих

Положения по избеганию столкновений с морскими млекопитающими и снижению воздействия подводного шума на СМП могут внедряться на практике в виде предрейсовых мероприятий, таких как планирование рейса, следование руководству IMO по снижению подводного шума (например, своевременные процедуры обслуживания и сборки судов, в частности регулярная очистка корпуса и установка менее шумных винтов) и оперативных мер во время движения, таких как снижение скорости и соблюдение указанного расстояния до наблюдаемых животных. Информация о популяциях морских млекопитающих Арктики, в том числе о сезонных миграциях, тренды численности популяций и их пространственная плотность, имеет большое значение для эффективного осуществления всех этих мер.

В настоящее время объем имеющихся данных о морских млекопитающих Арктики значительно зависит от географического региона, вида и популяции. Большая часть этой информации собирается правительствами стран, включая Россию, Норвегию и Соединенные Штаты, в случаях, когда рассматриваются некоторые стада животных, общие для этих стран. Другими источниками информации являются исследования научных организаций, НПО, и публикации в специальной литературе. В обзоре Solovyev et al., 48 баз данных по местообитаниям морских млекопитающих, миграционных ареалах и распределении были объединены в более масштабное исследование природоохранных зон в российской Арктике (Solovyev et al. 2017). Эти данные свидетельствуют о том, что прибрежные воды, а также Баренцево, Берингово и Чукотское моря, как правило, изучены лучше, чем воды Карского моря или моря Лаптевых. «Экологический атлас Берингова, Чукотского морей и моря Бофорта» («Ecological Atlas of the Bering, Chukchi and Beaufort Seas») включает всесторонний обзор трансграничной зоны к северу от Алеутских островов, включая воды восточной России до 180° в.д. (Smith et al. 2017). Атлас включает все известные виды морских млекопитающих, их использование человеком, сезонное распределение, схемы движения судов, а также «горячие точки» экосистем в регионе. Российский Арктический научный центр также собрал информацию о

including Russia, as well as Norway and the United States in the case of several shared stocks. Other sources of information include academic research, NGOs, and corporate literature. In a review by Solovyev et al., 48 datasets on marine mammal habitat use, migratory ranges, and distribution were compiled and incorporated into a larger study of conservation areas in the Russian Arctic (Solovyev et al. 2017). These data indicate that coastal areas, as well as the Barents, Bering and Chukchi Seas tend to be better studied than the Kara or Laptev Seas. *The Ecological Atlas of the Bering*, *Chukchi and Beaufort Seas* includes a comprehensive review of the trans-boundary area north of the Aleutian Islands, including Eastern Russian waters as far as 180°E (Smith et al. 2017). The *Atlas* includes human uses, ship traffic patterns, seasonal distribution of all known species of marine mammals, as well as ecosystem hotspots in the region. The Russian Arctic Science Center has also collated information on marine mammal species in its *2017 Ecological Atlas of the Kara Sea.* The *Kara Sea Atlas* is the first comprehensive assessment of the region and is the first of several planned publications for each area of the Russian Arctic. Where information is out of date, or unsurveyed, new studies will be needed.

Compiling these sources may require ‘creating and/or sharing similar cetacean density maps, perhaps through a common database’ (United States, 2011). While no such database of refined cetacean or other marine mammal information exists at the level of detail needed for mariners, an initiative by the Arctic Council’s Best Practices Information Forum (BPF) could meet this purpose. Launched in June 2018, the BPF is a publicly accessible web portal hosted by the Arctic Council’s Protection for the Arctic Marine Environment (PAME) working group (PAME 2018). The portal includes links and information to assist in implementing and complying with each chapter of the Polar Code, including the marine mammal avoidance provision. With regard to marine mammals for instance, the United States includes links to CetMap, an initiative to map cetacean habitats by season and use. WWF Canada also includes maps for low impact voyage routes through the Hudson Strait and Lancaster Sound, which are available for download. However, at present, no Russian sources of information of marine mammals have been uploaded to the BPF website. Submission to the forum remains open to “Arctic States, Permanent Participants and Arctic Council Observers as well as any widely-recognized professional organization dedicated to improving safe and environmentally sound marine operations in the Arctic as demonstrated

видах морских млекопитающих в Экологическом атласе Карского моря 2017 года. Атлас Карского моря содержит первую комплексную оценку региона и стал первой из нескольких запланированных публикаций по каждому району российской Арктики. В тех районах, информация по которым устарела, или в неизученных районах необходимо провести новые исследования.

Обобщение этих источников может потребовать «создания и/или совместного обмена сходных карт плотности китообразных, возможно, посредством общей базы данных» (США, 2011). Пока не существует такой базы данных с обработанной информацией по китам или другим морским млекопитающим и с уровнем детализации необходимой для моряков, инициатива Информационного форума лучших практик (Best Practices Information Forum, BPF) Арктического совета может помочь достичь этой цели. Запущенный в июне 2018 года BPF является общедоступным веб-порталом, поддерживаемым Рабочей группой по защите арктической морской среды (Protection of the Arctic Marine Environment, PAME) Арктического совета (PAME 2018). Портал содержит ссылки и информацию, которая может помочь в реализации и соблюдении каждой главы Полярного кодекса, включая положения по избеганию столкновений с морскими млекопитающими. Что касается, например, морских млекопитающих, то Соединенные Штаты предоставляют ссылку на CetMap – ресурс, который позволяет получать карты, показывающие местообитания китообразных по сезонам и их использование животными. WWF Канады также предлагает карты для прокладывания маршрутов с низким воздействием на животных через Гудзонов пролив и прол. Ланкастер, которые доступны для загрузки. Однако в настоящее время российские источники информации о морских млекопитающих на сайте BPF не размещены. Представление материалов на форум остается открытым для «арктических государств, постоянных участников и наблюдателей Арктического совета, а также для любой признанной профессиональной организации, проводящей работы по повышению безопасности и экологичности морских операций в Арктике, что подтверждается опытом и знаниями в Арктическом судоходстве и/или смежных вопросах» (там же).

Помимо загрузки данных о морских млекопитающих в BPF информация может быть доведена до мореплавателей через электронные уведомления, средства связи «берег-судно», на распечатанных навигационных картах и, как раздаточный материал, включена в виде слоев данных в Электронной картографической навигационно-информационной системе (ЭКНИС) или даже передана через систему АИС, если будет развиваться двусторонняя связь (MSC 98/17/2).

by expertise and experience in Arctic shipping and/or related issues" (Ibid).

In addition to uploading information on marine mammals to the BPF, information could be conveyed to mariners through electronic notices, shore-to-ship communication, in physical navigation charts or handouts, incorporated as data layers in Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS), or even communicated through AIS if advances in two-way communication progress (MSC 98/17/2).

Implementing lower noise impacts or better voyage planning should be a complement to other conservation and safety measures, including the designation of marine protected areas (MPAs) for key habitat, as well as the creation of formal routing measures that direct traffic away from potential interactions with marine mammals. A recent example is the designation of a two-way route, precautionary areas, and three new Areas to be Avoided in the Bering Strait between Russia and the United States. Apart from major rerouting, Wilson et. al suggest the use of micro rerouting around clusters of marine mammals, such as denning seals or walrus rookeries, spotted ahead of the vessels by observers (Wilson et al. 2017). As part of a mitigation hierarchy, where voyages can not be effectively re-routed around key habitat areas or overlap with natural migratory "choke points" like the Bering Strait, then voluntary speed reductions could be considered. Reductions in speed can successfully reduce the risk of lethal ship strikes on larger whales and can also reduce the amount of underwater noise produced. In the Canadian Arctic, speed reductions from 25 to 15 knots reduced the area where vessels masked half of beluga communication range from 7 to 14 kilometers to just 2 to 4 kilometers (Pine et al. 2018). However, slowdowns may increase vessel time and increase low-level noise exposure, and should be considered as a case by case basis (ibid).

Conclusion and Recommendations

As the Arctic becomes ever more accessible and interest in the NSR grows, implementing the Polar Code's provisions, as well as abiding by the spirit of still voluntary measures on underwater noise can play an important role in reducing impacts to Arctic marine mammals. In this regard, Russia's science community can contribute greatly to implementation of both provisions through:

1. Greater sharing of information on baseline levels of underwater acoustics where known.

Осуществление мер по снижению воздействия шума или улучшению планирования морских перевозок должно дополнять другие мероприятия по охране природы и обеспечению безопасности, включая определение особо охраняемых морских акваторий (ООМА) для особо важных местообитаний, а также принятия официальных маршрутов, которые направляли бы движение судов в сторону от потенциальных встреч с морскими млекопитающими. Недавним примером является обозначение двустороннего маршрута, районов повышенной осторожности плавания и трех новых районов, которых следует избегать в Беринговом проливе между Россией и Соединенными Штатами. Помимо общего перенаправления маршрутов, Wilson et al. предлагают использовать «микро-перенаправление» в обход скоплений морских млекопитающих, таких как тюлени или лежбища моржей, замеченных наблюдателями по курсу судна (Wilson et al. 2017). В иерархии мер по смягчению воздействий, когда рейсы не могут быть эффективно перенаправлены вокруг ключевых районов обитания или пересекаться с естественными миграционными путями в «узких местах», таких как Берингов пролив, можно рассмотреть вопрос о добровольном снижении скорости. Снижение скорости может эффективно снизить риск смертельных столкновений судов с крупными китами, а также уменьшить величину производимого подводного шума. В канадской Арктике снижение скорости с 25 до 15 узлов привело к уменьшению площади, в которой суда заглушали половину диапазона связи белух, с 7-14 км до всего лишь 2–4 км (Pine et al. 2018). Однако замедление может увеличить время работы судна и увеличить воздействие шума низкого уровня, поэтому необходимость принятия этой меры следует рассматривать в каждом конкретном случае (там же).

Заключение и рекомендации

По мере того как Арктика становится все более доступной и растет интерес к СМП, реализация положений Полярного кодекса, а также следование все еще добровольным решениям по борьбе с подводными шумами могут сыграть важную роль в снижении воздействия на арктических морских млекопитающих. В этой связи, российское научное сообщество может внести значительный вклад в реализацию обоих положений посредством:

1. более широкого обмена информацией о базовых уровнях подводной акустики там, где это известно;

2. обмена данными по известным скоплениям морских млекопитающих и миграционным маршрутам, а также загрузки любых возможных карт или инструментов на Информационный форум лучших практик (BPF);

2. Sharing of known marine mammal densities and migratory routes, and uploading of any potential maps or tools to the Best Practices Information Forum.

3. Further discussion of how Russian and international vessels may account for marine mammals in voyage planning, especially near areas of increasing industrial activity.

3. дальнейшего обсуждение вопроса о том, как российские и международные суда могут предусмотреть встречи морских млекопитающих при планировании рейса, особенно вблизи районов с усиливающейся промышленной деятельностью.

Список использованных источников / References

DE 56/10/19. Voyage planning in the Polar Water Operational Manual. 24 December 2011. Submitted by the United States.

Finley, K. J., & Greene, C. R. 1993. Long-range responses of belugas and narwhals to ice-breaking ships in the Northwest Passage. The Journal of the Acoustical Society of America, 94(3), 1828-1829.

Hauser, D. D., Laidre, K. L., & Stern, H. L. 2018. Vulnerability of Arctic marine mammals to vessel traffic in the increasingly ice-free Northwest Passage and Northern Sea Route. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201803543.

Laidre, K. L., Stern, H., Kovacs, K. M., Lowry, L., Moore, S. E., Regehr, E. V., ... & Born, E. W. 2015. Arctic marine mammal population status, sea ice habitat loss, and conservation recommendations for the 21st century. *Conservation Biology*, 29(3), 724-737.

MSC 98/17/2.Application of the Polar Code marine mammal avoidance provisions. 3 April 2017. Submitted by: FOEI, WWF, Pacific Environment.

PAME, 2018. Arctic Shipping Best Practices Forum launches public web portal.

Pine, M. K., Hannay, D. E., Insley, S. J., Halliday, W. D., & Juanes, F. (2018). Assessing vessel slowdown for reducing auditory masking for marine mammals and fish of the western Canadian Arctic. *Marine Pollution Bulletin*, 135, 290-302.

Reeves, R. R., Ewins, P. J., Agbayani, S., Heide-Jørgensen, M. P., Kovacs, K. M., Lydersen, C., ... & Blijleven, R. (2014). Distribution of endemic cetaceans in relation to hydrocarbon development and commercial shipping in a warming Arctic. *Marine Policy*, 44, 375-389.

Staalesen, Atle. (2018). 80% increase on Northern Sea Route. The Barents Observer.

Wilson, S. C., Trukhanova, I., Dmitrieva, L., Dolgova, E., Crawford, I., Baimukanov, M., ... & Goodman, S. J. (2017). Assessment of impacts and potential mitigation for icebreaking vessels transiting pupping areas of an ice-breeding seal. Biological Conservation, 214, 213-222.

Чаадаева Е.В. [1], Кийко О.А. [1], Ивлев К.В. [1], Данилов М.Б. [2]

Встречи китообразных в северо-западной части Баренцева моря летом-осенью 2017 года

1. ЗАО «Агентство экологического консалтинга и природоохранного проектирования», Санкт-Петербург, Россия
2. ПАО «НК «Роснефть», Москва, Россия

Chaadaeva E.V. [1], Kiyko O.A. [1], Ivlev K.V. [1], Danilov M.B. [2]

Sightings of cetaceans in the northwestern part of the Barents Sea in summer-autumn 2017

1. JSC “Environmental Consulting and Nature Protection Design Agency”, St. Petersburg, Russia
2. PJSC “Rosneft Oil Company”, Moscow, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-373-381

Фауна китообразных Баренцева моря характеризуется наибольшим видовым разнообразием среди всех морей российского сектора Арктики (Атлас… 2011; Морские млекопитающие…, 2017). Несмотря на сравнительно хорошую изученность Баренцева моря, до последнего времени мы имеем мало информации по распределению и численности китообразных в его центральной части. Интенсификация геологоразведочных работ, связанная с ростом интереса к освоению нефтяных ресурсов в данном секторе Баренцева моря, придает особую значимость вопросам охраны морских млекопитающих. В свою очередь, необходимость обеспечения адекватных мер охраны определяет важность изучения современного состояния локального населения китообразных, включая получение новых данных о сезонной и годовой изменчивости численности и распространения различных видов.

В рамках сопровождения геологоразведочных работ на лицензионном участке ПАО “НК “Роснефть” проводили мониторинг морских млекопитающих. В задачи мониторинга входило определение видов, встречающихся в районе проведения геологоразведки, и уточнение их пространственного и временного распределения. Судовые работы проводились в период с 31.07 по 1.09.2017 г. на северо-западе Баренцева моря на акватории, расположенной между 77.77° и 76.60° N и 36.06° и 43.83° E (Рис. 1). Работа проводилась силами трех наблюдателей. Наблюдательный пункт располагался на капитанском мостике на высоте около 13,5 м над уровнем моря и обеспечивал возможность практически полного кругового визуального контроля акватории. Скорость движения судна составляла 7-8 км/ч. Суммарная протяженность пройденного пути составила около 11 130 км. Наблюдения проводились на протяжении всего светлого времени суток. Общий объем наблюдений составил 1 437 часов. При работе

The cetaceans fauna in the Barents Sea is characterized by the greatest species diversity among all the Russian Arctic seas (Атлас… 2011; Морские млекопитающие…, 2017). Despite the relatively good knowledge of the distribution and abundance of cetaceans in the Barents Sea, its central part remains poorly studied. Taking into account the increase in exploration activities associated with the growing interest in the development of petroleum resources in this sector of the sea, the protection of marine mammals is especially important. In turn, this determines the importance to study the current status of the cetacean populations, including the collection of the new data on seasonal and annual variability in the number and distribution of various species.

As a part of the geological survey support at the licensed site of PJSC “NK “Rosneft” in the shelf area of the Barents Sea the monitoring of marine mammals was conducted. The objectives of the monitoring program included the identification of cetaceans seen in the geological survey area and determination of their temporal and spatial distribution. The ship-based surveys were carried out from July 31 to October 1, 2017 in the northwest of the Barents Sea in the area between 77.77° and 76.60° N and 36.06° and 43.83° E (Fig. 1). The work was carried out by three observers. The observation point was located on the master bridge (an altitude of about 13.5 m above the sea level) and ensured the possibility of almost 360 degree view of the area. The speed of the vessel was 7-8 km/h. The total distance covered was 11,130 km. Observations continued throughout the daylight hours. The total amount of observations was 1,437 hours. Nikon Action EX 12×50 and Canon 12×36 binoculars with image stabilization were used during the surveys. Cetacean encounters coordinates were recorded by GPSMAP 76

Таблица 1. Показатели численности животных в августе–сентябре 2017 г. в районе исследований
Table 1. The relative number of animals in the survey area in August - September 2017.

Вид Specie	Показатель численности (ос./км) Relative number (ind./km)			
	2017			2016 [Горяев, 2017]
	Без учета скоплений 08.08 и 17.09 Excluding aggregations on 08.08 and 17.09			
	Август August	Сентябрь September	Общая Total	Апр.-Май Apr.-May
Горбач Humpback whale	0.0057	0.0061	0.0059	0.0018
Финвал Fin whale	0.0045	0.0035	0.0041	0.0066
Короткоголовый дельфин *Lagenorhynchus sp.*	0,0321	0.0582	0.045	0.044

использовали бинокли Nikon Action EX 12×50 и Canon 12×36 со стабилизацией изображения. Места встреч китообразных фиксировали по показаниям GPSMAP 76 CX. По возможности наблюдения документировались фото- и видеосъемкой.

За весь период проведения работ на обследованной акватории было зафиксировано 5 видов китообразных, включая 3 вида усатых китов (горбач *Megaptera novaeangliae*, финвал *Balaenoptera physalus*, малый полосатик *Balaenoptera acutorostrata*) и 2 вида зубатых китов (косатка *Orcinus orca*, беломордый дельфин *Lagenorhynchus albirostris*). Всего было зарегистрировано 216 горбачей, 84 финвала, 9 малых полосатиков, 16 косаток, 686 беломордых дельфинов. Порядка 15% зарегистрированных животных не было идентифицировано до вида, в том числе около 1% усатых китов и 14% дельфинов р. *Lagenorhynchus.*

Наиболее частыми были встречи усатых китов (65% от общего числа), среди которых преобладали встречи горбачей. В численном отношении абсолютно доминировали представители р. *Lagenorhynchus*, доля которых составляла более 70% от общего числа зарегистрированных животных (Рис. 2). В целом за весь период наблюдений доминирующим по частоте встреч видом был горбач, а по численности – беломордый дельфин. Встречи косатки и малого полосатика были единичными и носили случайный характер. Все зарегистрированные виды присутствовали на акватории с августа по конец сентября, за исключением косатки, отмеченной только в начале августа. Беломордый дельфин был единственным видом, зарегистрированным в начале октября.

CX. If possible, observations were recorded on photo and video cameras.

Over the observation period, 5 species of cetaceans were found in the surveyed area, including 3 species of baleen whales (humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, fin whale, *Balaenoptera physalus*, and Minke whale, *Balaenoptera acutorostrata*), and 2 species of toothed whales (killer whale, *Orcinus orca*, white-beaked dolphin, *Lagenorhynchus albirostris*). A total of 216 humpbacks, 84 fin whales, 9 Minke whales, 16 killer whales, and 686 white-beaked dolphins were recorded. About 15% of registered sightings could not be identified to species, including 1% of baleen whales and 14% of dolphins g. *Lagenorhynchus.*

Sightings of baleen whales were the most frequent (65% of the total amount), among which humpback whales were most prevalent. Dolphins absolutely dominated in numbers, accounting for more than 70% of the total number of registered animals (Fig. 2). During the observation period, humpback whale sightings were the most frequent, while in the absolute numbers the White-beaked dolphins were in a first place. The sightings of the killer and Minke whales were sporadic and rare. All species occurred in the survey area from August till the end of September, with the exception of killer whales, sighted only at the beginning of August. White-faced dolphins were the only species recorded in early October.

Humpback whale. The most common and numerous species of baleen whales during the study period was

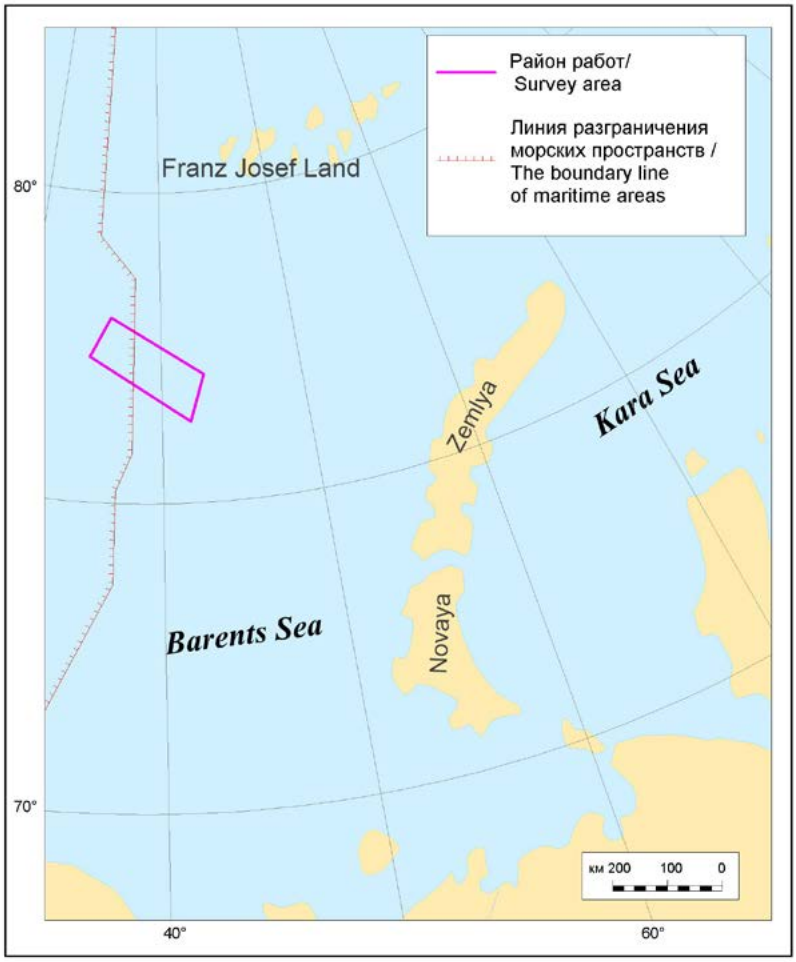


Рис. 1. Район проведения работ.
Fig. 1. Location of the study area.

Горбач. Самый массовый из отмеченных нами в период исследования видов усатых китов, на акватории присутствовал с 1.08 по 22.09. В 60% случаев регистрировали одиночных животных, в 40% случаев отмечали группы или скопления из 2-8 китов. Средний размер групп составил 3.02±1.48 ос. (Me=2, n=48). Частота встреч горбачей в августе и сентябре была одинаковой, но одиночные особи в сентябре отмечались в два раза чаще.

Финвал. Обычный вид в районе исследований. В период проведения работ встречался в два-три раза реже, чем горбач. Соотношение двух этих видов, как по частоте встреч, так и по числу особей, было почти одинаковым и составило примерно 2.6. На акватории финвалы встречались с 1 августа по 21 сентября, частота встреч в августе была немного выше, чем в сентябре. В 56% встреч были зарегистрированы одиночные животные, в остальных случаях были отмечены группы, включав-

present in the survey area from August 1 to September 22 Single animals were recorded in 60% of sightings. In 40% of cases a group or a cluster consisting of 2-8 whales were recorded. The average group size was 3.02 ± 1.48 ind. (Me = 2, n = 48). The frequency of humpback whale sightings in August and September was the same, but in September single individuals were noted twice as often.

Fin whale. They are a common species in the survey area. Fin whales occurred two to three times less frequently than humpback whales during the study period. The ratio of these two species in terms of frequency of the sightings and in numbers was almost the same - 2.6. Fin whales occurred in the area from August 1 to September 21, the frequency of sightings in August was slightly higher than in September. Single animals were recorded in 56% of the encounters, in other cases groups from 2

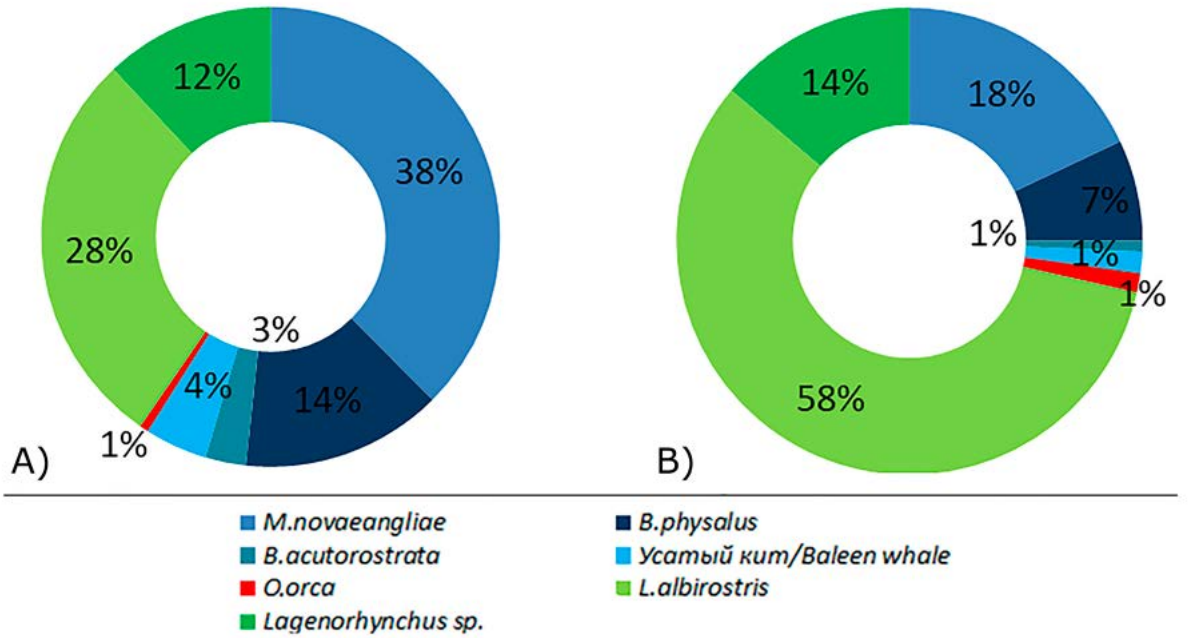


Рис. 2. Состав локального населения китообразных района исследований.
А) доля встреч разных видов в % от общего числа встреч;
В) доля особей разных видов в % от общего числа зарегистрированных животных.
Fig. 2. Cetaceans species structure in the research area.
A) A proportion of different species sightings in % of the total number of sightings;
B) A proportion of different species in % of the total number of registered animals

шие от 2 до 6 китов. Средний размер групп составил 2.95±0.99 ос. (Me=3, n=20).

Малый полосатик. В период проведения работ немногочисленный, но обычный для акватории исследования вид усатых китов. В период с 7 августа по 03 сентября зарегистрировано всего девять встреч одиночных животных. Ни разу не отмечался в ассоциации с другими видами китообразных.

Усатых китов, включая не идентифицированных до вида животных, отмечали на акватории в первую и третью декады августа и первую-вторую декады сентября. Средняя частота регистрации составила 5,4 встречи в день без учета дня, когда была зафиксирована экстремально высокая численность китов.

Крупное кормовое скопление, насчитывающее более 200 животных, было зарегистрировано 8 августа. Оно располагалось на участке акватории, расположенном между 77.76° и 77.33° N и 35.86° и 37.87° E, с глубинами 150-210 м. Основу скопления составляли горбач и финвал, которые присутствовали в скоплении в соотношении 4:1. Помимо них зарегистрировано несколько

to 6 whales were reported. The average group size was 2.95 ± 0.99 ind. (Me = 3, n = 20).

Minke whale. There was a few recorded sightings, but normally they are a common species among baleen whales in the survey area during the study period. Only nine single animals were registered from August 7 to September 3. The species has never been seen in association with any other species.

The baleen whales (including those not identified), were noted in the survey area during the first and the third ten-day periods of August and during the first - second ten-day periods of September. The average frequency of baleen whales sightings was 5.4 sightings per day, excluding one day, when an extremely high number of animals was recorded.

A large feeding aggregation of more than 200 whales was recorded on August 8 in the area located between 77.76° and 77.33° N and 35.86° and 37.87° E, with the depths 150-210 m. The main part of the aggregation consisted of humpback whales and fin whales in the ratio of 4:1 respectively. Several Minke whales were

одиночно кормящихся малых полосатиков. В данном скоплении отметили группу из двух взрослых горбачей и детеныша. Два раза были зарегистрированы группы финвалов, также включавшие детенышей. Горбачи встречались в течение всего времени прохождения судна через зону повышенной концентрации животных. Общая продолжительность этого периода составила более 12 часов. Финвалы отмечались на протяжении только трех последних часов. Все точки встреч финвалов были связаны с глубинами более 200 м и расположены на участке акватории к юго-востоку от 77.48° N и 36.79° E. В целом для данного кормового скопления было характерно пространственно-временное разделение горбачей и финвалов. Не отмечено ни одной смешанной группы, включавшей представителей двух видов.

Косатки были зарегистрированы два раза в начале августа. В группе, встреченной 2 августа (координаты встречи 77.25° N и 38.24° E), было 9 животных, включая взрослого самца и не менее двух самок с детенышами. Еще две косатки держались на расстоянии до 1 км от основной группы. Вторая встреча состоялась 6 августа (координаты встречи 77.24° N и 38.59° E), когда была отмечена группа из 7 животных. Учитывая, что основная часть первой группы также включала 7 косаток, а расстояние между встречами составило менее 10 км, можно допустить, что были зарегистрированы те же животные.

Беломордый дельфин. Это самый многочисленный и второй по частоте встреч вид китообразных в период проведения работ. Беломордых дельфинов отмечали с 1 августа по 1 октября, т.е. в течение всего периода наблюдений. В 30% встреч (18% от общего числа зарегистрированных особей) была определена только родовая принадлежность дельфинов: все они являлись представителями р. *Lagenorhychus*. Теоретически, в районе проведения исследований мог встречаться еще один представитель данного рода – атлантический белобокий дельфин *L. acutus*. Однако область обитания теплолюбивого белобокого дельфина смещена в более низкие широты. Кроме того, во всех случаях, когда дельфины, первоначально определенные только до рода, приближались к судну на близкое расстояние, они были определены как беломордые дельфины. Наконец, на протяжении всего периода наблюдений белобокие дельфины ни разу не были зарегистрированы. Таким образом, представляется, что в подавляющем большинстве случаев, когда видовая идентификация зарегистрированных животных была затруднительной, речь шла именно о беломордых дельфинах.

registered also. In the aggregation, a group of two adult humpback whales and one calf was noted. Two groups of fin whales with calves were also registered. Humpbacks were registered during the entire time of the ship's passage through the zone of high concentration of cetaceans. The total duration of this period was over 12 hours. Fin whales were recorded only for the last three hours. All fin whale sightings were associated with depths of more than 200 m and are localized in the area to the south-east of 77.48° N and 36.79° E. In general, the spatial and temporal separation of humpback whales and fin whales was typical for this aggregation. There was no mixed group that included both species.

Killer whale. Only two killer whale groups were observed, both in early August. The first sighting took place on August 2 at the position of 77.25° N and 38.24° E. This group consisted of 9 animals, including one adult male and at least two females with an offspring. Two killer whales kept their distance of 1 km from the rest. Another group of 7 animals was recorded on August 6 (77.24° N and 38.59° E). We assume that it re-sighting of the group seen earlier, given that the main part in the first sighting also consisted of 7 whales, and the distance between the observations was less than 10 km.

The white-beaked dolphin. This is the most numerous and second most frequent species of cetaceans in the study area. White-beaked dolphins were recorded during the entire observation period, from August 1 to October 1.

In 30% of the sightings (18% of the total number of registered individuals) it was possible to determine only the genus of dolphins encountered. All registered dolphins were representatives of gen. *Lagenorhychus.* The Atlantic white-sided dolphin *L. acutus*, another member of the same genus, could theoretically be found in the area. However, the habitat of the thermophilic white-sided dolphin is located in lower latitudes. In addition, in all cases when the animals, firstly defined as *Lagenorhynchus*, then approached the vessel, they were always identified as white-beaked dolphins. Finally, there were no sightings of white-sided dolphins in the survey area during the period from July 31 till October 1, 2017. Thus, it seems possible that all unidentified (to species) dolphins sightings were of white-beaked dolphins.

For the majority of dolphin sightings (> 95%) the groups size was recorded, ranging from 2 to 26 individuals, and the average group size was 6 ± 4 ind. (n = 139). Both the frequency of sightings and the dolphin number in September were almost twice higher than in August. The

Более чем в 95% встреч регистрировали группы, включавшие от 2 до 26 особей. Средний размер группы составил 6±4 ос. (n=139). Как частота встреч, так и относительная численность в сентябре были почти в 2 раза выше, чем в августе. Так частота встреч составляла 1.2 встречи/дн. в августе и 2.2 встречи/дн. в сентябре, а относительная численность – 0.3 и 0.6 ос./км соответственно. Распределение встреч на обследованной акватории носило равномерный характер (Рис. 3).

Высокую концентрацию дельфинов отмечали только 17 сентября. В этот день приблизительно за 2.5 часа мимо судна прошло несколько косяков дельфинов, общей численностью около 300 особей. Реальная численность дельфинов в этом скоплении, вероятно, была еще больше. Относительная численность дельфинов за день составила 1.64 ос./км. Все животные целенаправленно перемещались в северном - северо-восточном направлении, двигаясь сравнительно быстро. Многие животные демонстрировали элементы кормового поведения. Практически на протяжении всего периода массового прохода дельфинов на акватории присутствовало также большое число рыбоядных птиц. Они были представлены, в первую очередь, моевками *Rissa tridactyla*. Несколько раз были отмечены моевки, державшие в клюве мелкую рыбу. Вероятнее всего, и птицы, и дельфины двигались вслед за стаей рыб.

Нередко в течение дня регистрировали как усатых китов, так и дельфинов. Доля таких дней составляет 40% от общего числа дней, в ходе которых был зарегистрирован хотя бы один представитель китообразных. В то же время встречи усатых китов и дельфинов, как правило, были разнесены во времени и пространстве. Смешанные группы/кормовые ассоциации усатых и зубатых китов регистрировали крайне редко. В частности, два раза зарегистрированы беломордые дельфины, сопровождавшие финвалов. Один раз группа из 5 дельфинов сопровождала двух китов, во втором – три дельфина следовали вместе с одним финвалом. Еще в одном случае несколько беломордых дельфинов кормились среди горбачей.

Пространственное распределение встреч китообразных на акватории в целом было сравнительно равномерным, без выраженных закономерностей (Рис. 3).

Специфика проводимых геологоразведочных работ делает невозможным адекватное использование существующих методик оценки численности морских млекопитающих. Тем не менее, сравнение полученных данных с результатами учета китообразных, проведенного в апреле-мае 2016 года в нескольких районах Баренцева моря (Горяев, 2017), свидетельствует о принципиаль-

frequency of sightings was 1.2 times/day in August and 2.2 times/day in September, and the relative abundance was 0.36 and 0.6 ind./km respectively. The distribution of the encounters in the survey area was relatively uniform (Fig. 3).

A high concentration of dolphins was noted only on September 17. Several schools of dolphins, a total of about 300 individuals, passed by the seismic vessel within 2.5 hours. The relative abundance of dolphins for this day was 1.64 ind./km. The actual number of dolphins in this aggregation probably was even higher. All animals were travelling north/northeast at relatively high speed. Many dolphins showed elements of feeding behavior. Almost throughout the entire period of the dolphins passage, a large number of fish-eating birds were present in the area. There were mainly Black-legged kittiwakes, *Rissa tridactyla*. Several kittiwakes with small fish in the beak were recorded. It is possible that both the dolphin and the birds had been following the school of fish.

Baleen whales and dolphins were often recorded during the same day. The amount of such days is 40% of the total number of days during which at least one species of cetacean was registered. However, sightings of whales and dolphins, as a rule, were separated in time and space. Mixed groups of baleen and toothed whales were registered extremely rarely. In particular, groups consisting of fin whales and white-beaked dolphins were noted twice. In the first case, a group of 5 dolphins accompanied two whales, in the second one, three dolphins followed a single fin whale. In another case, several white-beaked dolphins fed among humpback whales.

The spatial distribution of cetaceans in the area was relatively uniform, without pronounced patterns (Fig. 3). The specifics of seismic exploration significantly complicate the use of current methods of counting marine mammals. Nevertheless, a comparison of our data with the results of cetacean counts, conducted in April-May 2016 in several areas of the Barents Sea (Горяев 2017), testifies to the fundamental similarity of some parameters. For example, the relative number of dolphins obtained using the standard method in 2016 is very similar with our results (0.044 and 0.049 ind./km respectively). At the same time, the numbers of two most common and numerous species of baleen whales – humpback and fin whale, – differ markedly from those in 2016 (Tabl. 1). The difference may be due to the fact that in 2016 the surveys were carried out in a different area of the sea and at a different time.

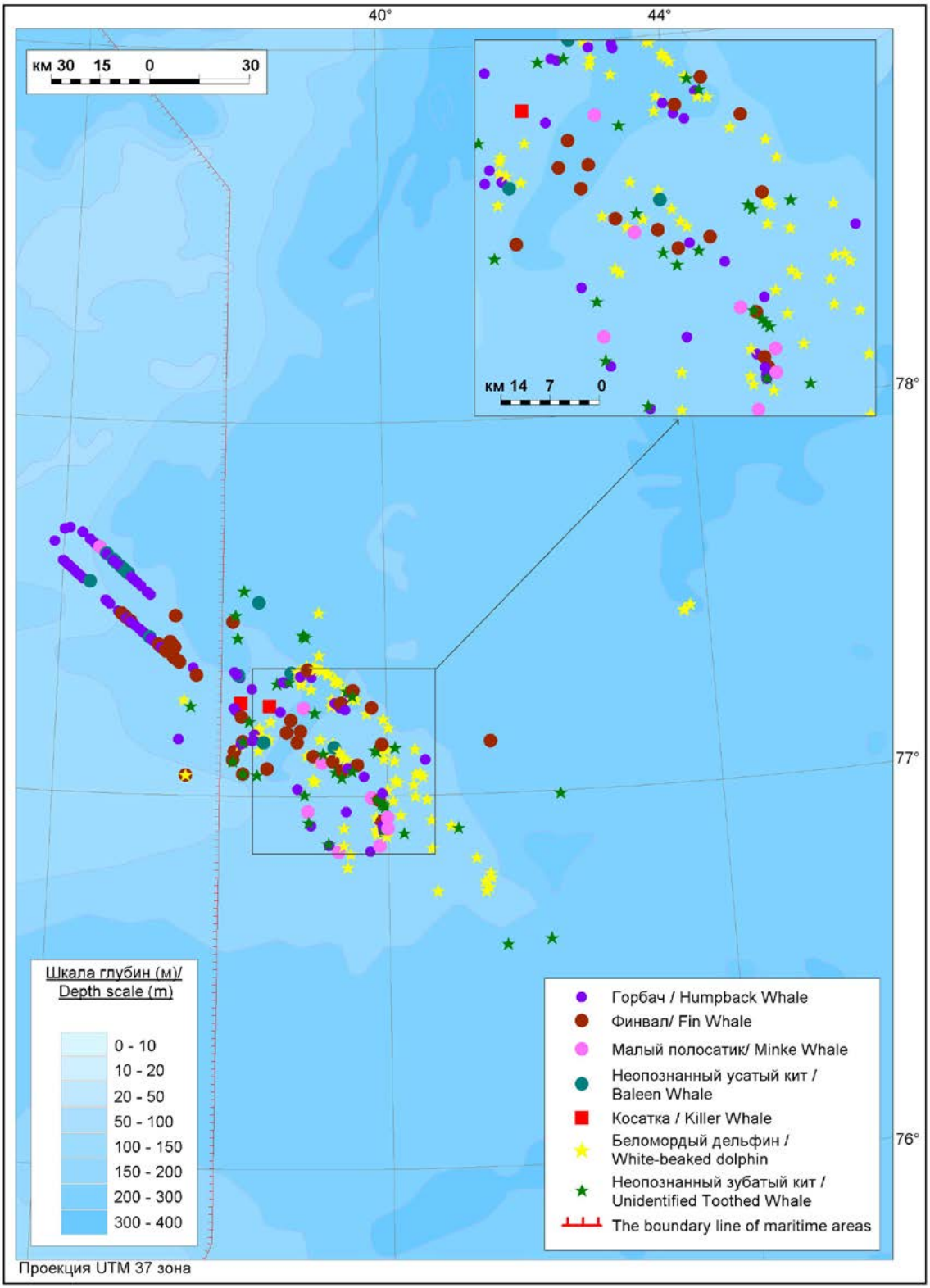


Рис. 3. Карта встреч китообразных в центральной части Баренцева моря в августе-октябре 2017 г.
Fig. 3. Map of cetacean sightings in the central part of the Barents Sea in August-October 2017.

ном сходстве рассматриваемых показателей. Так, показатели численности беломордых дельфинов, полученные в 2016 г., близки к нашим результатам (0.044 и 0.045 ос./км соответственно). В то же время показатели численности двух обычных и наиболее многочисленных видов усатых китов – горбача и финвала – заметно отличаются от результатов, полученных в 2017 г. (Табл. 1). Последнее может быть связано как с тем, что учеты 2016 г. проводили в других районах Баренцева моря, так и с различием в сроках работ.

В сентябре отмечено постепенное и устойчивое увеличение как частоты встреч, так и общего числа дельфинов. Со слов сотрудников геофизической партии, работавших на судне сейсморазведки, увеличение численности дельфинов отмечали на этом же участке акватории также в октябре 2016 г. Возможно, в этой части Баренцева моря массовое появление беломордых дельфинов в середине сентября происходит каждый год и связано с сезонными миграциями рыб.

Неожиданным результатом 2017 г. оказалось очень низкое видовое разнообразие локальной фауны китообразных. В районе проведения работ, согласно опубликованным данным, может встречаться до 14 видов китообразных и 5 видов ластоногих животных (Беликов и др. 2002; Stiansen, Filin 2008). Из них за два месяца наблюдений было отмечено только пять видов китообразных, тогда как ластоногие не отмечались ни разу.

Благодарности. Авторы глубоко признательны Поздняковой Н.А. за помощь в работе с картографическим материалом и при подготовке иллюстративного материала.

In September, there is a gradual and steady increase in both the frequency of sightings and the total number of dolphins. According to the staff of the geophysical party of the seismic vessel, an increase in the number of dolphins in the same area was also noted in October 2016. It is likely that the mass appearance of dolphins occurs annually in this part of the Barents Sea, beginning in mid-September, and is associated with seasonal migrations of fish.

An unexpected result of 2017 survey was very low diversity of the local cetacean fauna. In the study area, according to published sources, up to 14 cetacean species and 5 species of pinniped recorded previously (Беликов и др. 2002; Stianse, Filin 2008). However, during the two months of the survey only five species of cetaceans were observed, and pinnipeds were not recorded at all.

Acknowledgments. The authors are deeply grateful to Pozdnyakova N.A. for her assistance in working with the cartographic materials and in the preparation of the illustrative material.

Список использованных источников / References

Атлас биологического разнообразия морей и побережий российской Арктики. 2011. М.: WWF России, 64 стр. [The Atlas of Biodiversity of the Seas and Coastlines of the Russian Arctic. 2011. M.: WWF of Russia, 64 p.

Морские млекопитающие Российской Арктики и Дальнего Востока: Атласы морей Российской Арктики. 2017. М.: Аркт.Науч.Центр, 312 с. [Marine mammals of the Russian Arctic and the Far East: atlases of the Russian Arctic seas. 2017. M .: Arctic Sci.Center, 312 p.].

Беликов С.Е., Болтунов А.Н., Горбунов Ю.А. 2002. Сезонное распределение и миграции китообразных Российской Арктики по результатам многолетних наблюдений ледовой авиаразведки и дрейфующих станций “Северный полюс”. В: Морские млекопитающие (Результаты исследований, проведенных в 1995–1998 годах) (под ред. Аристова А.А. и др. В.А.), М.: Совет по морским млекопитающим, с. 21–50. [Belikov S. E., Boltunov A.N., 2002. Distribution and migrations of cetaceans in the Russian Arctic according to observations from aerial ice surveys. In: Marine Mammals (Results of the studies conducted in 1995-1998) (eds. Aristova A.A et al.,) M.: Marine Mammal Society, pp:21-50]

Горяев Ю.И. 2017. Распределение морских млекопитающих в Баренцевом море в апреле-мае 2016 года. // Труды КНЦ РАН. 2017. Т. 8. № 2-4. С. 88-95. [Goryaev Yu.I. 2017. Distribution of Marine Mammals in the Barents Sea in April and May 2016. // Annals of Kola Sci.Centre of the Russian. P. V.8. №2-4. P. 88-95].

Belugas in the North Atlantic and the Russian Arctic (eds. Heide Jorgensen M.P., Wiig O.), Tromso: The North Atlantic Marine Mammal Commission, p.69–86.

Stiansen J.E., Filin A.A. (eds). 2008. Joint PINRO/IMR Report on the State of the Barents Sea Ecosystem in 2007, with Expected Situation and Considerations for Management. IMRPINRO Joint Report Series 2008(1). Bergen: Institute of Marine Research, 185 p.

Чакилев М.В. [1], Кочнев А.А. [2,3]

Результаты мониторинга лежбища тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus divergens*) в районе мыса Сердце-Камень (Чукотское море) в 2016-2017 гг.

1. Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), Чукотское отделение (ЧукотНИО), Анадырь, Россия
2. Институт биологических проблем Севера ДВО РАН (ИБПС ДВО РАН), Магадан, Россия
3. «Национальный парк «Берингия», Провидения, Россия

Chakilev M.V. [1], Kochnev A.A. [2,3]

Monitoring results of the Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens*) haulout site at Cape Serdtse-Kamen (Chukchi Sea) in 2016–2017

1. Pacific Branch of the Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – TINRO, Chukotka department (ChukotNIO), Anadyr, Russia
2. Institute of Biological Problems of the North, Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia
3. National park «Beringia», Providence, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-381-391

На протяжении последних 30 лет пространственно-временное распределение тихоокеанского моржа в летне-осенний период заметно изменилось. Наиболее ярко эти изменения выражены в росте использования моржами береговых местообитаний в Чукотском море (Кочнев 2004, MacCracken 2012). В связи с этим особое значение приобретает долговременный мониторинг береговых лежбищ моржей, позволяющий получить актуальные сведения о состоянии группировки тихоокеанского моржа, нагуливающейся в летне-осенний период в Чукотском море. Среди модельных лежбищ крупнейшим по численности животных является район мыса Сердце-Камень, где в осенний период собирается основная часть популяции (Кочнев, 2010). Мониторинг этого лежбища ведется с 2009 г. и отражен в многочисленных публикациях (Чакилев и др., 2012, 2014; Чакилев, Кочнев, 2014, 2016). В ходе мониторинговых работ основное внимание уделяется сезонной динамике численности моржей на берегу и в прибрежной акватории, половозрастной структуре береговых залежек, смертности и факторам беспокойства моржей.

Over the past 30 years, the spatial and temporal distribution of the Pacific walrus in summer and fall has changed dramatically. These changes are manifested most obviously in the increased use of the coastal habitats by walruses in the Chukchi Sea (Kochnev 2004, MacCracken 2012). For this reason, long-term monitoring of the coastal haulout sites is of particular importance, as it allows collection of important data to assess the status of the Pacific walrus group feeding in the Chukchi Sea in summer -fall. Among the important haulouts is the site located near Cape Serdtse-Kamen, with the highest number of animals, where the major part of the population aggregates in the fall (Kochnev, 2010). This haulout has been monitored since 2009 and is described in numerous publications (Chakilev et al., 2012, 2014; Chakilev, Kochnev 2014, 2016). During the monitoring, the main focus is put on the seasonal dynamics of walrus numbers on the shore and in the coastal waters, sex and age structure of coastal haulouts, mortality, and disturbance factors.

В представленной работе приведены данные, собранные в районе мыса Сердце-Камень с 3 сентября по 7 ноября 2016 г. в ходе 297 часов и с 3 сентября по 30 октября 2017 г. в ходе 346 часов ежедневных наблюдений.

Оценку численности моржей проводили в течение всего периода залегания зверей на берегу и использования ими акватории в районе лежбища по методикам, описанным ранее (Кочнев, 1999а, рукописные материалы). Для получения ежедневной информации о численности моржей обычно применялся визуальный учет с использованием 8- и 10-кратного биноклей. Для учетов были выбраны пункты на береговых обрывах, откуда максимально просматривались участки лежбища. Пункты были расположены на высоте от 10 до 40 м над уровнем моря. На относительно небольших участках подсчет вели поголовно. При численности моржей свыше нескольких сотен площадь залежки глазомерно разбивали на правильные геометрические фигуры и на каждом из полученных участков подсчитывали количество зверей, лежащих по линиям основания и высоты данной фигуры. Число моржей на участке определяли с помощью формулы площади, применяемой для данной фигуры.

При каждом визуальном учете определяли также количество моржей в воде. Вся видимая акватория глазомерно делилась на участки с различной плотностью животных. На участках с незначительным числом зверей велся подсчет каждой особи. Если плотность зверей была высока, например, непосредственно вблизи лежбища, то оценивали площадь, занимаемую десятью животными, а затем визуально экстраполировали на весь участок высокой плотности. При очень больших скоплениях моржей в воде оперировали «сотнями» и «тысячами» зверей. Тем же способом оценивали численность моржей при высокой численности на самом крупном участке лежбища – в бухте Кэнискин.

В 2017 г. для дней с наиболее высокой численностью моржей в бухте Кэнискин одновременно с визуальными учетами использовали и площадной метод (Кочнев, 1999а). Измерения площади и составление схемы участка проводили в 2009 и 2010 гг. На эту схему в 2017 г. наносили очертания залежки, края которой определяли по ориентирам на местности, а затем рассчитывали численность моржей.

В некоторые дни часть небольших изолированных участков лежбища не просматривалась с берега, поэтому использовали экспертную оценку, исходя из предыдущей оценки численности и погодных условий.

В период с 8 по 25 октября 2017 г. оба соавтора проводили независимую одновременную оценку численности и

In the present study, we provide the data collected at the site near Cape Serdtse-Kamen from September 3 to November 7, 2016 (297 hours of observations) and from September 3 to October 30, 2017 (346 h of observations).

The number of walruses was estimated throughout the period of animals presence on the shore and in the water area adjacent to the haulout by the methods described earlier (Kochnev, 1999a; handwritten notes). To obtain daily information on the number of walruses, we usually performed visual counts using 8× and 10× binoculars. Positions for observation were set up on the coastal cliffs, from which the most of the haulout area was visible. The observation points were located at an altitude of 10 to 40 m above sea level. In relatively small sections, all animals were counted individually. When the number of walruses was over a few hundred, the haulout area was visually divided into regular geometric shapes, and all animals located along the imaginary lines of the base and the hight of this shape were counted. The number of walruses in each of the resulting plots was then calculated using the area formula for this shape.

Number of walruses in the water was also determined during each count. The entire visible area of water was divided into plots with different densities of animals. In plots with a small number of animals, each individual was counted. If the density of animals was high, for example, in the immediate proximity to the haulout, we estimated a portion of plot occupied by ten animals, which then was visually extrapolated to the entire plot of high density. In case of very large aggregations of walruses in the water, we rounded the numbers to “hundreds” and “thousands” of animals. In the largest part of the haulout, in Keniskin Bay, the number of walruses during their high abundance was estimated using the same approach.

In 2017, the areal method (Kochnev 1999a) was used along with visual counts on the days of the highest number of walruses in Keniskin Bay. The area was measured and a plan of the area was composed in 2009 and 2010. In 2017, the outline of the haulout was superimposed on the plan, with its edges determined by the landmarks, and then the number of walruses was counted.

There were several days when some of the small isolated parts of the haulout were not visible from the shore, and, thus, we used an expert assessment based on the previous number estimates and weather conditions.

в качестве итогового принимали среднее значение числа зверей как на берегу, так и в прибрежной зоне.

Оценку половозрастного состава проводили по стандартной методике путем учетов животных раз в пятидневку на разных участках лежбища (Кочнев 1999б). Пол и возраст каждого зверя оценивали по особенностям экстерьера (Fay, Kelly 1989). В выборку включали только тех моржей, пол и возраст которых удалось определить с высокой вероятностью. У животных в возрасте до 6 лет пол не определяли.

Осмотр погибших зверей проводили либо в момент обнаружения, либо в первый же день, когда моржи освобождали тот или иной участок лежбища и к трупам можно было подойти, не провоцируя беспокойства животных (Кочнев 2002). Чтобы избежать повторных записей, каждый осмотренный труп помечали путем ампутации мизинца на одной из задних ласт. В выборку включали все трупы, которые удалось обнаружить и описать.

Данные заносили в табличную базу данных, созданную в среде Microsoft Excel.

Одновременно с учетом моржей на лежбище проводили ежедневные учеты хищников (белых и бурых медведей, косаток) в пределах видимости, как с наблюдательных пунктов, так и во время маршрутов. Записывали все замеченные случаи беспокойства моржей, как антропогенные, так и естественные, оценивая степень их воздействия на моржей по длительности беспокойства и числу сошедших в воду зверей.

В 2016 г., до начала наших наблюдений, моржи на берег не выходили (сообщения охотников из села Энурмино), и первые 4 особи появились 4 сентября недалеко от северной оконечности мыса. До 27 сентября численность зверей не превышала 3 000 особей, которые залегали на нескольких участках между мысами Сердце-Камень и Кэнгумэн (рис. 1). Их число резко сокращалось лишь в отдельные дни, когда они уходили кормиться, как это происходило и в предыдущие годы, когда характер перемещений был определен с помощью спутникового прослеживания (Кочнев и др., 2008). Массовый подход к лежбищу начался в первых числах октября. В эти дни моржи впервые стали использовать самый большой по площади участок лежбища – песчаную косу в бухте Кэнискин (см. схему размещения залежек: Кочнев, 2010), 5 октября достигнув первого пика численности в 22121 особей на берегу и в воде. В течение октября максимальная численность моржей сохранялась примерно на том же уровне, еще четырежды достигая пиковых значений от 11 до 27,5 тыс. (рис. 1). В начале ноября произошел

During the period from 8 to 25 October 2017, both co-authors carried out independent simultaneous counts of the number of animals and a resulting value was calculated as the mean number of animals from these counts, both on the shore and in the coastal zone.

The sex and age composition were determined according to the standard method by counting animals every five days in different parts of the haulout (Kochnev 1999b). Sex and age of each animal were identified by external traits (Fay, Kelly 1989). A sample included only those walruses whose sex and age were determined with high probability. For animals under 6 years of age, sex was not determined.

Examination of dead animals was carried out either at the time of finding them or on the first day when walruses left some part of the haulout, and the carcasses were accessible without disturbing the animals (Kochnev 2002). To avoid double counting, each examined carcass was marked by cutting off a little finger on one of the rear flippers. A sample included all the carcasses that could be found and described.

The data were entered into a database created using the Microsoft Excel package.

Along with the counting walruses on the haulout, we conducted daily observations of predators (white and brown bears, killer whales) seen from the observation points and during walking routes. All cases of walrus disturbance, both anthropogenic and natural, were recorded; the degree of their impact on the walruses in terms of duration of anxiety and the number of animals that went into the water was assessed.

In 2016, walruses did not haul out on the shore before the start of our observations (according to hunters from the village of Enurmino); the first four individuals appeared on September 4 near the northern tip of the cape. Until September 27, the number of animals was below 3,000; they were lying at several sites between the Serdtse-Kamen and Kengumen capes (Fig. 1). Their numbers sharply reduced only the days the walruses went to feed, the same pattern of their movements had been recorded by satellite tracking in previous years, (Kochnev et al., 2008). The mass arrival on the haulout began in early October. On those days the walruses first used the sand spit in Keniskin Bay, which is the largest section of the haulout (see the scheme of haulout parts in Kochnev, 2010); on October 5, there was the first peak in the number of animal: 22,121 individuals on the shore and in the water. During October, the maximum number of walruses remained at approximately the same

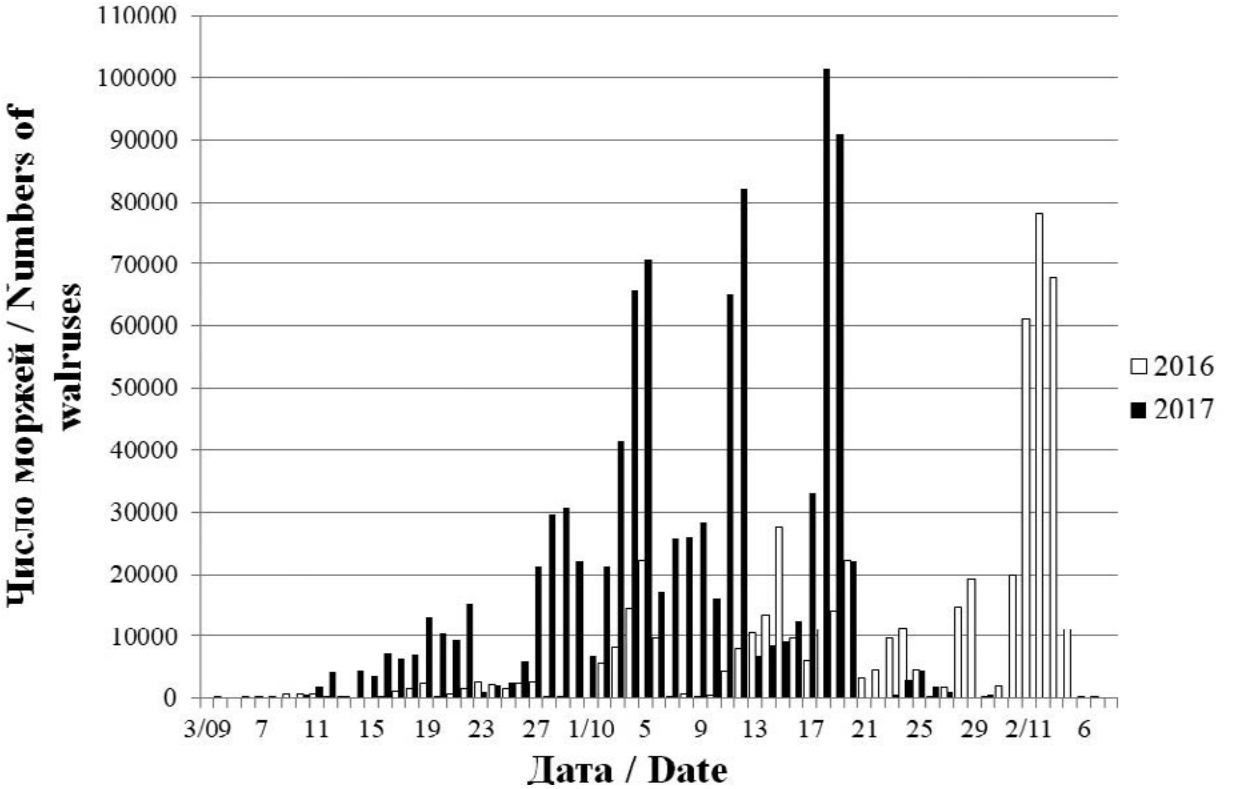


Рис. 1. Сезонная динамика численности моржей на береговом лежбище мыса Сердце-Камень в 2016-2017 гг.
Fig. 1. Seasonal dynamics of the walrus numbers at Cape Serdtse-Kamen, 2016–2017.

скачок числа зверей до максимальной отметки, когда было учтено 75002 зверей на берегу и 3157 в воде. После этого число моржей стало сокращаться, а 7 ноября они полностью покинули лежбище. Наблюдения были прекращены, хотя, по сообщениям охотников из близлежащего села Энурмино, небольшие группы моржей продолжали появляться в акватории бухты Кэнискин еще в течение двух недель.

В 2017 г., до нашего прибытия на лежбище, моржи не появлялись, о чем свидетельствуют местные охотники, и первого моржа на северо-западной оконечности мыса мы наблюдали 3 сентября – в день заезда в район работ. В течение первой декады этого месяца на берег выходили только одиночные звери, однако концентрация моржей в воде медленно возрастала, и 10 сентября сформировалась залежка из 106 особей, при этом число моржей на плаву было свыше трех сотен. В течение второй декады сентября моржи залегали на нескольких участках между мысами Сердце-Камень и Кэнгумэн, числом не превышая 7,2 тыс. (рис. 1). Впервые их численность превысила десятитысячную отметку 19 сентября (13124 особи на берегу и в воде). К концу этого месяца моржи стали использовать для отдыха косу в бухте Кэнискин,

level, reaching the peak values four times ranging from 11,000 to 27,500 (Fig. 1). In the beginning of November, there was a maximum jump in the number of animals, when a total of 75,002 animals were recorded on the shore and 3,157 in the water. After that, the number of walruses began to decline, and on November 7 they completely left the haulout. The observations stopped shortly after, although, according to hunters from the village of Enurmino nearby, small groups of walruses kept appearing in Keniskin Bay for another two weeks.

In 2017, there were no walruses at the haulout prior to our arrival, as reported by the local hunters, and we observed the first walrus on the northwestern tip of the Cape on September 3, the first day of our field work. During the first ten days of this month, only single animals were present ashore, but the concentrations of walruses in the water slowly increased. A haulout of 106 individuals formed on September 10, while the number of walruses in the water was over 300. During the second ten days of September, up to 7,200 walruses were resting at several sites between the capes of Serdtse-Kamen and Kengumen (Fig. 1). The number of walruses first exceeded the level of 10,000 on September

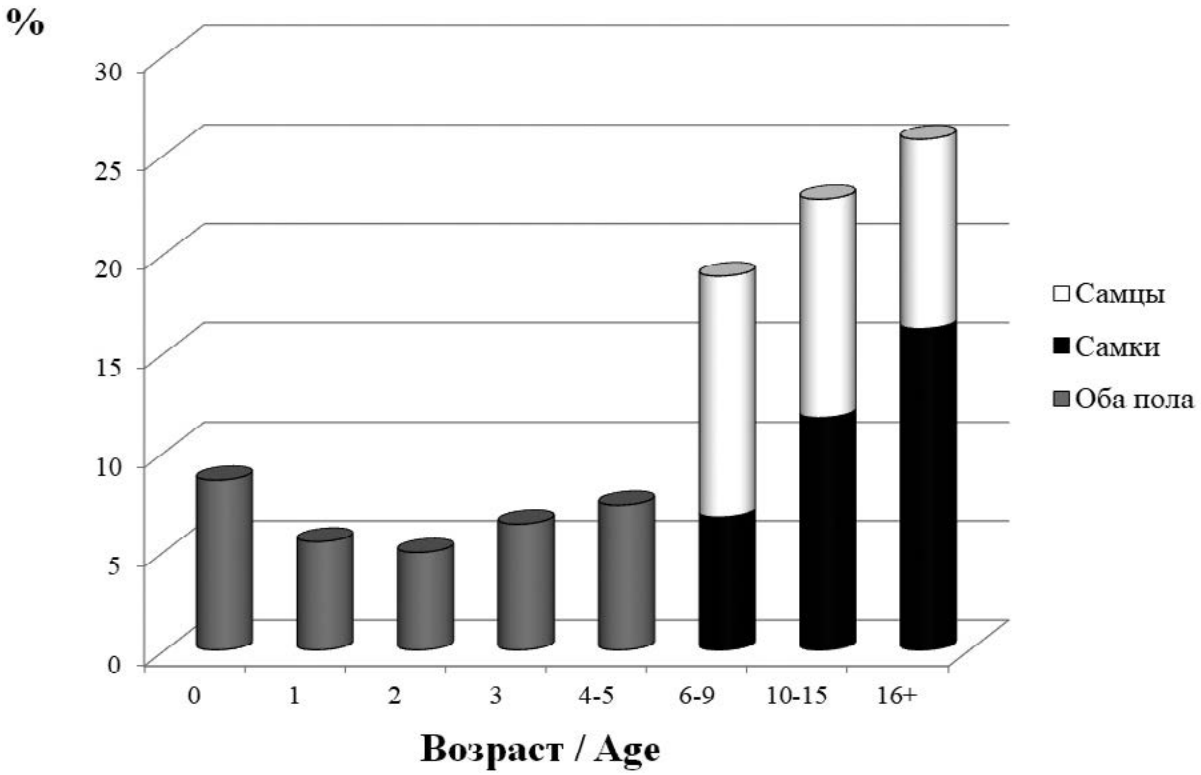


Рис. 2. Половозрастная структура моржей на мысе Сердце-Камень в 2016-2017 гг. (n=3405)
Fig. 2. Sex/age composition of walruses at Cape Serdtse-Kamen, 2016–2017 (n=3405).
Key: Самцы → Males, Самки → Females, Оба пола → Both sexes

29 сентября перешагнув отметку в 30 тыс. зверей на всей протяженности лежбища. В дальнейшем численность моржей нарастала после каждого возвращения с мест кормления, где они, по-видимому, встречали новых мигрантов с западных лежбищ и с побережья Аляски и, объединяясь в группы, вновь возвращались на мыс Сердце-Камень для отдыха. Каждый новый пик численности (по совокупности учетов на берегу и в воде) был выше предыдущего: 70815 – 5октября, 82134 – 12 октября, а 18 октября было зафиксировано максимальное значение – 101572 зверя (рис. 1). Эта оценка получена при расчете среднего значения из двух независимых учетов и по этой причине чуть выше, чем опубликованная ранее (95572 - Чакилев, Кочнев, 2018). Этот пик был последним, моржи стали покидать лежбище и в конце октября залегали числом не более 4,5 тыс. только на 3 северо-западных участках лежбища, где они начинали выход в сентябре.

Как в 2016 г., так и в 2017 г. половозрастная структура моржей на лежбище была смешанной. В генерализованной выборке (n = 3405) доля самок детородного возраста (6+) составила 34,6% и была близка к таковой у самцов старше 6 лет (32,8%) (рис. 2). Больше поло-

19 (13,124 individuals on the shore and in the water). By the end of this month, walruses began to use the spit to rest in Keniskin Bay, and on September 29 their number exceeded 30,000 all over the haulout. Subsequently, the number was growing after each return from the feeding areas, where they apparently encountered new migrants from the western haulouts and the Alaskan coast, which joined the group returning to Cape Serdtse-Kamen to rest. Each new peak in numbers (total of animals counted on shore and in water) was higher than the previous one: 70,815 on October 5; 82,134 on October 12; and the highest value, 101,572 individuals, was recorded on October 18 (Fig. 1). This estimate was obtained by calculating the mean of the two independent counts and, for this reason, proved to be slightly higher than that previously published (95,572, according to Chakilev, Kochnev 2019). This peak was the last, after which walruses began to leave the haulout, and in late October only up to 4,500 of them were lying at the three northwestern sites, where they had first appeared in September.

Both in 2016 and 2017, the age and sex structure of walruses on the haulout was mixed. In the combined

вины самок имели детенышей молочного возраста от 0 до 2 лет (58,3% в 2016 г. и 52,5% в 2017 г.), при этом самки с сеголетками составили 25% от общего числа взрослых самок. Остальные были яловыми, стельными или потерявшими потомство. Самой малочисленной возрастной категорией был молодняк 3-5 лет (13,7%).

На протяжении каждого из сезонов половозрастная структура моржей в районе мыса Сердце-Камень претерпевала заметные изменения. Доля самок, достигших половой зрелости, в течение сезона постепенно росла, а доля взрослых самцов снижалась. Доля неполовозрелых животных 3-5 лет возрастала в дни, когда происходил первый массовый подход моржей к лежбищу, и их численность начинала превышать 20 тыс. и в дальнейшем удерживалась на одном уровне. Дата первого массового подхода становилась пороговой и для категории зависимых детенышей. Если при низкой численности соотношение моржат первых трех лет жизни было сопоставимым, то при резком росте численности моржей доля сеголетков резко возрастала, в то время как рост доли годовалых и двухлетних щенков был выражен незначительно. Только к концу лежбищного сезона соотношение детенышей вновь выравнивалось.

В 2016-2017 гг. зафиксировано 42 схода моржей с берега. В 15 случаях причину схода моржей установить не удалось. В 59% сходов (n=27) воздействие носило антропогенный характер. Самую масштабную панику вызвал покол моржей копьями на берегу, который провели охотники из села Энурмино 29 октября 2016 г. Во время охоты на лежбище находилось примерно 19 тыс. моржей, из которых почти все сошли в воду непосредственно в процессе покола. Оставшиеся на краю залежки 200 зверей были согнаны во время транспортировки и разделки туш. Свежих трупов моржей, гибель которых можно было бы связать с поколом, на берегу обнаружено не было.

Из естественных факторов наибольшее беспокойство оказывали вороны и крупные чайки (бургомистры и серебристые), которые концентрируются по краям залежек до нескольких десятков и даже сотен птиц и при взлете больших стай вызывают панику среди моржей. Кроме того, в 2016 г. была зафиксирована паника, вызванная бурым медведем, и еще одна, впервые за всю историю наблюдений – волками. В последние годы трупы моржей, погибших в давках, вновь стали привлекать домашних собак, которые прибегают из села Энурмино. Такую же картину наблюдали и в 2009 г. (Кочнев, 2010), но после специальных отстрелов собак, предпринятых в

sample (n = 3,405) the proportion of females of reproductive age (6+ years) amounted to 34.6% and was close to that of males older than 6 yr (32.8 %) (Fig. 2). More than a half of the females had suckling calves from 0 to 2 yr of age (58.3% in 2016 and 52.5% in 2017); females with calves of the year accounted for 25% of the total number of adult females. The rest were barren, pregnant, or lost their offspring. The smallest age category was young animals at 3–5 yr of age (13.7%).

During each season the age and sex structure of walruses at Cape Serdtse-Kamen changed noticeably. The proportion of females that reached maturity gradually increased throughout the season, while the proportion of adult males declined. The proportion of immature 3–5-yr-old animals increased on the days of the first mass arrival of walruses on the haulout, their number began to exceed 20,000, and subsequently remained at the same level. The date of the first mass arrival became a threshold for the category of dependent calves. At the time of low number, the proportions of calves 1-3 years of age were comparable; after a sharp increase in the number of walruses, the proportion of 0-yr-old individuals increased dramatically, whereas the proportion of 1-yr-old and 2-yr-old calves was approximately the same. The proportions of calves leveled out again only by the end of the haulout season.

In 2016–2017, we recorded 42 events when walruses left the shore. In 15 cases, the cause of their disterbance could not be established. In 59% of cases (n = 27), the factor was anthropogenic. The largest stampede was caused by the hunt on the walruses on the shore with spears, which was carried out by hunters from the village of Enurmino on October 29, 2016. Initially, up to 19,000 walruses were present on the haulout, of which almost all went into the water during the hunt. The remaining 200 animals on the edge of the haulout were subsequently driven away during transporting and butchering of the carcasses. No fresh carcasses of walruses, the death of which could be associated with the hunt, were found ashore.

Among the natural factors, of particular concern were crows and large gulls (glaucous and herring gulls), which form aggregations at the edges of the haulout sites of up to several dozens and even hundreds of birds and, when taking off in large flocks, may raise panic among walruses. Moreover, one stampede caused by a brown bear and another one by wolves were recorded in 2016 (for the first time in the history of monitoring of the haulout). In recent years, carcasses of walruses that died in stampede began to attract dogs from the village

2009-2010 гг., этот фактор беспокойства почти перестал быть значимым, пока вновь не был отмечен в 2016 г.

В 2016-2017 гг. было осмотрено 537 погибших моржей. Размеры гибели животных на лежбище были выше, но многие трупы уносило в море до того, как моржи освобождали достаточно пространства, чтобы к погибшим животным можно было приблизиться. Более 80% погибших зверей обнаружены на самом обширном участке лежбища в бухте Кэнискин. Среди осмотренных животных преобладали моржата от 0 до 2 лет (59,8%), среди которых на сеголетков пришлось 83,8%. Значительную долю составили и половозрелые самки старше 6 лет (табл. 1). Самцы, достигшие физической зрелости, и молодые звери 3-5 лет погибали редко.

После наиболее массовых выходов животных на лежбище в 2016 г. было обнаружено 4, а в 2017 г. – 9 осиротевших моржат. Тела некоторых из них были покрыты язвами и шрамами от ударов клыками. По-видимому, распад семьи происходил, когда мать гибла в давке, или же моржата просто теряли контакт с ней на лежбище или в прибойной зоне, где уровень концентрации и перемещений животных очень высок. Подобные случаи отмечены и на других лежбищах Чукотки, где залегают самки с молодняком (Кочнев 2004, Крюкова и Кочнев 2012).

Несмотря на то, что сроки начала формирования моржами береговых залежек на мысе Сердце-Камень в оба года почти не отличались, сезонная динамика численности была разной (рис. 1). В 2016 г. в течение почти всего сезона численность моржей была относительно невысокой и лишь в первых числах ноября превысила отметку в 50 тыс., после чего моржи покинули лежбище. Напротив, в 2017 г. в течение октября численность моржей трижды достигала уровня выше 50 тыс., но и массовый уход их из района мыса Сердце-Камень произошел на 2 недели раньше, чем в 2016 г. По нашему мнению, эти различия связаны с особенностями ледовых условий в Чукотском море в начале сентября. Если в 2016 г. ледовый массив в это время располагался у северной границы Чукотского моря (https://www.natice.noaa.gov), охватывая такие важные районы нагула моржей, как восточное побережье о-ва Врангеля и о-в Геральд, а также банку Ханна (Hanna Shoal) (Jay et al. 2012, Dunton et al. 2017), то в те же даты 2017 г. кромка льда располагалась значительно северней и в районе о-ва Врангеля отступила на дистанцию свыше 300 км, тем самым лишив моржей возможности использовать лед для отдыха при кормлении на доступных глубинах. Вероятно, по этой причине число моржей, использовавших береговые лежбища в сентябре-октябре 2016 г.,

of Enurmino. The same situation was observed also in 2009 (Kochnev, 2010), but, after shooting the dogs in 2009–2010, this disturbance factor became almost insignificant until it was noted again in 2016.

In 2016–2017, 537 dead walruses were examined. The rate of mortality of animals on the haulout was higher, but many carcasses were carried out to sea before the walruses on the shore freed enough space and the dead animals became accessible. More than 80% of the carcasses were found at the largest section of the haulout, in Kaniskin Bay. Among the examined dead walruses, the dominant group was calves at 0 to 2 yr of age (59.8 %), among which calves of the current year accounted for 83.8%. Mature females of 6 yr also constituted a significant proportion (Table 1). Males that reached physical maturity and young animals at 3–5 yr rarely died.

After the most significant arrivals of animals on the haulout in 2016, we found four (nine in 2017) orphaned walrus calves. The bodies of some of them were covered by ulcers and scars from tusks. Apparently, the breakup of their families occurred when the mother died in a stampede, or they might lose contact with the mother on the haulout or in the surf zone, where the level of concentration and movements of animals is very high. Similar cases were also recorded from other haulouts of Chukotka used by females with calves (Kochnev 2004; Kryukova, Kochnev 2012).

Despite the similarities in formation timing of walrus coastal haulout sites at Cape Serdtse-Kamen between the two years, the seasonal dynamics of the maximum numbers had changed (Fig. 1). In 2016, the walruses numbers remained relatively low almost throughout the season, and only on the first days of November they exceeded the level of 50,000, after which the walruses left the haulout. During October 2017, the number of walruses, on the contrary, three times reached a level above 50,000 animals, but their mass departure from the area of Cape Serdtse-Kamen occurred 2 weeks earlier than in 2016. In our opinion, these differences can be explained by the specifics of the ice conditions in the Chukchi Sea in early September. In 2016, the sea ice at this time was located at the northern boundary of the Chukchi Sea (https://www.natice.noaa.gov) and covered the important feeding grounds of walruses such as the eastern coasts of Wrangel Island and Herald Island, as well as the Hanna Shoal (Jay et al. 2012; Dunton et al. 2017). On the same dates in 2017, the ice edge was located much further north, in the area of Wrangel Islands it retreated to a distance of over 300 km, and,

Таблица 1. Половозрастной состав моржей, погибших на мысе Сердце-Камень в 2016-2017 гг.
Table 1. Sex/age composition of walruses that died at Cape Serdtse-Kamen, 2016–2017.

Пол / Sex	Возраст / Age											
	0	1	2	juveniles	3	4-5	subadults	6-9	10-15	16+	adults	Всего / Total
♂	158	18	7	2	5	5	0	4	5	2	0	206
♀	92	12	2	1	6	6	3	37	75	42	23	299
Не определен / not determined	19	1	1	8	0	1	0	0	0	0	2	32
Итого / Total	269	31	10	11	11	12	3	41	80	44	25	537

было относительно небольшим, и массовый подход был отмечен только перед самым началом замерзания Чукотского моря. В 2017 г. моржи, очевидно, покинули ледовые местообитания значительно раньше и быстро стали концентрироваться в наиболее привлекательном по условиям кормодобывания районе мыса Сердце-Камень (Сиренко, Гагаев, 2007; Кочнев, 2010). Массовое использование этого района моржами в течение месяца, вероятно, привело к сокращению кормовых возможностей, и основная часть зверей стала смещаться в другие районы побережья, осваивая новые поля нагула.

Половозрастная структура моржей в районе мыса Сердце-Камень носит смешанный характер, при этом более половины залегающих здесь животных приходится на самок с зависимыми детенышами. Ранее считалось, что число ежегодно рождающихся детенышей составляет от 11,2 до 19% от общей численности популяции, а смертность приплода очень незначительна (Крылов 1968; Fay 1982). Наши данные показывают, что доля сеголетков на мысе Сердце-Камень ниже, чем рассчитанный ранее показатель рождаемости, и составляет 8,6%. Учитывая, что в октябре это лежбище собирает основную часть всей тихоокеанской популяции (Кочнев, 2010; Чакилев, Кочнев, 2014), мы считаем, что полученные данные достаточно представительны и до определенной степени отражают выживаемость сеголетков к этому месяцу. Таким образом, в современных условиях потери ледовых местообитаний смертность приплода на береговых лежбищах значительно выросла по сравнению с 1960-1970-ми гг.

Общие размеры смертности моржей на мысе Сердце-Камень, на первый взгляд, выглядят высокими, однако составляют лишь 0,24% (от максимального значения численности) в 2016 г. и 0,34% в 2017 г. Эти показатели ниже реальной смертности за счет того, что в выборку не попадали трупы животных, погибших в воде, и некоторая часть трупов, которую столкнули в воду другие моржи при сходах с лежбища раньше, чем эти трупы становились доступными для осмотра (Кочнев, 2002).

therefore, walruses did not have ice to rest after feeding at available depths. Probably, due to this circumstance, the number of walruses that used the coastal haulouts in September–October 2016 was relatively small, and the mass arrival was noted only immediately before the onset of freeze-up period in the Chukchi Sea. In 2017, walruses obviously left the sea ice habitats much earlier and immediately began to concentrate in the area of Cape Serdtse-Kamen as the most attractive for feeding (Sirenko, Gagaev, 2007; Kochnev, 2010). The intensive use of this area by a large number of walruses during the month probably resulted in deterioration of the feeding conditions, which forced the major part of the animals to move to other parts of the coast and find new feeding grounds.

The age and sex structure of walruses at Cape Serdtse-Kamen is mixed, with more than a half of the animals present here being females with dependent calves. Previously the assumption was that the number of annually born calves accounts for 11.2 - 19% of the total population, and the mortality rate of calves is very low (Krylov 1968; Fay 1982). Our data show that the proportion of 0-yr-old individuals at Cape Serdtse-Kamen is lower than the previously estimated value, reaching only 8.6%. Taking into account that in October this haulout site receives the major part of the entire Pacific population (Kochnev 2010; Chakilev, Kochnev 2014), we believe that the data obtained are representative and, to a certain extent, indicate the survival rate of 0-yr-old calves for this month. Thus, in the current conditions of loss of ice habitats, the mortality of offspring on coastal haulouts has increased significantly compared to that in the 1960s–1970s.

The overall mortality rate of walruses at Cape Serdtse-Kamen seems to be high at first glance, but it was only 0.24 % (of the maximum number) in 2016 and 0.34 % in 2017. These values are lower than the actual mortality because the sample did not include the carcasses of animals that died in the water and the carcasses that

Тем не менее, даже с учетом этой недооценки вряд ли смертность была намного выше и поэтому не может считаться значительной для таких крупных скоплений моржей, как на мысе Сердце-Камень.

Несмотря на рост смертности приплода по сравнению с 1960-1970 гг., максимальная численность моржей, использующих для отдыха береговое лежбище в районе мыса Сердце-Камень, в течение последнего десятилетия остается относительно стабильной и не проявляет какой-либо негативной тенденции. Мы уже неоднократно подчеркивали, что во второй половине октября на этом лежбище собирается основная часть популяции (Кочнев, 2010; Чакилев, Кочнев, 2014), и по этой причине рассматриваемая группировка достаточно репрезентативна, чтобы служить индикатором некоторых процессов, происходящих в тихоокеанской популяции. По нашему мнению, отсутствие какой-либо тенденции к изменению максимальной численности на лежбище мыса Сердце-Камень позволяет с высокой степенью вероятности предполагать, что в текущие годы численность популяции стабилизировалась, хотя и на более низком уровне, чем в 1980-х гг. Наше предположение согласуется и с результатами моделирования популяционной динамики моржей на протяжении последних 40 лет (Taylor et al. 2018). Это указывает на высокую способность моржей адаптироваться к потерям ледовых местообитаний в тех масштабах, которые были отмечены для 2000-2010-х гг.

Учитывая значение района мыса Сердце-Камень для популяции тихоокеанского моржа, мониторинг этого важнейшего лежбища позволит проследить изменения ряда популяционных параметров, что является одним из основных аспектов управления промысловым видом.

were pushed into the water by other walruses when leaving the haulout before these carcasses could be examined (Kochnev 2002). However, even with this underestimation, it is unlikely that the mortality rate was much higher and, therefore, cannot be considered significant for such large aggregations of walruses as the one forming at Cape Serdtse-Kamen.

Despite the increase in the mortality rate of calves compared to the level in the 1960s–1970s, the maximum number of walruses using the coastal haulout site at Cape Serdtse-Kamen has remained relatively stable for the last decade and does not show any negative trend. We have repeatedly emphasized that in the second half of October the main part of the population aggregates on this haulout (Kochnev 2010; Chakilev, Kochnev 2014), and, for this reason, this aggregation is representative enough to be an indicator of some processes that occur in the entire Pacific population. In our opinion, the observed stability in the maximum number of walruses on the Cape Serdtse-Kamen haulout allows us to assume with a high degree of probability that currently their population is stable, although at a lower level than in the 1980s. Our assumption is also consistent with the results of modeling of the walrus population dynamics over the past 40 years (Taylor et al. 2018). This indicates a high capacity of walruses to adapt to a large-scale loss of ice habitats as that observed in the 2000s–2010s.

Due to the high significance of the Cape Serdtse-Kamen area for the Pacific walrus population, the monitoring of this important haulout will make it possible to detect changes in a number of population parameters, which is one of the main objectives in the hunt management of this commercial species.

Список использованных источников / References

Кочнев А.А. 1999а. Тихоокеанский морж в прибрежных водах о. Врангеля (1991-1994). 1. Численность и распределение в зависимости от гидрологических условий и хищничества белых медведей. Известия ТИНРО., Т.126, Ч. II, С. 447–464 [Kochnev A.A. 1999a. Pacific walrus in the coastal waters of Wrangel Island (1991–1994). 1. Abundance and distribution depending on hydrological conditions and polar bears' predation. Izvestiya TINRO, 126(II): 447–464].

Кочнев А.А. 1999б. Тихоокеанский морж в прибрежных водах о. Врангеля (1991-1994). 2. Половозрастная структура. Известия ТИНРО, Т.126, Ч. II, С. 465-471 [Kochnev A.A. 1999b. Pacific walrus in the coastal waters of Wrangel Island (1991–1994). 2. Sex and age structure. Izvestiya TINRO, 126(II): 465–471].

Кочнев А.А. 2002. Факторы, определяющие смертность тихоокеанских моржей на береговых лежбищах острова Врангеля. Морские млекопитающие (результаты исследований, проведенных в 1995-1998 гг.). Кэтран, НИП МОРЕ,М. С. 191-215 [Kochnev A.A. 2002. Factors determining mortality of Pacific walruses on coastal haulouts of Wrangel Island. In: Marine mammals (results of studies conducted in 1995–1998). M.: Ketran, NIP MORE, p. 191–215. IN RUSSIAN].

Кочнев А.А. 2004. Потепление восточной Арктики и современное состояние популяции тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus divergens*). Морские млекопитающие Голарктики. Сб. научных трудов по материалам

Третьей международной конференции (Коктебель, Крым, Украина, 11-17 октября 2004 г.). КМК, М. С. 284–288 [Kochnev A.A. 2004. Warming of the eastern Arctic and present status of the Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens*) population. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of works of the III Intl. conf., M.: MMC: 284–288].

Кочнев А.А., Фишбах Э.С., Джей Ч.В., Спекман С.Г. 2008. Спутниковое прослеживание тихоокеанских моржей (*Odobenus rosmarus divergens*) в Чукотском море осень. Морские млекопитающие Голарктики. Сб. научных трудов по материалам Пятой международной конференции (Одесса, Украина, 14-18 октября 2008 г.). Одесса. С. 263–267 [Kochnev A.A., Fischbach A.S., Jay C.V., Speckman S.G. 2008. Satellite radio-tracking of Pacific walruses (*Odobenus rosmarus divergens*) in the Chukchi Sea. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of sci. works of the V Intl. conf., M.: MMC: 263–267].

Кочнев А.А. 2010. Лежбище моржей *Odobenus rosmarus divergens* на мысе Сердце-Камень, Чукотское море. Морские млекопитающие Голарктики. Сб. научных трудов по материалам Шестой международной конференции (Калининград, 11-15 октября 2010 г.). Капрос, Калининград. С. 281–285 [Kochnev A.A. 2010. The haulout of Pacific walruses (*Odobenus rosmarus divergens*) on Cape Serdtse-Kamen, the Chukchi Sea. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of sci. papers of the VI Intl. conf., M.: MMC: 281–285].

Крюкова Н.В., Кочнев А.А. 2012. Лежбище моржей (*Odobenus rosmarus divergens*) на мысе Ванкарем в 2011 г. Морские млекопитающие Голарктики. Сб. научных трудов по материалам VII международной конференции (Суздаль, 24-28 сентября 2012 г.). Совет по морским млекопитающим, М. Т. 1. С. 344–349 [Kryukova N.V., Kochnev A.A. 2012. The Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens*) terrestrial haulout on the Cape Vankarem in 2011. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of sci. works of the VII Intl. conf., M.: MMC, 1: 344–349].

Крылов В.И. 1968. О современном состоянии запасов тихоокеанского моржа и перспективах их рационального использования // Изв. ТИНРО, Т. 62; Тр. ВНИРО, Т. 68. С. 189–204 [Krylov V.I. 1968. On the current status of Pacific walrus populations and the prospects of their rational use. Izvestiya TINRO, 62, Trudy VNIRO, 68: 189–204].

Сиренко Б.И., Гагаев С.Ю. 2007. Необычное обилие макробентоса и тихоокеанские вселенцы в Чукотское море. Биология моря. Т. 33. № 6, С. 399-407 [Sirenko B.I., Gagaev S.Yu. 2007. Unusual abundance of macrobenthos and biological invasions in the Chukchi Sea. Russian Journal of Marine Biology, 33(6): 355–364].

Чакилев М.В., Кочнев А.А. 2014. Численность и распределение тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus divergens*) в районе мыса Сердце-Камень в 2009-2013 гг. ИзвестияТИНРО. Т. 179, С.103–112 [Chakilev M.V., Kochnev A.A. 2014. Abundance and distribution of Pacific walrus *Odobenus rosmarus divergens* in vicinity of Cape Serdtse-Kamen in 2009–2013. Izvestiya TINRO, 179: 103–112].

Чакилев М.В., Дондуа А.Г., Кочнев А.А. 2012. Лежбище моржей (*Odobenus rosmarus divirgens*) на мысе Сердце-Камень (Чукотское море). Морские млекопитающие Голарктики. Сб. научных трудов. Суздаль. Т. 2. С. 343-349 [Chakilev M.V., Dondua A.G., Kochnev A.A. 2012. The Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens*) terrestrial haulout on the Cape Serdtse-Kamen' (Chukchi Sea), 2011. In: Marine Mammals of the Holarctic. Collection of sci. works of the VII Intl. conf., M.: MMC, 2: 343–349].

Чакилев М.В., Кочнев А.А. 2017. Половозрастная структура тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus divergens*) в районе мыса Сердце-Камень (Чукотское море) в летне-осенний период 2009–2014 гг. ИзвестияТИНРО. Т. 190, С.72–78 [Chakilev M.V., Kochnev A.A. 2017. Sex-age structure of Pacific walrus *Odobenus rosmarus divergens* in the area of Cape Serdtse-Kamen' (Chukchi Sea) in the summer-fall seasons of 2009–2014. Izvestiya TINRO, 190: 72–78].

Чакилев М.В., Кочнев А.А. 2018. Береговое лежбище моржей (*Odobenus rosmarus divergens*) на мысе Сердце-Камень (Чукотское море) в 2017 г. // Морские млекопитающие Голарктики. Сб. тезисов по материалам 10-й международной конференции (Архангельск, Россия, 29 октября –2 ноября 2018 г.). – М.: Совет по морским млекопитающим. С. 115-116 [Chakilev M.V., Kochnev A.A. 2018. The Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens*) terrestrial haulout on the Cape Serdtse-Kamen (Chukchi Sea), 2017. In: Marine Mammals of the Holarctic. Abstracts of the X Intl. conf. (Russia, Arkhangelsk, 29 Oct.-2 Nov. 2018), M.: MMC: 142-143].

Dunton K.H., Grebmeier J.M., Trefry J.H. 2017. Hanna Shoal: An integrative study of a High Arctic marine ecosystem in the Chukchi Sea. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 144: 1–5. doi: 10.1016/j.dsr2.2017.09.001

Fay F.H. 1982. Ecology and biology of the Pacific walrus, *Odobenus rosmarus divergens* Illiger. Washington, D.C.: US Dep. Interior, Fish Wildl. Service, 279 p.

Fay F.H., Kelly B.P. 1989. Development of a method for monitoring the productivity, survivorship, and recruitment of the Pacific walrus population. In: Final Report, OCSEAP Study MMS 89-0012. Anchorage, AK: Minerals Management Service, 51 p.

Jay C.V., Fischbach A.S., Kochnev A.A. 2012. Walrus areas of use in the Chukchi Sea during sparse sea ice cover. Marine Ecology Progress Series, 4(68): 1–13.

MacCracken J.G. 2012. Pacific walrus and climate change: observations and predictions. Ecology and Evolution, 2(8): 2072–2090.

Taylor R.L., Udevitz M.S., Jay C.V., Citta J.J., Quakenbush L.T., Lemons P.R., Snyder J.A. 2018. Demography of the Pacific walrus (*Odobenus rosmarus divergens*) in a changing Arctic. Marine Mammal Science, 34(1): 54–86.

Шпикерман В.Р. [1], Винников А.В. [2]

Подходы к созданию системы обеспечения безопасности и мониторинга морских млекопитающих

1. АО «Акустический институт им. академика Н. Н. Андреева», Москва, Россия
2. Всемирный фонд дикой природы (WWF России), Москва, Россия

Shpikerman V.R. [1], Vinnikov A.V. [2]

Approaches to creating a system for marine mammal safety and monitoring

1. Joint-Stock Company “Andreyev Acoustics Institute”, Moscow, Russia
2. World Wildlife Fund (WWF Russia), Moscow, Russia

DOI: 10.35267/978-5-9904294-0-6-2019-1-391-401

1. Цель и задачи создания системы обеспечения безопасности и мониторинга морских млекопитающих

В настоящее время крупной экологической проблемой являются столкновения морских млекопитающих с морскими судами, приводящие, как правило, к их травмированию, а зачастую и гибели.

Система обеспечения безопасности и мониторинга морских млекопитающих (СОБММ) разрабатывается с целью обеспечения безопасности обитания морских млекопитающих в районах их постоянного или временного обитания – прежде всего, предотвращения их столкновения с судами. Указанной системой могут оснащаться крупные мобильные морские объекты.

Основными задачами СОБММ являются:

- обнаружение, классификация и идентификация морских млекопитающих (ММ) на дистанциях, позволяю-

1. The goal and objectives of the system for marine mammal safety and monitoring

Currently, the problem of vessels collisions with marine mammals, which results, as a rule, in a serious injury and often death of an animal, has become a major environmental concern.

The system for marine mammal safety and monitoring (SMMSM) is being developed to ensure their safety in areas of the permanent or temporary habitats, first of all trying to prevent collisions with the vessels. This system can be installed on large marine vessels.

The main objectives of SMMSM are as follows:

- a detection, classification, and identification of marine mammals (MMs) at a distance that allows a vessel to avoid them in an automated mode;

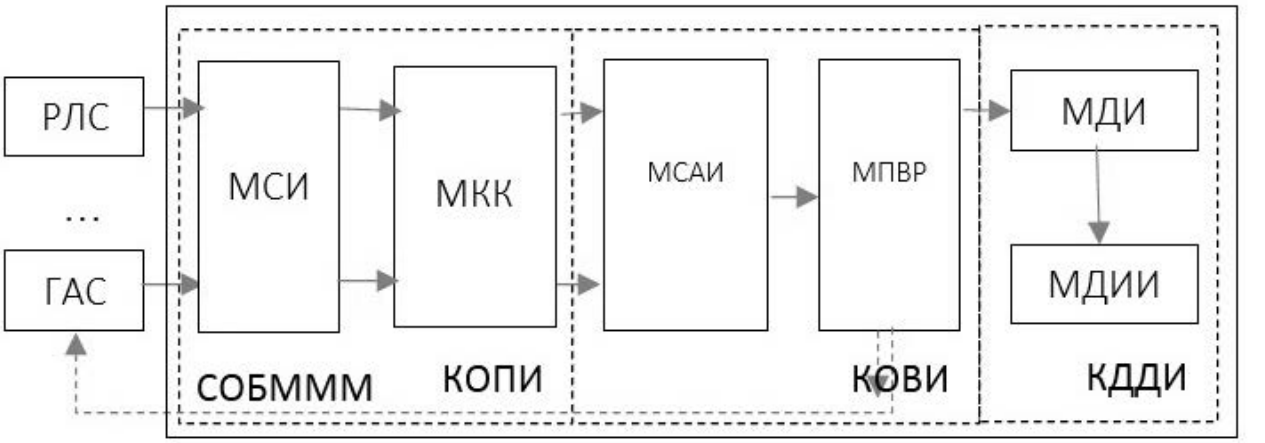


Рис. 1. Обобщенная структурная схема системы обеспечения безопасности и мониторинга морских млекопитающих

Fig. 1. Generalized structural diagram of the system for marine mammal safety and monitoring

РЛС – радиолокационная станция (навигационная) / RLS, radiolocation station (navigation)

ГАС – гидроакустическая станция (рыбопоисковая) / HAS, hydroacoustic station (fish finder);

МСИ – модуль сбора информации / DCM, data collection module;

МКК – модуль комплексной классификации / ICM, integrated classification module;

МСАИ – модуль ситуационного анализа информации / SDAM, situation data analysis module;

МПВР – модуль предупреждения и выработки рекомендаций / WRDM, warning and recommendation development module;

МДИ – модуль документирования информации / DDM, data recording module;

МДИИ – модуль дальнейшего использования информации / FDUM, further data use module;

КОПИ – контур обработки первичной информации / PDPC, primary data processing circuit;

КОВИ – контур обработки вторичной информации / SDPC, secondary data processing circuit;

КДДИ – контур документирования и дальнейшего использования информации / DDFUC – data documenting and further use circuit.

щих обеспечить расхождение судна с ними в автоматизированном режиме;

- выдача рекомендаций вахтенному судна на расхождение с обнаруженным ММ;

- выдача рекомендаций операторам навигационной РЛС и бортового тепловизора на предполагаемое появление ММ в экстраполированном месте;

- документирование данных о зафиксированном обнаружении ММ в автоматическом режиме;

- предупреждение одиночных судов и их групп в районе о появлении и вероятном направлении движения ММ в полуавтоматическом режиме;

- обработка задокументированных данных об обнаружениях ММ с целью изучения и прогнозирования их мест обитания и миграций с помощью специализированной аппаратуры.

- providing an officer on the watch with recommendations on avoiding the detected MMs;

- providing an operators of the navigation radar station and the on-board infrared imager with recommendations on the expected appearance of the MM in an extrapolated area;

- documenting the data on detected MM in an automated mode;

- warning single boats and groups of vessels in the area about the sightings of MMs and the probable direction of their movement in a semi-automated mode;

- processing the collected data on the detected MM using specialized equipment in order to study and predict their habitats and migrations.

2. Generalized diagram of the system for marine mammal safety and monitoring (SMMSM)

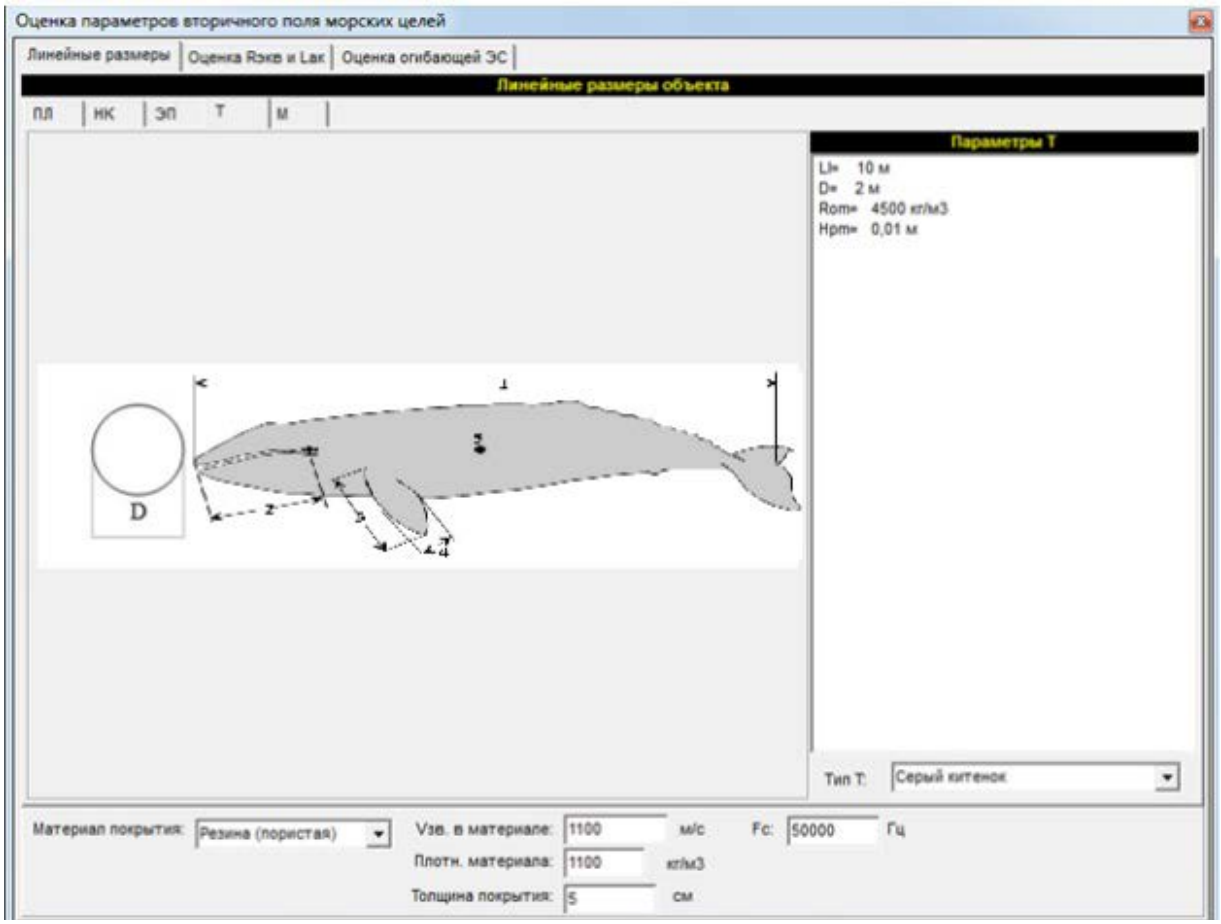


Рис. 2. Геометрическая модель серого кита
Fig. 2. A geometric model of gray whale

2. Обобщенная схема системы обеспечения безопасности и мониторинга морских млекопитающих

Обобщенная структурная схема системы обеспечения безопасности и мониторинга морских млекопитающих представлена на Рис. 1.

2.1 Контур обработки первичной информации СОБМММ. Технические проблемы обнаружения и классификации морских млекопитающих и пути их решения

2.1.1 Морские млекопитающие как цель для судовых средств гидроакустического обнаружения

Для примера произведем оценку энергетической дальности обнаружения модели серого кита судовой рыбопоисковой ГАС:

1) Оценка эквивалентного радиуса серого кита.

A generalized structural diagram of the system for marine mammal safety and monitoring is represented in Fig. 1.

2.1. Primary data processing circuit of SMMSM. Technical issues of marine mammal detection and classification and their solutions

2.1.1 Marine mammals as a target for on-board hydroacoustic detection equipment

As an example, below we estimate the energy range of detection of a gray whale model with an on-board fish-finding HAS:

1) Estimation of whale's equivalent radius (= Req).

The whale model parameters (theoretical dimensions): diameter - 2 m; length approximately 10 m (see Fig. 2).

Рис. 3. Кит-горбач, выныривающий на поверхность
Fig. 3. A humpback whale breaching above surface.

Модель кита (теоретические размеры): диаметр около 2, длина около 10 метров (см. Рис. 2).

На частоте рыбопоискового эхолота (Fизл=40-50 кГц):

- на носовых курсовых углах (когда кит движется на нас или от нас) Rэкв около 1 м;

- на траверзных курсовых углах (когда кит движется боком к нам) Rэкв около 2,5 м.

2) Оценка дистанции обнаружения серого кита.

Средство поиска: обобщенный морской рыбопоисковый эхолот (Fизл=40-50 кГц, Wизл = 100 Вт).

Условия в районе: изотермия, коэффициент пространственного затухания = 15 дБ/км, помеха работе ГАК = 0,06 Па/√Гц.

Дальность обнаружения:

- при Rэкв=1 м = 1100 м;

- при Rэкв=2,5 м = 1450 м.

2.1.2 Морские млекопитающие как цель для судовых средств радиолокационного обнаружения

At the frequency of fish-finding sonar (Frad = 40–50 kHz):

- at longitudinal angles (when the whale is moving towards or off from us), Req is approximately 1 m;

- at transverse angles (whale is moving with its side facing us), Req is approximately 2.5 m.

2) Estimation of the detection range to a gray whale.

Searching equipment: common marine fish-finding sonar (Frad = 40–50 kHz, Wrad = 100 W).

Conditions in the area: isothermy; distance attenuation factor = 15 dB/km; interference in HAS operation = 0.06 Pa/√Hz.

Detection range:

- 1,100 m at Req = 1 m;

- 1,450 m at Req = 2.5 m.

2.1.2 Marine mammals as a target for on-board radar detection equipment

The range of detection of a surfacing gray whale was estimated using the active radar range equation.

Оценка дальности обнаружения выныривающего серого кита производилась по уравнению активной радиолокации.

Обобщенная модель радиоотражающей поверхности кита, выныривающего на поверхность (см. Рис. 3), дает оценку эффективной радиоотражающей площади цели ($S_ц$) от 10 до 15 м^2, а дальность обнаружения навигационной судовой РЛС длиной волны 3 см – около 3,5 км в условиях нормальной радиолокационной наблюдаемости.

Основной проблемой является кратковременное появление кита на поверхности воды (не более 1-2 отметок на экране РЛС), так что радиолокационная информация может служить только как вспомогательная в процессе обнаружения и классификации.

В проектном варианте СОБМММ возможно просто предусмотреть выдачу рекомендаций операторам бортовых средств обнаружения надводных объектов – РЛС и тепловизора на вероятное появление ММ в предполагаемом районе.

2.1.3 Морские млекопитающие как источник звуковых сигналов

В процессе жизнедеятельности морские млекопитающие издают звуки, поддающиеся приему, обработке и классификации. Результат классификации звуковых сигналов морских млекопитающих может являться одним из признаков их поведения (брачные игры, питание и т.д.).

Результаты оценки дальности обнаружения сигналов, издаваемых млекопитающими, с помощью рыбопоисковой ГАС:

Условия излучения: на несущих частотах сигналов млекопитающих (Fизл=1-10 кГц), при максимальной мощности излучения 15-30 Вт. Условия в районе: изотермия, коэффициент пространственного затухания = 3,6 дБ/км, помеха работе ГАК = 0,02 Па/√Гц. Дальность обнаружения: 3100 - 6200 м.

На Рис. 4 представлен результат цифровой обработки сигналов биологического происхождения (предположительно косаток) с выделением формальных классификационных признаков.

2.1.4 Модуль комплексной классификации

В качестве классификатора контактов с морскими целями предполагается использовать пороговый универсальный классификатор гидроакустических и ра-

A generalized model of the radio-reflecting surface of a whale emerging above the surface (see Fig. 3) provides an estimate of the efficient radio-reflecting area of the target (S_t) of 10 to 15 m^2; the detection range of the ship's navigation radar with a wavelength of 3 cm is approximately 3.5 km under normal radio-visibility conditions.

The main problem is the very short appearance of whales at the water surface (no more than 1–2 marks on the radar screen). For this reason, the radar information can only be supplementary for the detection and classification process.

In the project version of the SMMSM, it is possible to simply provide operators of on-board equipment for detection of surface objects—radar and infrared imager—with recommendations on the probable appearance of MMs in the expected area.

2.1.3 Marine mammals as a source of sound signals

During their life, marine mammals emit a variety of sounds that can be received, processed, and classified. As a result of classification of sound signals from marine mammals, their behavior can be identified (mating games, feeding, etc.).

The estimation of the detection range of signals emitted by mammals, using a fish-finding HAS, has given following resuls:

Conditions of radiation: at the carrier frequencies of mammals' signals (Frad = 1–10 kHz) and at a maximum radiation power of 15–30 W. Conditions in the area: isothermy; distance attenuation factor = 3.6 dB/km; interference in HAS operation = 0.02 Pa/√Hz. Detection range: 3,100–6,200 m.

Fig. 4 shows the result of digital processing of signals emitted by biological objects (presumably killer whales) with the formal classification characteristics singled out.

2.1.4 Integrated classification module

As a classifier of contacts with marine targets, it is proposed to use a multi-purpose threshold classifier of hydroacoustic and radiolocation contacts, having an open architecture (the opportunity of adding new species of classified MMs and adding new classification characteristics) and based on the training method (the opportunity of adding and correcting the boundary values of the produced classification characteristics, as well as their weight coefficients).

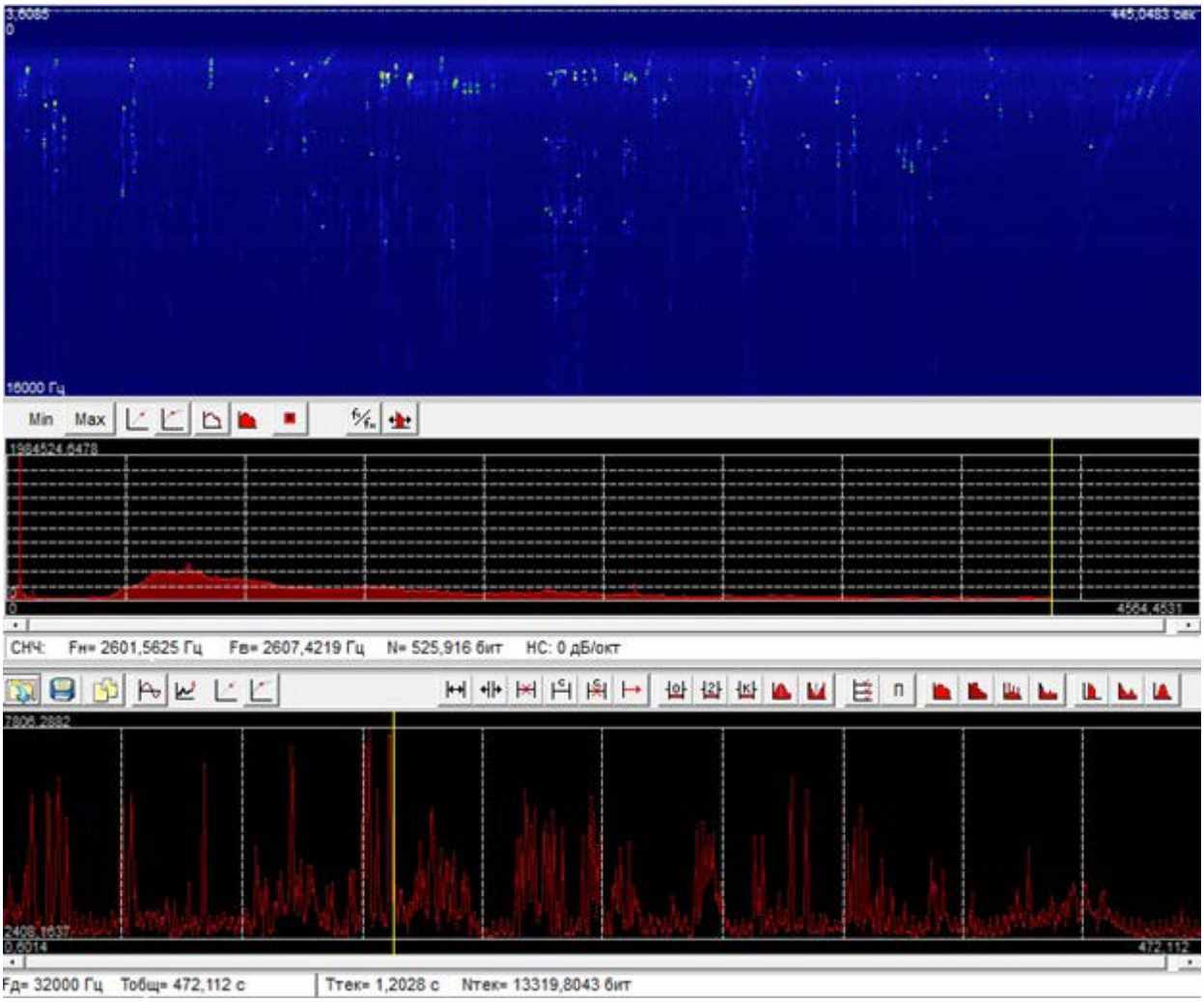


Рис. 4. Результат цифровой обработки сигналов биологического происхождения (предположительно косаток): интегральный уровень сигнала во времени (внизу окна, ось X – время, ось Y - амплитуда), усредненный (накопленный спектр) сигнала (посередине окна, ось X – частота, ось Y - амплитуда), динамический спектр сигнала (вверху окна, ось X – время, ось Y – частота, цветом выделена амплитуда)

Fig. 4. Results of digital processing of signals emitted by biological objects (presumably killer whales): the integral level of signal with time (bottom of the window, X-axis is time, Y-axis is amplitude), the averaged (accumulated) spectrum of signal (middle of the window, X-axis is frequency, Y-axis is amplitude), and the dynamic spectrum of signal (top of the window, X-axis is time, and Y-axis is frequency, amplitude is highlighted in color)

диолокационных контактов с открытой архитектурой (возможностью добавления новых видов классифицируемых ММ, добавления новых классификационных признаков) на основе метода обучения (возможностью добавления и корректуры граничных значений вырабатываемых классификационных признаков, а также их весовых коэффициентов).

2.2 Secondary data processing circuit of SMMSM. Technical issues of marine mammal behavior analysis

2.2.1 The behavioral model of marine mammals and predicting the development of a situation involving them

In addition to the classification of marine mammals by secondary hydroacoustic and radiolocation fields, their definite classification and identification requires an

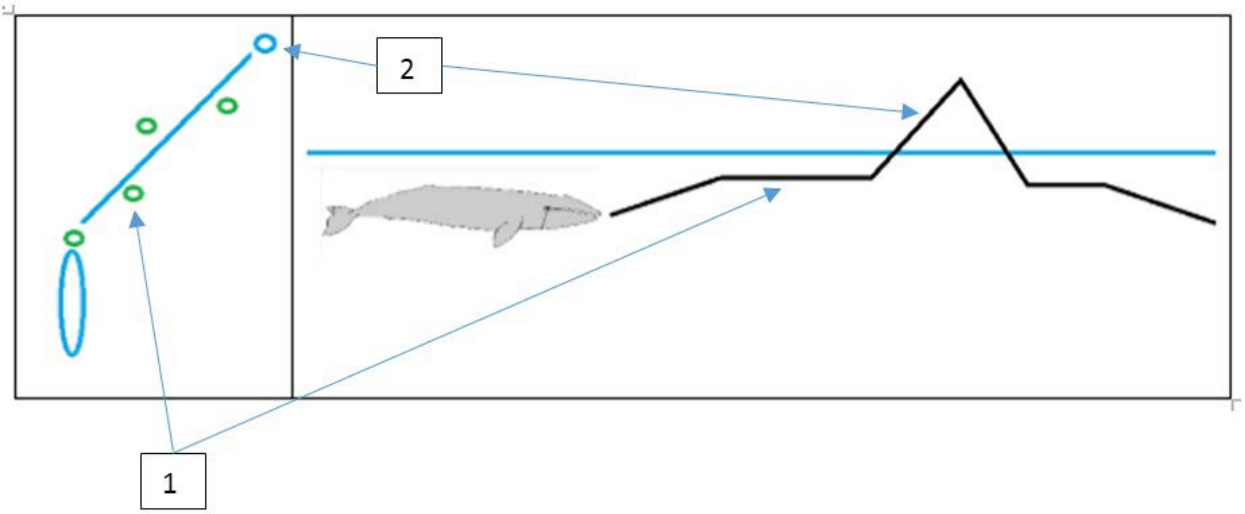


Рис. 5. Обобщенная схема движения кита (вид сверху – слева, вид сбоку – справа)
Fig. 5. A generalized pattern of whale's movement (left part is top view; right part is side view)

2.2 Контур обработки вторичной информации СОБ-МММ. Технические проблемы решения задач анализа поведения морских млекопитающих

2.2.1 Поведенческая модель морских млекопитающих и прогноз развития обстановки с их участием

Наряду с классификацией морских млекопитающих по вторичному гидроакустическому и радиолокационному полям для их окончательной классификации и идентификации требуется проведение поведенческого анализа информации, для чего необходимо изучение поведения различных видов ММ в воде. Пример обобщенной схемы движения серого кита приведен на Рис. 5.

Как пример, опишем схему поведения синего кита в процессе миграции:

- движение под водой заданным генеральным курсом, при этом изменение курса варьируется в районе 16-20 градусов, скорость движения от 4 до 12 узлов;

- примерно постоянная глубина движения (15-40 метров), варьирует в пределах 5-10 метров;

- выходы на поверхность для дыхания относительно редки (один раз в 6-20 минут), продолжительность нахождения на поверхности: при выныривании - от 5…12 секунд, максимально – 2…5 минут.

Как правило, поведение китов обусловлено решаемыми ими задачами (миграция из одного района в другой, питание, брачные игры и т.д.). Так, например, при движении из одного района в другой значения курса и

analysis of behavioral information, which necessitates studies of behavior of different MM species. An example of a generalized pattern for a gray whale's movement is shown in Fig. 5.

As an example, below we describe the behavior of a blue whale during a migration:

- movement under water by the intended main course, with variations in the range of 16°–20°; travel speed - from 4 to 12 kn;

- approximately constant travel depth (15–40 m), varying within 5–10 m;

- surfacing for breathing is relatively rare (once every 6–20 min), with the duration of surfacing, from 5-12 s, to a maximum of 2-5 min.

As a rule, whales' behavior is determined by their needs (migration from one area to another, feeding, mating games, etc.). For example, when moving from one area to another, whales maintain their course and speed unchanged for quite a long time, therefore, the area of their probable location at a certain time is easy to predict.

2.2.2 Objectives of the recommendation development system

In case when a target is classified as "a whale", following actions are taken:

- graphic and sound signals of the operator in an automatic mode;

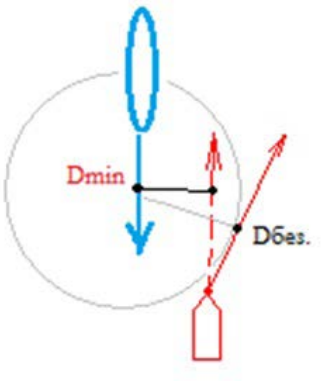


Рис. 6. Расхождение судна с одним ММ

Fig. 6. Avoidance of a single whale by the vessel

Dбез. – Dsafe

скорости остаются неизменными достаточно продолжительное время, поэтому область возможного местоположения кита в заданное время спрогнозировать достаточно просто.

2.2.2 Задачи системы выработки рекомендаций

В случае классификации цели как «кит», производится:

- графическая и звуковая сигнализация оператора в автоматическом режиме;

- передача данных об обнаружении ММ другим судам в районе (в проектном варианте предусматривается передача сообщения по радиоканалу (РК) №16 («слушайте все») о встрече с китом, координаты и элементы движения для предупреждения других судов);

- документирование сведений о контакте с китом во внутренней базе данных;

- выдача рекомендаций на маневр в зависимости от дистанции обнаружения и траектории движения кита по одной из выбранных ниже схем:

- торможение судна;

- расхождение с китом изменением курса и (или) скорости;

- движение заданным курсом, при этом слежение за китом;

- выдача рекомендаций на изменение курса и скорости для обеспечения слежения за китом.

Из 4-х задач описания достойны только вторая и четвертая:

1) Решение задачи расхождения с китом изменением курса и (или) скорости с целью предотвращения столкновения.

- distribution of the information on a MM detection to other vessels in the area (the project version includes broadcasting of a message by marine VHF radio channel (RC) 16 (“listen everyone”) about the encounter with a whale, its coordinates, and movement elements to warn other vessels);

- collection of the data on a whale sighting in the internal database;

- providing recommendations for maneuvering, depending on the detection range and the trajectory of the whale, according to one of the following schemes:

- deceleration of the vessel;

- avoidance of the whale by changing the course and (or) speed;

- following the intended course, while watching the whale;

- providing recommendations on changing the course and speed in order to keep watching the whale.

Of the four options, only the second and fourth require a better description:

1) Fulfilling the objective of whale avoidance by changing course and (or) speed in order to prevent collision.

Avoidance of a surface target (see Fig. 6) or several surface targets (see Fig. 7) is performed at a safe distance with the port side facing it/them, without crossing its/their course. The problem is solved by the iterative method.

A safe distance for whale avoidance can be considered the distance of vessel’s efficient response at the beginning of a sudden whale’s approach of the vessel along the shortest line at the maximum speed. The

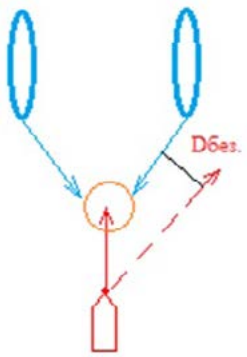


Рис. 7. Расхождение судна с группой ММ

Fig. 7. Avoidance of a group of whales by the vessel

Dбез. – Dsafe

Расхождение с надводной целью (см. Рис. 6) или несколькими надводными целями (см. Рис. 7) осуществляется на безопасной дистанции левым бортом, не пересекая ее курса. Задача решается итерационным методом.

Безопасной дистанцией для расхождения с китом можно считать дистанцию эффективного реагирования судна при начале внезапного сближения кита с судном по кратчайшей линии с максимальной скоростью. Безопасная дистанция зависит от скорости судна и максимальной скорости кита. При скорости судна 12 узлов и максимальной скорости кита 10 узлов безопасная дистанция составит около 1500 метров (время реагирования около 2 минут).

2) Выдача рекомендаций на изменение курса и скорости для предотвращения столкновения и обеспечения слежения за китом.

Задача сводится к занятию позиции относительно кита на безопасной дистанции (см. пункт 1), заданию тех же элементов движения (курс и скорость) и обеспечению движения в позиции слежения за китом. В данном случае важны: постоянный контакт с китом и отработка изменений его курса и скорости судном.

2.2.4 Система документирования и передачи информации (оповещения судов) о контактах с ММ

В процессе обнаружения и классификации СОБММ вырабатывает комплексный формуляр обнаруженной цели, включающий следующие параметры:

- дата, время первичного контакта с ММ;

- широта, долгота места первичного контакта с ММ;

- курс, скорость, глубина движения ММ, их изменение во времени;

safe distance depends on the vessel speed and the maximum speed of the whale. With a vessel speed of 12 kn and a maximum whale speed of 10 kn, the safe distance will constitute approximately 1500 m (with the response time of approximately 2 min).

2) Providing recommendations on changing the course and speed in order to prevent collision and continue to watch the whale.

The objective is to take a position at a safe distance (see paragraph 1) from the whale, to set the same course and speed, and to keep moving in the position that allows watching the whale. In this case, of special importance is to keep track of the whale and the changes in the vessel speed depending on whale's course.

2.2.4 The system for documenting and distribution of data (warning other vessels) when MMs are sighted

In the process of detection and classification, SMMSM generates a combined form for the detected target, which includes the following details:

- date and time of the first observation of a MM;

- latitude and longitude of the first observation of a MM;

- course, speed, and depth of MM's movement, and their changes with time;

- the developed primary classification characteristics (acoustic length, equivalent radius, structure of envelope curve, squareness ratio of echo signal, etc.);

- the primary classification result;

- a presence of signals emitted by the object;

- выработанные первичные классификационные признаки (акустическая протяженность, эквивалентный радиус, структура огибающей, коэффициент прямоугольности эхосигнала и т.д.);

- результат первичной классификации;

- наличие излучаемых объектом сигналов;

- выработанные поведенческие классификационные признаки объекта (движение заданным курсом на протяжении заданного времени, наличие радиолокационных отметок о выныривании объекта на поверхность и т.д.);

- результат классификации поведения объекта.

Указанные комплексные формуляры вместе с данными о собственном движении судна документируются на протяжении всего времени контакта с объектом.

С целью оповещения других судов в районе, не оснащенных СОБМММ, и для предотвращения их столкновения с ММ производится передача:

- комплексного формуляра последнего контакта с ММ;

- параметры экстраполированного места объекта (область возможного местоположения цели) за заданный период времени (1/2 часа, 1 час, 2…4 часа).

Указанные параметры с привязкой к дате и времени записываются (документируются) на встроенный в СОБМММ жесткий диск (в составе МДИ) и в дальнейшем используются для решения ряда специальных задач.

3. Дальнейшее использование информации, задокументированной в СОБМММ

К задачам дальнейшего использования информации, задокументированной СОБМММ, можно отнести следующие:

- анализ районов обитания ММ и их изменения во времени;

- влияние глобальных антропогенных и природных факторов на их изменение;

- изучение поведения различных ММ в различных районах и в различных условиях;

- накопление фонотеки эхосигналов ММ с целью дальнейшего выделения их классификационных признаков;

- накопление фонотеки активных сигналов ММ с целью дальнейшего использования для обеспечения безопасного промысла водных биоресурсов.

- the developed classified behavioral characteristics of the object (travel along the intended course for a given time, presence of radar marks of the surfacing object, etc.);

- the classification result of an object's behavior.

These combined forms, along with data on the vessel's movements, are documented throughout the time of contact with an object.

In order to warn other vessels in the area, not equipped with SMMSM, and to prevent them from colliding with a MM, the following data are distributed:

- the combined form of the last sighting of the MM;

- parameters of the extrapolated object's location (area of the probable target position) for a certain period of time (1/2 hour, 1 hour, 2...4 hours).

These parameters, with reference to date and time, are recorded on a hard disk drive built in SMMSM (as a part of DDM) and are further used for a number of special tasks.

3. Further use of the data documented in SMMSM

The objectives of further use of the information documented in SMMSM could include as follows:

- analysis of the MM habitat range and their changes over time;

- an influence of the global anthropogenic and natural factors on MMs range;

- a study of the behavior of various MMs in different areas and under different conditions;

- accumulation of a library of MMs echo signals for the purpose of further identification of classification characteristics;

- accumulation of an acoustic library of MM active signals for further use in order to ensure safe use of aquatic bioresources.

In any case, the module for the further use of data collected in SMMSM should have an open architecture that allows free access to the data, as well as free addition of the tasks of further analysis.

Conclusions

1. The system for marine mammals safety and monitoring is a promising and relevant project that

В любом случае, модуль дальнейшего использования информации, задокументированной в СОБММ, должен иметь открытую архитектуру, обеспечивающую свободный доступ к данным, а также свободное добавление задач последующей обработки.

Выводы

1. Система обеспечения безопасности и мониторинга морских млекопитающих является перспективной и актуальной разработкой, позволяющей решать задачи сохранения видов крупных обитателей Мирового Океана за счет предотвращения столкновения с ними, а также определения районов обитания и миграции.

2. Метод реализации системы позволяет создать ее прототип в достаточно короткий срок.

3. В указанной разработке применяются следующие инновационные элементы:

- пороговый универсальный классификатор гидроакустических и радиолокационных контактов на основе метода обучения;

- алгоритмы поведенческого (ситуационного) анализа информации о морских объектах;

- модуль дальнейшего использования информации, задокументированной в СОБММ, с открытой архитектурой и широким спектром задач, что позволяет утверждать об инновационном характере разработки.

4. Для качественного выполнения работы необходимо проведение всеобъемлющей научно-исследовательской работы, результатом которой стало бы:

- изучение влияния активных сигналов на физиологию и поведение морских млекопитающих,

- обобщение теоретических материалов по данной тематике (изучение поведения и построение геометрических моделей различных видов ММ; изучение эхо-портретов и структуры сигналов различных видов ММ; изучение воздействия сигналов одних видов ММ на другие),

- создание технического макета (программной модели) СОБММ, включающего имитатор полей и поведения ММ и синтезирующего алгоритмы обработки информации, предполагаемые к использованию в промышленной версии СОБММ.

makes it possible to solve the problem of conservation of large-sized inhabitants in the World Oceans by preventing collisions with the vessels, as well as to identify their habitats and migration routes.

2. The method of the system implementation allows a creation of a prototype within a short time.

3. The following innovative elements are applied in this project:

- multi-purpose threshold classifier of hydroacoustic and radiolocation contacts based on the training method;

- algorithms of behavioral information analysis (situational) about marine objects;

- module for the further use of data collected in SMMSM with an open architecture and a wide range of tasks, the details listed above allow us to state that the project is innovative.

4. To achieve a high-quality implementation, it is necessary to conduct a comprehensive research with the following goals:

- a study of the effect of active signals on the physiology and behavior of marine mammals;

- a summary of theoretical materials on a given problem (study of behavior and construction of geometric models of various MM species; study of the echo-portraits and signal structures of various MM species; study of the impact of signals of one MM species on the others),

- a creation of a technical layout (software model) of SMMSM, including a simulator of the fields and behavior of MMs and a synthesizing algorithm for data processing to be used in the industrial version of SMMSM.

Указатель латинских видовых названий
Index of Latin names

Aeromonas hydrophila 253, 254
Ampelisca eschrichtii 176, 180, 182, 183
Anisogammarus pugettensis 179
Astarte arctica 179
Balaena mysticetus 35, 269, 307
Balaenoptera acutorostrata 43, 228, 229, 232, 374
Balaenoptera edeni 228, 229, 232
Balaenoptera musculus 270
Balaenoptera physalus 270, 374
Berardius bairdi 228, 229, 232
Callorhinus ursinus 137, 162, 187, 206, 208, 307
Candida albicans 253
Corvus corone 306, 307
Cryptolepas rhachianecti 57
Cystophora cristata 35
Delphinapterus leucas 12, 22, 23, 35, 193, 194, 201, 269, 299, 307, 366
Delphinus delphis 94
Diastylis bidentata 180, 182, 183
Echinarachnius parma 179, 180
Eleginus gracilis 181
Engraulis encrasicolus 93
Enhydra lutris nereis 267
Enhydra lutris 307
Enterobacter aerogenes 253, 254
Eogammarus schmidti 179
Eohaustorius eous 179
Erignathus barbatus 25, 26, 35, 269, 299, 304
Escherichia coli 253, 264
Eschrichtius gibbosus 184, 185
Eschrichtius robustus 25, 46, 57, 67, 76, 77, 174, 184, 185, 272, 332, 342, 352
Eubalaena glacialis australis 216
Eumetopias jubatus 162, 187, 192, 241, 307
Euphausiacea 51, 52, 56
Gadus macrocephalus 181
Haliaeetus albicilla 306
Halichoerus grypus, 172, 245
Histriophoca fasciata 35, 307
Lagenorhynchus albirostris 374
Lagenorhynchus 374
Lagenorhynchus sp. 374
Lagenorhychus acutus 377
Larus argentatus 306, 307
Lontra canadensis 267
Liza haematocheila 97
Lagenorhynchus obliquidens 357, 360
Liza spp. 93
Megangulus luteus 179
Megaptera novaeangliae 43, 307, 317, 321, 322, 327, 328, 360, 365, 374
Monachus schauinslandi 173
Monodon monoceros 35, 328, 331
Monoporeia affinis 176, 179
Mugil cephalus 93
Mysidacea 51, 56
Neovison vison 267
Odobenus rosmarus 25, 26, 35, 127, 206, 207, 297, 299, 307
Odobenus rosmarus divergens 121, 127, 146, 153, 154, 162, 208, 381, 390
Odobenus rosmarus laptev 289
Orcinus orca 86, 374
Osmerus mordax 181
Pagophilus groenlandicus 35, 128, 136, 137, 206, 207, 208, 245, 271, 272
Panthera tigris altaica 200
Parvoviridae 259
Peredinium aciculiferum 306
Petroschmidtia albonotata 181
Phoca caspica 107, 112, 121, 163, 171, 208
Phoca groenlandica 136
Phoca hispida 35, 181, 299, 307, 308, 366
Phoca hispida botnica 66
Phoca largha 35, 77, 85, 86, 206, 207, 208, 269, 271, 307, 354
Phoca Sibirica 281, 282
Phoca vitulina 171, 172, 173, 206, 207, 208, 307
Phoca vitulina richardsii 172
Phocoena phocoena 25, 26, 94, 307
Phocoena phocoena relicta 94
Phocoenoides dalli 226, 231, 234
Platichthys stellatus 181
Pseudomonas aeruginosa 254, 264
Pusa caspica 112, 120, 206, 207
Pusa hispida botnica 58, 66
Pusa hispida ladogensis 353, 357
Pusa Sibirica 28, 34, 202, 207, 208, 250, 259, 275, 281, 304, 309, 317
Rissa tridactyla 378
Saduria entomon 179
Salvelinus fontinalis 34
Spirogyra 305

Trachurus mediterraneus ponticus 93
Theragra chalcogramma 181
Tursiops truncatus 94, 103
Tursiops truncatus ponticus 241
Ursus maritimus 35, 215, 216, 299, 366
Ursus arctos 306

Author index (English spell.)

Aleknaite I.A. 250, 259
Andrianov V.V. 14, 15, 16, 17, 19, 22
Anpilova V.V. 309
Baranov E.A. 28, 31, 32, 34, 275, 280, 309, 317
Baranov G.G. 235
Baykova I.B. 23, 26, 27, 28
Belikov S.E. 3, 35, 42, 44, 45, 46, 209, 212, 213, 214, 215, 295, 293, 296, 303, 331, 380
Belonovich O.A. 137, 145
Bobkov A.V. 46, 47, 175, 185, 343
Burdin A.M. 2, 77, 317, 321, 322, 328, 339, 342, 357, 360, 365
Burkanov V.N. 3, 146, 157, 162, 186, 187, 192, 360
Butrim A.V. 360
Chaadaeva E.V. 301, 302, 303,328, 331, 373
Chakilev M.V. 153, 154, 307, 381, 385, 388, 389, 390
Chastikov V.N. 174
Ermolenko A.Z. 235
Ermolin I.V. 112, 113, 116, 117, 118, 119, 120
Evfratova S.S. 297
Danilov M.B. 303, 331, 373
Doroshenko N.V. 67, 70, 76
Dudakova D.S. 353, 354, 357
Fedorova N.N. 107
Fedutin I.D. 317, 321, 322 ,328, 357, 360, 365
Filatova O.A. 3, 317, 321, 322, 328, 357, 360, 365
Fomin S.V. 145, 357
Gaev D.N. 186
Gol'din E.B. 93, 94, 102, 103
Goleva A.V. 86
Goodman S. 3, 112, 118, 120, 121, 171, 372
Gorbunov S.S. 103,328, 331
Granin N.G. 28
Grushko M.P. 107
Hoyt E. 317, 321, 322, 328, 357, 360, 365
Hubbell D. 366
Ivanov V.O. 28
Ivlev K.V. 373
Kassymbekov E.T.171
Karamendin K.O. 120, 171
Kavry S.I. 121, 122, 123, 127
Kim S.T. 174
Kirilchik S.V. 28
Kirilyuk P.V. 250, 259
Kiyko O.A. 373
Kochnev A.A. 122, 127, 153, 154, 304, 307, 381, 382, 383, 385, 387, 388, 389, 390, 391
Komarova M.S. 309
Kornev S.I. 137, 145, 200
Korzhev V.A. 128, 129, 136
Kovaleva A.M. 328
Kozlov M.S. 146, 149
Krinova L.S. 317, 322
Kropotin A.V. 268
Krupin I.L. 146, 154, 155
Kryukova N.V. 3, 122, 124, 127, 146, 152, 153, 154, 162, 307, 387, 390
Kuznetsov V.V. 118, 120, 163, 171, 308
Kydyrmanov A.I. 120, 171
Labay V.S. 174, 175, 185
Laskina N.B. 186, 188, 190, 192
Lebedev A.A. 14, 22
Lisitsyna N.A. 86
Lisitsyna T.Yu. 14, 22, 160, 161, 162
Lyamin O.I. 3, 193, 199, 200
Makarov M.M. 28, 316
Mass A.M. 201, 208
Melikhova E.V. 35, 209, 210
Meschersky I.G. 360
Mikhalev Y.A. 3, 216, 217, 218, 220, 222
Miyazaki N. 223, 234
Molkova A.A. 282
Mukhametov L.M. 193
Muyakshin S.I. 28, 34
Myslenkov A.I. 81, 84, 85
Naidenko S.V. 193, 195, 200
Neverova N.V. 14, 22
Nikulin V.S. 137, 139, 143, 145, 360

Pakhomov M.V. 244, 249
Palazyuk A.V. 235
Pereverzev A.A. 146, 153, 154, 307
Pestina P.V. 35, 209, 214
Romanov V.V. 3, 250, 258, 259, 260
Romanova A.V. 268
Rozhnov V.V. 3, 193, 200, 343
Ryadinskaya N.I. 28, 275, 279, 281, 282, 288
Samozhapova S.D. 275, 281
Schevchenko G.V. 174
Scott M.J. 332
Semenov A.G. 303, 328
Semenov A.R. 289, 297
Shafikov I.N. 128
Shevelev A.I. 146
Shipulin S.V. 120, 163, 171
Shpikerman V.R. 391
Skorobogatov D.O. 121, 146
Smirnov A.V. 185, 215
Somov A.G. 304, 308
Starodubtsev Y.D. 3, 309, 310, 317
Starodymov S.P. 67, 76, 184
Sugiyama K. 223, 224, 226, 234
Suntsova N.A. 268
Tabakova M.A. 28
Tarasevich V.N. 22, 275, 281
Teliga A.V. 235
Timokhin I.A. 67, 185
Titova O.V. 317, 318, 322, 323, 328, 357, 360, 364, 365
Tretyakov S.I. 309
Tretyakov A.V. 328
Tyurin S.A. 67, 185
Tyurneva O.Yu. 77, 332, 333, 335, 339, 341, 342, 343, 350, 352
Tzkhay Zh. R. 174
Ulichev V.I. 353, 354, 357
Van der Wolf P. 77, 332, 342, 343
Verevkin M.V. 58, 65, 66, 112, 120, 121
Vertyankin V.V. 46, 77, 332, 342, 343
Vinnikov A.V. 391
Vladimirov V.A. 3, 46, 67, 68, 76, 140, 145, 176, 184
Volkov S.M. 250, 259
Volodina V.V. 107
Voloshina I.V. 77, 78, 80, 81, 84, 85, 354, 357
Voyta L.L. 58, 66, 303, 331
Yakovlev Yu.M. 69, 72, 77, 185, 332, 335, 337, 339, 342, 343, 345, 352
Zabavnikov V.B. 128, 129, 136
Zagrebelny S.V. 121,122, 127

Указатель авторов (Русский)

Алекнайте И.А. 250, 259
Андрианов В.В. 14, 15, 16, 17, 19, 22
Анпилова В.В. 309
Байкова И.Б. 23, 26, 27, 28
Баранов Е.А. 28, 31, 32, 34, 275, 280, 309, 317
Баранов Г.Г. 235
Беликов С.Е. 2, 35, 44, 42,45, 46, 209, 212, 213, 214, 215, 293, 295, 296, 303, 331, 380
Белонович О.А. 137, 145
Бобков А.В. 46, 47, 175, 185, 343
Бурдин А.М. 2, 77, 317, 321, 322, 327, 328, 339, 342, 357, 360, 365
Бурканов В. Н. 2, 146, 154, 157, 162, 186, 187, 192, 360
Бутрим А.В. 360
Ван дер Вольф П. 77, 332, 342, 342
Веревкин М.В. 58, 64, 65, 66, 112, 120, 121
Вертянкин В.В. 46, 77, 332, 342, 343, 352
Винников А.В. 391
Владимиров В.А. 2, 46, 67, 68, 70, 76, 140, 145, 175, 176, 184, 185
Войта Л.Л. 58, 303, 331
Волков С.М. 250, 259
Володина В.В. 107
Волошина И.В. 77, 78, 80, 81, 84, 85, 354, 357
Гаев Д.Н. 186
Голева А.В. 86
Гольдин Е.Б. 93, 94, 102
Горбунов С.С. 103, 328, 331, 380
Гранин Н.Г. 28
Грушко М.П. 107, 112, 171
Гудман С. 2, 112, 171
Данилов М.Б. 303, 331, 373
Дорошенко Н.В. 67, 70, 76
Дудакова Д.С. 353, 354, 357
Евфратова С.С. 297
Ермоленко А.Ж. 235
Ермолин И.В. 112, 116, 118, 119
Забавников В.Б. 128, 129, 136
Загребельный С.В. 121, 122, 127
Иванов В.О. 28
Ивлев К.В. 373
Кавры С.И. 121, 122, 123, 127
Карамендин К.О. 171
Касымбеков Е.Т. 112, 171
Кийко О.А. 373
Ким Сен Ток 174
Кирильчик С.В. 28
Кирилюк П.В. 250, 259
Ковалева А.М. 328
Козлов М.С. 146, 149
Комарова М.С. 309
Коржев В.А. 128, 129, 136
Корнев С.И. 137, 145,
Кочнев А.А. 122, 127, 153, 154, 304, 307, 381, 382, 383, 385, 386, 387, 388, 389, 390
Кринова Л.С. 317, 322
Кропотин А.В. 268
Крупин И.Л. 146, 154, 156
Крюкова Н.В. 2, 122, 124, 127, 146, 152, 153, 154, 162, 307, 387, 390
Кузнецов В.В. 118, 120, 163, 170, 171, 308
Кыдырманов А.И. 171
Лабай В.С. 174, 175, 176
Ласкина Н.Б. 186
Лебедев А.А. 14, 22
Лисицына Н.А. 86
Лисицына Т.Ю. 2, 14, 22, 161, 162
Лямин О.И. 2, 193
Макаров М.М. 28
Масс А.М. 201, 208
Мелихова Е.В. 35, 209
Мещерский И.Г. 360
Михалёв Ю.А. 2, 16, 216, 217, 218, 220, 222
Миязаки Н. 223
Молькова А.А. 282
Мухаметов Л.М. 193
Муякшин С.И. 28, 34
Мысленков А.И. 77, 78, 81, 84, 85
Найденко С.В. 193, 195, 200
Неверова Н.В. 14, 22
Никулин В.С. 137, 139, 143, 145, 360
Палазюк А.В. 235
Пахомов М.В. 243, 244, 249
Пестина П.В. 35, 209, 214, 215
Переверзев А.А. 146, 153, 154, 307
Рожнов В.В. 2, 193, 200
Романов В. В. 2, 250, 258, 259, 260
Романова А.В. 268
Рядинская Н.И. 28, 275, 279, 281, 282, 288
Саможапова С.Д. 275, 281
Семенов А.Г. 208, 328
Семенов А.Р. 289, 297
Скоробогатов Д.О. 121, 146
Скотт М.Д. 332
Смирнов А.В. 174, 185, 215
Сомов А.Г. 304, 308
Стародубцев Ю.Д. 2, 309, 310, 317
Стародымов С.П. 67, 75, 184

Сугияма К. 223
Сунцова Н.А. 268
Табакова М.А. 28
Тарасевич В.Н. 22, 275, 281
Телига А.В. 235
Тимохин И.А. 67, 185
Титова О.В. 80, 317, 322, 357, 360
Третьяков А.В. 328
Третьяков С.И. 309
Тюрин С.А. 67 185
Тюрнева О.Ю. 77, 332, 335, 336, 343
Уличев В.И. 353, 354, 357
Федорова Н.Н. 107
Федутин И.Д. 322, 357, 360
Филатова О.А. 2, 317, 322, 357, 360
Фомин С.В. 145, 357
Хаббелл Д. 366
Хойт Э. 317, 322, 357, 360
Цхай Ж.Р. 174
Чаадаева Е.В. 301, 302, 303, 328, 331, 373
Чакилев М.В. 153, 154, 307, 381, 383, 385, 388, 389, 390
Частиков В.Н. 174
Шафиков И.Н. 128
Шевелёв А.И. 146
Шевченко Г.В. 174, 184
Шипулин С.В. 120, 163, 171
Шпикерман В.Р. 391
Яковлев Ю.М. 69, 72, 77, 185, 332, 333, 337, 339, 342, 343, 345, 352

Совет по морским млекопитающим (Россия)
Marine Mammal Council (Russia)

ISBN 978-5-9904294-0-6