

ДЕЛЬФИНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

ИССЛЕДОВАНИЯ 2018—2020



РОСНЕФТЬ



ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

Настоящая брошюра посвящена изучению черноморских китообразных в рамках совместного проекта Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН и ПАО «НК «Роснефть» в 2018–2020 гг. Эти исследования были направлены на получение современных данных о состоянии популяций афалины, дельфина-белобочки и обыкновенной морской свиньи, или азовки.

Приводится краткое описание комплексного подхода в исследованиях черноморских китообразных, представлены основные методики и результаты проведенных работ. Сообщаются данные о численности и особенностях пространственного и сезонного распределения китообразных в северо-восточной части Черного моря, полученные в ходе судовых и авиационных учетов, а также береговых наблюдений. Результаты исследований, проведенных в рамках этого проекта, легли в основу разработки рекомендаций по мониторингу состояния черноморских китообразных как видов-индикаторов экосистемы Черного моря и мер по их сохранению.

“ Комплексные исследования черноморских дельфинов в естественной среде обитания впервые в нашей стране были начаты в середине 1970-х годов. Институтом океанологии АН СССР и Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова. С удовольствием вспоминаю то время — ведь я сам, будучи студентом, аспирантом и молодым ученым, принимал непосредственное участие в этих исследованиях. К сожалению, в 80-х годах прошлого века работы были прерваны на несколько десятков лет.

Но исследования дельфинов на Черном море возрождаются! Уже три года их проводит все та же Лаборатория морских млекопитающих Института океанологии РАН, в которой когда-то работал и я. Весьма отрядным представляется тот факт, что проводимые исследования финансируются одной из наших ведущих компаний — ПАО «НК «Роснефть».

Искренне надеюсь, что эти исследования, столь необходимые при оценке экологической обстановки в Черном море, будут развиваться и далее.

”

Иван Затевахин,
кандидат биологических наук,
телеведущий, кинорежиссер



ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ ИМ. П.П. ШИРШОВА РАН

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН — старейший и наиболее крупный российский исследовательский центр в области океанологии. Важными направлениями деятельности института являются изучение биологической продуктивности океанов и морей, исследование изменений экосистем в условиях антропогенной нагрузки и меняющегося климата, изучение биологического разнообразия океана.

Лаборатория морских млекопитающих ИО РАН создана в 1976 г. Основными направлениями ее исследований являются:

- » динамика видового состава и численности морских млекопитающих под воздействием естественных и антропогенных факторов;
- » акустическая сигнализация морских млекопитающих;
- » изучение поведения морских млекопитающих, адаптации к экстремальным условиям;

- » фундаментальные принципы охраны популяций морских млекопитающих.

Лаборатория морских млекопитающих ИО РАН впервые в нашей стране на биополигоне «Морское» (Крым, район Тарханкутского полуострова, 1976–1980 гг.) провела комплексные исследования черноморских дельфинов в естественной среде обитания. Результатом многолетних работ явилось описание пространственно-временной структуры исследуемого локального стада афалин (оценка общей численности, количества групп и их размера, половозрастного состава, особенностей сезонных миграций), основных типов поведения, а также составление «акустического словаря» вида.



РОСНЕФТЬ

ПАО НК «Роснефть» — крупнейшая российская нефтегазовая компания. Разработка «Роснефтью» шельфовых месторождений углеводородов имеет первостепенное значение для будущего современной России, обеспечит устойчивое социально-экономическое развитие страны на многие годы.

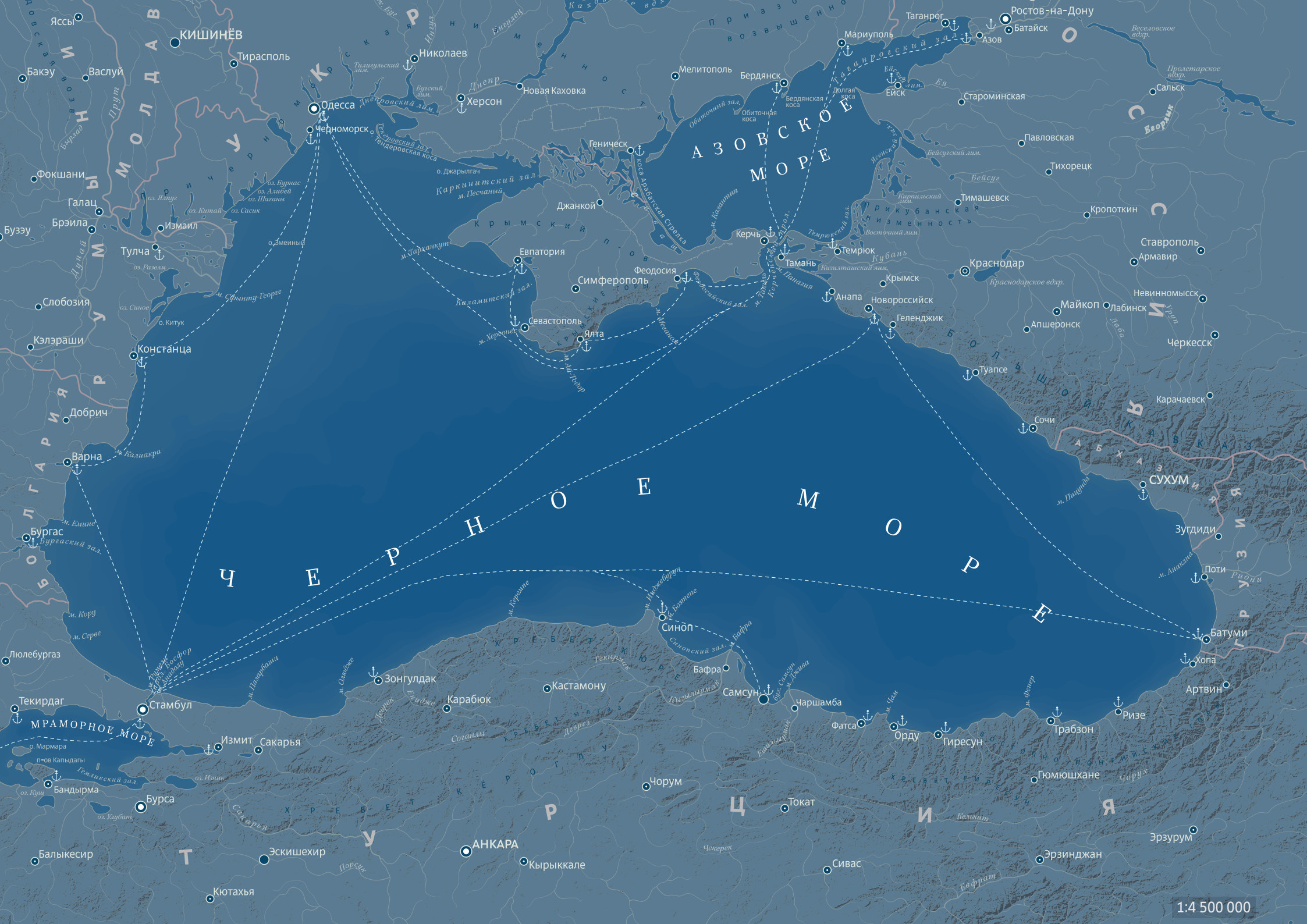
ПАО «НК «Роснефть» уделяет особое внимание экологическому мониторингу в зоне своей деятельности. Компания в сотрудничестве с ведущими российскими научными организациями проводит масштабную работу по изучению и сохранению биологического разнообразия морских глубин и прибрежных пространств.

ПАО «НК» Роснефть» более десяти лет на постоянной основе изучает состояние компонентов окружающей среды на своих лицензионных участках в Черном море. В 2018 г. Компания инициировала комплексный проект по изучению дельфинов Черного моря. Полноценные исследования этих животных не проводились с 80-х гг. прошлого века.

Проект по изучению и мониторингу млекопитающих Черного моря является частью масштабной экологической программы ПАО«НК «Роснефть».

При поддержке Компании проведены две большие морские экспедиции вдоль всего побережья Краснодарского края, каждая протяженностью около 1000 км, произведены авиаучет черноморских китообразных, охвативший северо-восточную часть Черного моря, береговые обследования побережья, а также широкий спектр лабораторных исследований. Полученная информация позволила ученым разработать рекомендации по сохранению популяции черноморских китообразных.

Исследования, которые проводятся при поддержке ПАО«НК «Роснефть», направлены не только на изучение знаковых для экологии России видов, но и на понимание базовых экологических процессов в морях, где Компания ведет или планирует вести в ближайшем будущем свою деятельность.



Черное море расположено в юго-восточной части Европы и омывает берега России, Абхазии, Грузии, Турции, Болгарии, Румынии и Украины.

Площадь моря составляет 420,3 тыс. км², максимальная глубина — 2210 м. Черное море лежит глубоко в континенте: это одно из крупнейших внутриконтинентальных морей в мире и одно из наиболее удаленных от Мирового океана.

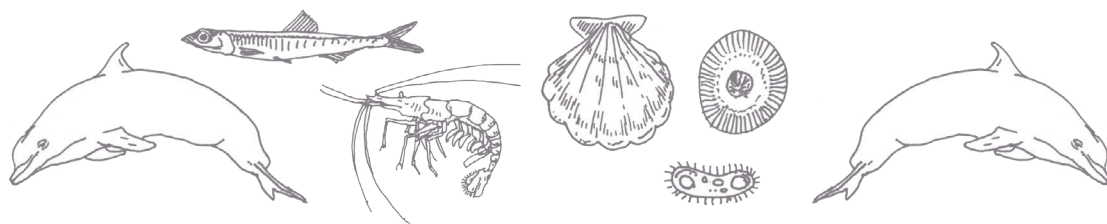
Черное море принадлежит бассейну Атлантического океана. На юго-западе через систему узких проливов Босфор и Дарданеллы оно сообщается со Средиземным морем, которое, в свою очередь, через Гибралтарский пролив связано с Атлантическим океаном, а на северо-востоке Керченский пролив соединяет Черное море с Азовским. Из-за существенно ограниченного сообщения с океаном в Черном море практически не выражены приливно-отливные колебания уровня воды.

Со всех сторон окруженное сушей, Черное море принимает большой пресный сток, в первую очередь с севера, от таких крупных рек, как Дунай, Днепр и Днестр. Черное море — крупнейший распресненный морской водоем. Соленость его вод в два раза ниже, чем у соседнего Средиземного моря, составляя в поверхностном слое 17–18 psu.

В Черном море почти нет островов, а также мало заливов, бухт и полуостровов. Среди последних наиболее узнаваем Крымский полуостров, вдающийся в море на севере и делящий его на западную и восточную части.

В северо-западной части моря расположен обширный шельф — мелководная скрытая под водой окраина материка. Северо-восточные и южные берега моря имеют узкую шельфовую зону.

Черное море обладает довольно интересным распределением течений. Наиболее интенсивное — основное черноморское течение (ОЧТ), распространяющееся по периметру моря против часовой стрелки. В западной и восточной частях бассейна выделяются два замкнутых циклонических круговорота. Впервые они были подробно описаны известным океанологом Николаем Книповичем, именем которого и были названы как «очки Книповича».



Меромиктический водоем — это водоем, в котором практически отсутствует циркуляция воды между слоями различной минерализации, разделенными так называемым хемоклином, в результате чего вода нижнего слоя более минерализованная и плотная, чем в верхнем слое.

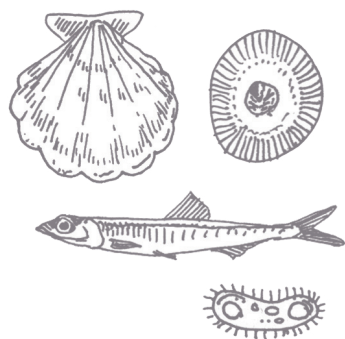
Черное море — крупнейший меромиктический водоем. Оно имеет двухслойную гидрохимическую структуру: поверхностную богатую кислородом зону и глубинную сероводородную.

Растительный и животный мир Черного моря сосредоточен в верхнем кислородном слое толщиной 150–200 м. Мощный глубинный слой содержит сероводород, из-за которого 5/6 водной толщи моря является непригодной для жизни организмов, нуждающихся в кислороде.

Пониженная соленость вод Черного моря определяет бедность черноморской фауны в сравнении с океанической. Некоторые группы животных, чувствительные к этому показателю (например, головоногие моллюски, морские ежи и морские звезды), здесь отсутствуют.

Общее число видов многоклеточных животных, обитающих в Черном море, составляет около 2000 (этот показатель в три раза меньше аналогичного для Средиземного моря, фауна которого насчитывает около 6000 видов многоклеточных): это круглые и кольчатые черви, ракообразные, моллюски и другие беспозвоночные, а также более 200 видов и подвидов рыб и 4 вида морских млекопитающих.

Морские млекопитающие Черного моря представлены постоянно обитающими здесь обыкновенными морскими свиньями, называемыми также азовками, и двумя видами дельфинов – афалиной и белобочкой. Единственный представитель ластоногих — тюлень-монах — к концу XX в. полностью исчез в черноморском регионе.



0 М

Зона максимального видового разнообразия. Здесь обитают китообразные, около 200 видов рыб, несколько сотен видов морских беспозвоночных — червей, моллюсков, ракообразных, а также около 1000 видов фитопланктона и 100 видов зоопланктона, гетеротрофные и азотфиксирующие бактерии.

25 М

Здесь видовое разнообразие сокращается. Уже обнаруживаются сотни видов бентосных организмов, 30-40 видов рыб, 7 видов зоопланктона, единично встречаются фитопланктонные организмы. Все черноморские китообразные еще обитают в этой зоне.

50 М

75 М

100 М

Царство хемосинтезирующих бактерий. Остальное биологическое разнообразие сводится к единичным видам бентосных и планктонных организмов, рыб. Морские млекопитающие встречаются в единичных случаях.

125 М

150 М

175 М

200 М

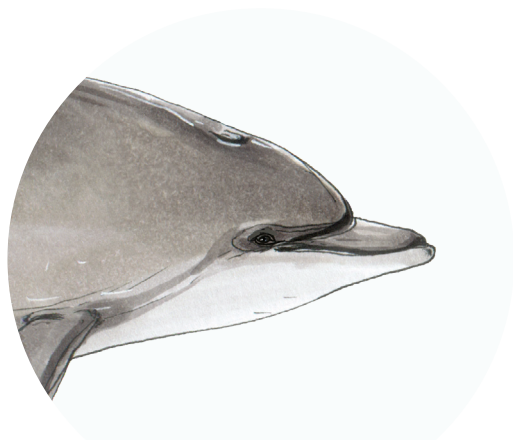
Зона сероводорода. Здесь никто не живет.

225 М

255 М



МОРСКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ ЧЕРНОГО МОРЯ



АФАЛИНА

Tursiops truncatus MONTAGU, 1821

Семейство: Дельфиновые Delphinidae

Род: Афалины *Tursiops* GERVAIS, 1855

Вид: Афалина *Tursiops truncatus* MONTAGU, 1821

Подвид: Черноморская афалина

T. t. ponticus VARAVASH, 1940. Эндемик Черного моря

Численность в Черном море, по разным оценкам, составляет от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч особей.

Охранный статус: категория Красной книги РФ (ККРФ) — 2-И-II «сокращающиеся в численности и/или распространении». Категория в Красном списке Международного союза охраны природы (МСОП) — Endangered — «находящиеся в опасном состоянии» (EN).



ДЕЛЬФИН-БЕЛОБОЧКА

Delphinus delphis LINNAEUS, 1758

Семейство: Дельфиновые Delphinidae

Род: Обыкновенные дельфины, или дельфины-белобочки *Delphinus* LINNAEUS, 1758

Вид: Обыкновенный дельфин, или дельфин-белобочка *Delphinus delphis* LINNAEUS, 1758

Подвид: Черноморский обыкновенный дельфин *D. d. ponticus* VARAVASH-NIKIFOROV, 1935. Эндемик Черного моря

Численность в Черном море составляет несколько сотен тысяч особей.

Охранный статус: категория ККРФ — не занесен. Категория в Красном списке МСОП — Vulnerable — «уязвимые» (VU).



АЗОВКА

Phocoena phocoena LINNEUS, 1758

Семейство: Морские свиньи Phocoenidae

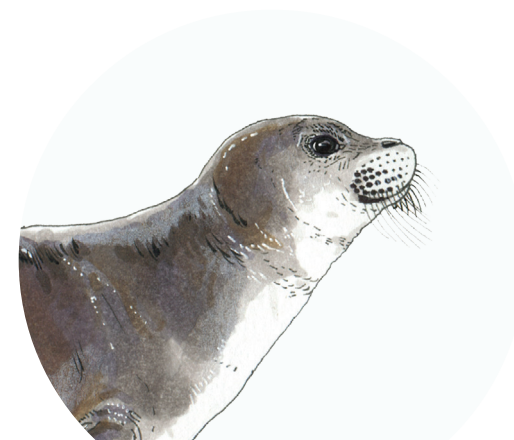
Род: Морские свиньи *Phocoena* CUVIER, 1817

Вид: Обыкновенная морская свинья *Phocoena phocoena* LINNEUS, 1758

Подвид: Черноморская морская свинья, или азовка *P. p. relicta* АВЕЛ, 1905. Эндемик Черного моря

Численность в Черном море, по разным оценкам, составляет от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч особей.

Охранный статус: категория ККРФ — 1-КР-I «находящиеся под угрозой исчезновения». Категория в Красном списке МСОП — Endangered — «находящиеся в опасном состоянии» (EN).



ТЮЛЕНЬ-МОНАХ

Monachus monachus HERMANN, 1779

Семейство: Настоящие тюлени Phocidae

Род: Тюлени-монахи *Monachus* FLEMING, 1822

Вид: Тюлень-монах, или белобрюхий тюлень *Monachus monachus* HERMANN, 1779

Численность в Черном море неизвестна

Охранный статус: категория ККРФ — 0: вероятно вымерший. Категория в Красном списке МСОП — Endangered — «находящиеся в опасном состоянии» (EN).

На территории России **уничтожен**.

МОРСКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

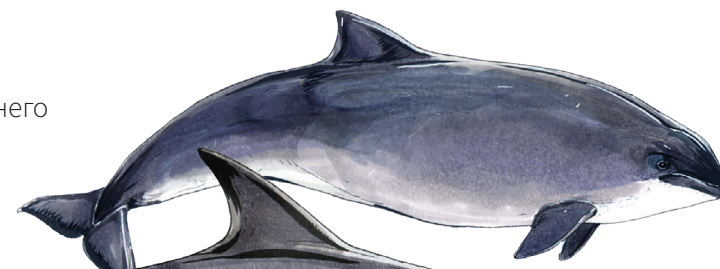
Афалина — самый известный и узнаваемый представитель семейства дельфиновых. Это дельфин среднего размера (длина тела взрослых особей — 2–2,5 м). Окраска тела двухтональная: обычно темно-серая окраска спины переходит в светло-серую окраску брюха. Известны афалины-альбиносы. Тяготеют к прибрежным акваториям, где встречаются группами, размер которых обычно не превышает десятка особей.

Дельфин-белобочка — более мелкий (около 2 м длиной) дельфин с характерной окраской боков, представленной сочетанием темных и светлых областей, формирующих рисунок в виде песочных часов. Дельфины могут образовывать как небольшие группы (несколько особей), так и крупные стада до 100 и более особей, которые стремительно передвигаются по акватории. Предпочитают открытые воды, но часто наблюдаются и вблизи берегов. Оба вида дельфинов имеют привычку подходить к судам и подолгу их сопровождать.

Азовка — наиболее мелкий (около 1,3 м длиной) и скрытный представитель черноморских китообразных, относящийся к семейству морских свиней. Небольшие размеры тела с невысоким спинным плавником и кратковременное появление на поверхности воды для вдоха между погружениями значительно затрудняют наблюдение азовок. Обычно встречаются около берега поодиночке или небольшими группами.

АЗОВКА

Phocoena phocoena LINNEUS, 1758

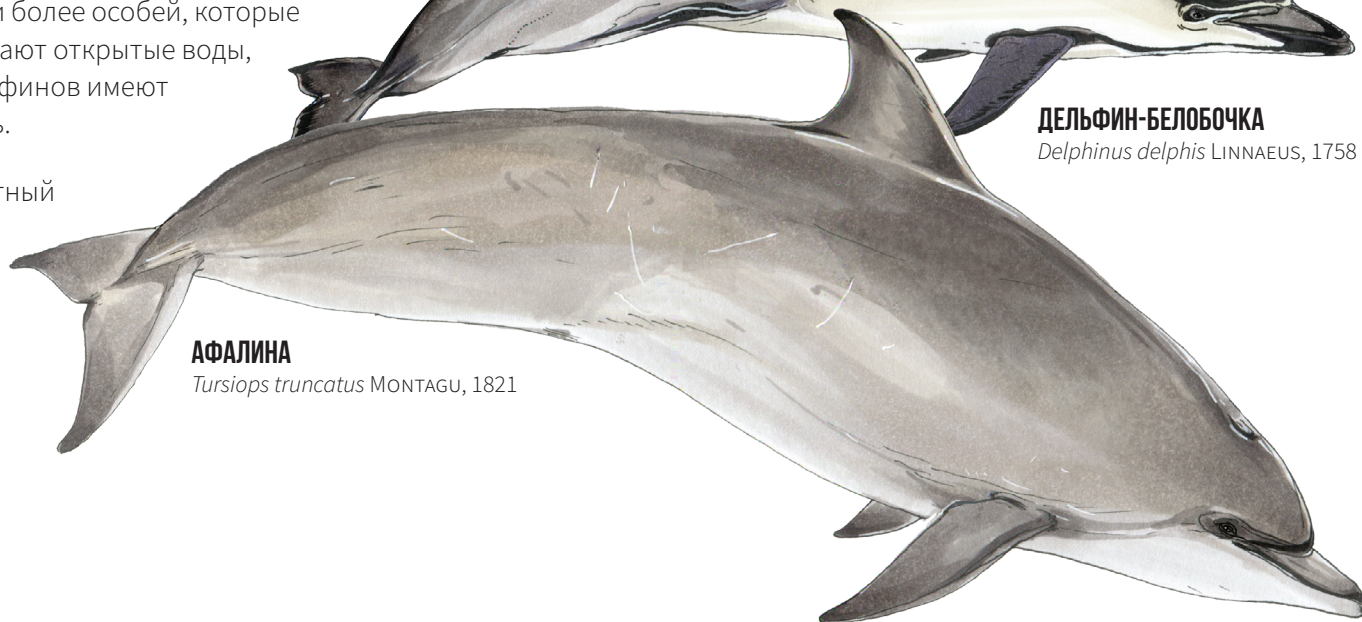


ДЕЛЬФИН-БЕЛОБОЧКА

Delphinus delphis LINNAEUS, 1758

АФАЛИНА

Tursiops truncatus MONTAGU, 1821



МОРСКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ КАК БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



БИОИНДИКАТОРЫ

это биологические объекты, используемые для оценки состояния окружающей среды.

СВОЙСТВА БИОИНДИКАТОРОВ

регулярное присутствие в изучаемой среде, высокая чувствительность к качеству окружающей среды и способность аккумулировать загрязняющие вещества.



КРИТЕРИИ ВИДОВ-ИНДИКАТОРОВ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ

1. Вид должен быть широко распространен в регионе и проводить там основную часть своего жизненного цикла (в идеале — полный жизненный цикл).
2. Вид должен быть достаточно многочисленным и доступным для изучения на современном этапе развития методов и методик исследования.
3. Реакция вида на изменения в среде обитания должна быть пригодной для регистрации и оценки (измерения). При этом эти изменения должны быть статистически достоверными.

СООТВЕТСТВИЕ ЧЕРНОМОРСКИХ КИТООБРАЗНЫХ КРИТЕРИЯМ ВИДОВ-ИНДИКАТОРОВ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ И ДОСТУПНОСТЬ СБОРА ДАННЫХ ПО ТРЕХБАЛЛЬНОЙ ШКАЛЕ

| Критерий вида-биоиндикатора / Метод сбора данных | Дельфин-белобочка | Азовка | Афалина |
|--|-------------------|-----------|-----------|
| Статус вида в Красной книге РФ | 3 | 1 | 1 |
| Распространение в регионе | 3 | 2 | 2 |
| Численность в регионе | 3 | 2 | 2 |
| Встречаемость в регионе | 3 | 1 | 2 |
| Доступность для судовых и авиационных исследований | 3 | 1 | 3 |
| Наличие в организме стойких органических загрязнений, патогенной фауны | 3 | 3 | 3 |
| Вероятность обнаружения погибших животных в прибрежной полосе | 3 | 3 | 2 |
| Общее число баллов | 21 | 13 | 15 |



Дельфин-белобочка, азовка и афалина — постоянные обитатели Черного моря. Занимая верхний уровень трофических связей данной экосистемы, они способны оказывать влияние на его структуру и функционирование. В то же время из-за большой продолжительности жизни и медленной смены поколений эти животные чувствительны к изменениям, происходящим в окружающей среде.

Образ жизни черноморских китообразных делает их достаточно доступными для исследований — наблюдений, учета, отбора биологических проб и т.д. Самый распространенный и многочисленный, дельфин-белобочка представляется наиболее подходящим в качестве вида-индикатора для экосистемы северо-восточной части Черного моря. Кроме того, в отличие от азовки и афалины, дельфин-белобочка не внесен в Красную книгу РФ, что позволяет провести более широкий спектр изучения этого вида. В то же время азовка и афалина являются потенциально пригодными видами для мониторинга состояния экосистемы исследуемого региона.

УГРОЗЫ И МЕРЫ ЗАЩИТЫ



ОСНОВНЫЕ УГРОЗЫ ДЛЯ КИТООБРАЗНЫХ ЧЕРНОГО МОРЯ

Сокращение кормовой базы — важный фактор, лимитирующий численность черноморских китообразных. Запасы хамсы и шпрота (их основных кормовых объектов), а также других промысловых видов рыб Черного моря существенно снизились в результате многолетнего интенсивного вылова.

Гибель в орудиях лова (прилов) — косвенное негативное воздействие, оказываемое рыболовством на популяции китообразных в Черном море. Наибольшую опасность представляют пелагические тралы и донные жаберные сети.

Загрязнение окружающей среды стойкими органическими загрязнителями и тяжелыми металлами негативно влияет на репродукцию популяций и их восприимчивость к инфекциям. Занимая верхние трофические уровни, китообразные аккумулируют загрязняющие вещества в тканях организма, поэтому подвержены особому риску.

Заболевания, вызывающие вспышки массовой гибели — эпизоотии. Изменение иммунного статуса организма под воздействием различных вредных факторов создает предпосылки для появления инфекционных заболеваний среди диких популяций.

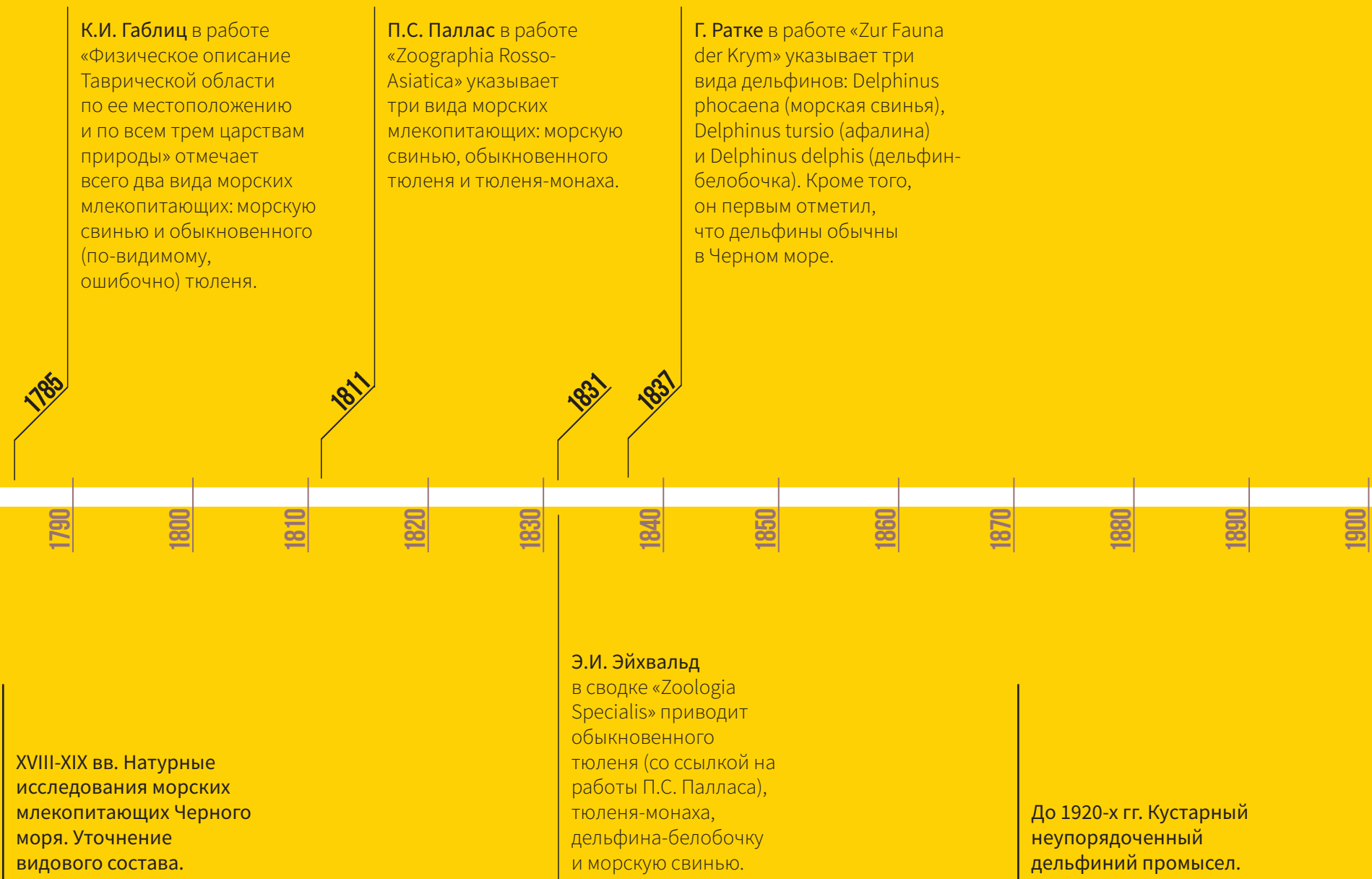
МЕРЫ ПО СОХРАНЕНИЮ ЧЕРНОМОРСКИХ КИТООБРАЗНЫХ

Запрет промысла. К концу 1950-х гг. интенсивная добыча черноморских китообразных привела к катастрофическому снижению их численности. В 1966 г. в СССР, Румынии и Болгарии, а в 1983 г. в Турции был введен запрет на промысел китообразных, а в последующие годы стали приниматься меры для их изучения и охраны.

Создание особо охраняемых природных территорий (ООПТ) — заповедников, национальных парков, заказников, памятников природы и природных парков. На территории России к ООПТ, включающим акваторию Черного моря, относятся Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского — природный заповедник РАН и Государственный природный заповедник «Утриш».

Проведение комплексных исследований. Регулярные и крупномасштабные авиационные и судовые учеты черноморских китообразных были прекращены в 1990-е гг., а с 2000-х гг. исследования в этой области, по сути, представлены разрозненными работами отдельных научных коллективов. Современная оценка состояния популяций черноморских китообразных требует возобновления систематических комплексных исследований.

По грубым оценкам, за весь период промысла в XX в. было уничтожено около 5 миллионов черноморских китообразных. Больше всех пострадала популяция азовок, численность которой значительно сократилась и не восстановилась по настоящее время.

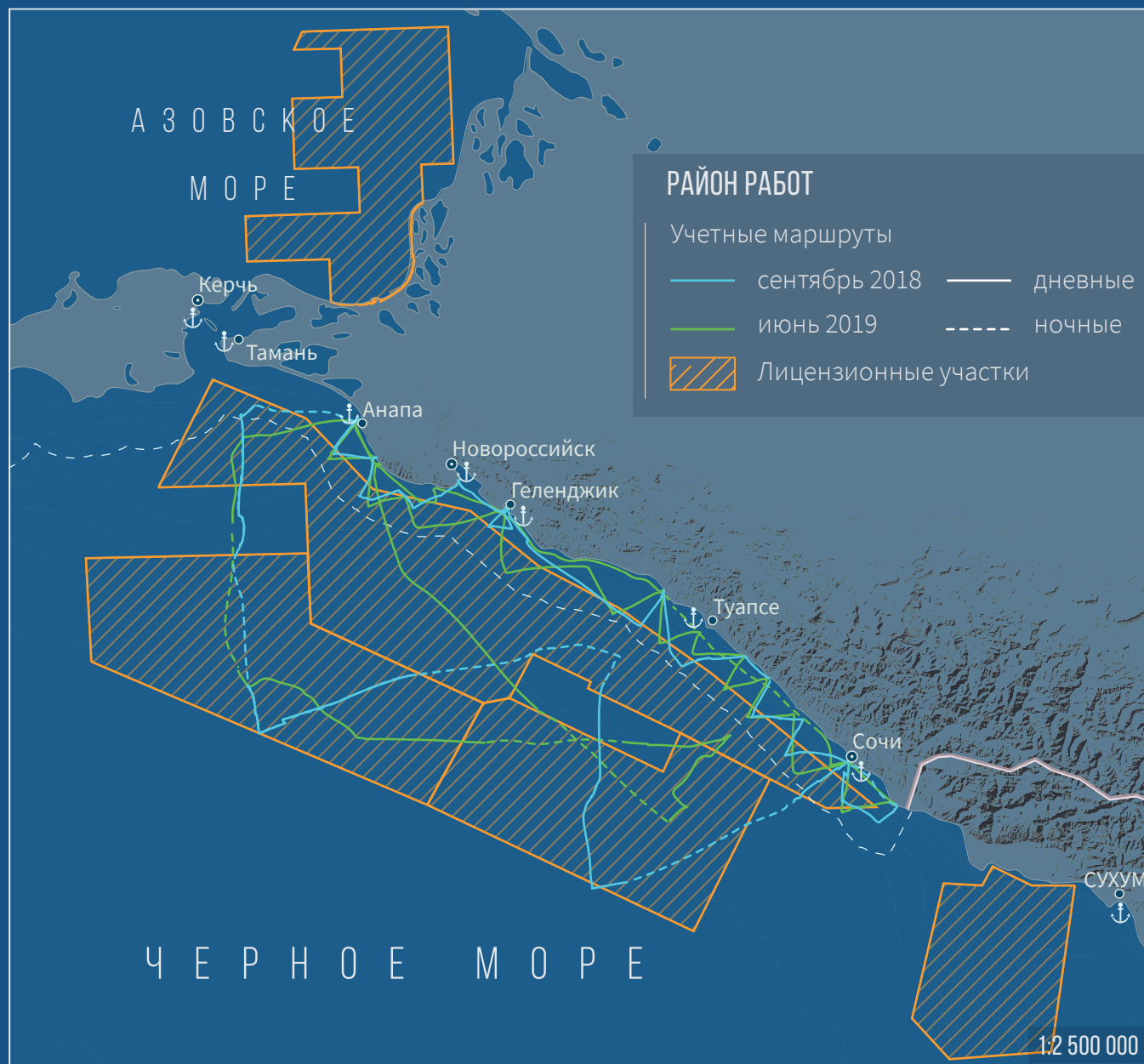




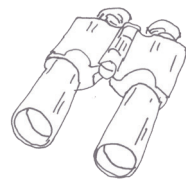
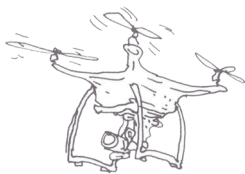
ПРОГРАММА РАБОТ

После многолетнего перерыва совместными усилиями Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН и ПАО «НК «Роснефть» в 2018 г. были возобновлены комплексные исследования черноморских китообразных. Цель этого проекта – получение современных данных о состоянии популяций афалины, дельфина-белобочки и азовки, что имеет особую актуальность с учетом катастрофических изменений, произошедших за последние десятилетия в экосистеме Черного моря. Исследования проходили в северо-восточной части Черного моря и включали следующие этапы:

- 1** Морские исследования с использованием парусно-моторного судна в осеннем (1 – 13 сентября 2018 г.) и летнем (15 – 26 июля 2019 г.) сезонах. **Задачи:**
 - » Оценка численности и распределения черноморских китообразных по маршруту следования судна;
 - » Исследование состава групп встреченных животных и оценка их поведения.
- 2** Воздушные обследования с применением большой авиации (2 июля 2019 г.) и квадрокоптера (попутно с морскими исследованиями). **Задачи:**
 - » Авиачет численности и распределения черноморских китообразных;
 - » Оценка размера и состава групп животных.



- 3** Береговые исследования (12 – 13 сентября 2018 г., 20 – 25 февраля 2019 г., 2 октября 2019 г., 25 февраля – 7 марта 2020 г.). **Задачи:**
 - » Обнаружение выбросов на берег погибших животных;
 - » Отбор биологических проб от останков выброшенных животных для лабораторных анализов.



Визуальные судовые наблюдения —

традиционный метод сбора данных о встречах китообразных на маршруте следования судна. На основе полученных результатов производится расчет встречаемости каждого из видов на исследованной акватории.

Наблюдения проводились вахтовым методом с участием двух исследователей (правого и левого борта яхты). В ходе работ заполнялся протокол наблюдений, в который заносили сведения о дате и времени наблюдений, метеоусловиях, координаты судна, видовой состав и количество встреченных животных, направление их перемещения и поведение.

Воздушная съемка дельфинов с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) —

достаточно новый, но эффективный метод детального исследования размера и состава групп китообразных и наблюдений за их поведением.

Квадрокоптер Phantom 4 запускался только при условии появления дельфинов и их нахождения рядом с яхтой в течение не менее 10 мин.



Учет черноморских китообразных

с использованием авиации — основной метод сбора данных о встречах китообразных по линии трансект с воздуха для последующей оценки их встречаемости и характера распределения в районе исследования.

Для авиаучета черноморских китообразных использовался вертолет Ми-8. Высота полета составляла 190–215 м над уровнем моря. Скорость полета — 180 км/ч. Впервые для учета дельфинов применена комбинация визуальных наблюдений с прицельной фотосъемкой животных и их инструментальной регистрацией.

Прицельная фотосъемка китообразных выполнялась при их визуальном обнаружении двумя наблюдателями с левого и правого бортов вертолета. В дальнейшем полученные снимки использовались для улучшения качества аэровизуального учета и видовой идентификации китообразных.

Инструментальная регистрация китообразных — потоковая съемка в надир на цифровую камеру сверхвысокого разрешения. Фотокамера, установленная в люке в полу вертолета на специальной платформе «Нерпа-1», производила снимок каждые 4 секунды.







Фотосъемка животных необходима для идентификации отдельных особей и составления их фотокаталога. В дальнейшем данные фотоидентификации можно использовать для корректировки численности групп, оцененной визуально, а также для выявления особенностей их распределения и миграций на акватории на основе повторных встреч идентифицированных особей.

Съемка животных проводилась с борта судна с использованием цифровых камер.

Акустические исследования — дополнительный полезный инструмент в изучении китообразных. Для исследователя звуковые сигналы китообразных служат, в первую очередь, показателем присутствия животных на изучаемой акватории (например, в ходе пассивного акустического мониторинга), и в то же время могут быть использованы для идентификации видов, популяций, экотипов, социальных групп и отдельных особей, а также, в известной мере, — и типов поведенческой активности.

Для прослушивания акватории и регистрации подводных акустических сигналов дельфинов применялись стандартные гидроакустические тракты, состоящие из пьезокерамического гидрофона, соединенного кабелем со звукозаписывающей аппаратурой. Диапазон записи — 20 Гц – 48 кГц.

Береговые исследования — это специальные пешие маршруты, нацеленные на сбор информации о выбросах китообразных и их видовом составе, а также отбор биологических образцов для последующего лабораторного анализа.

Маршруты были проведены на части побережья Краснодарского края от Бугазской косы в районе г. Анапы до г. Туапсе.

Лабораторные исследования биологических образцов включают в себя проведение гистологического, токсикологического, вирусологического и молекулярно-генетического анализов.

Основная задача **гистологического анализа** — выявление клеточного поражения тканей у исследуемых животных с целью определения типа и характеристик новообразований.

Токсикологический анализ необходим для определения состава и уровней содержания стойких органических загрязнителей и тяжелых металлов в образцах тканей. **Вирусологический анализ** заключается в обнаружении и определении количества антител к различным типам инфекций.

Молекулярно-генетический анализ позволяет выявить популяционную структуру исследуемых видов.

Отбор биологических образцов производился от погибших животных, обнаруженных в ходе береговых исследований.



ЭКСПЕДИЦИЯ В ЦИФРАХ

Проведены два судовых учета: осенний (**13** дней, **799** км учетного маршрута) и летний (**12** дней, **1173** км учетного маршрута).

В летнем сезоне проведено **147** ч наблюдений, в ходе которых зарегистрировано **348** встреч черноморских китообразных: **281** встреча дельфинов-белобочек (**1141** особь), **30** встреч афалин (**90** особей) и **26** встреч азовок (**35** особей). В 11 случаях вид определить не удалось.

В осеннем сезоне проведено **114** ч наблюдений, в ходе которых зарегистрировано **103** встречи черноморских китообразных: **48** встреч дельфинов-белобочек (**413** особей), **42** встречи афалин (**110** особей) и **4** встречи азовок (**6** особей). В 9 случаях вид определить не удалось.

Всего за оба сезона получено **2400** фотографий афалин и белобочек и более **25** ч аудиозаписей их подводной звуковой активности.

Совершено **8** полетов БПЛА общей продолжительностью **90** мин. Произведена воздушная видеосъемка дельфинов-белобочек, встреченных в открытом море.

Авиаучет черноморских китообразных включал **764** км учетного маршрута, проложенного в пределах 12-мильной морской зоны на участке от г. Адлера до г. Анапы. Продолжительность полета составила 4 ч 10 мин. В результате прицельной фотосъемки было получено **585** снимков китообразных, визуально зарегистрировано **368** особей. В результате автоматической фотосъемки получено **3722** снимка.

Пройдено **299** км пеших береговых маршрутов. Обнаружены останки **61** животного всех трех видов китообразных (**6** афалин, **21** дельфин-белобочка, **27** азовок, в 7 случаях вид не был определен). Отобрано **108** образцов тканей — кожи, жира, мышц и внутренних органов.

2183

особи учтены в ходе всей экспедиции

299

километров пеших береговых маршрутов

1972

километра учетного маршрута

108

образцов тканей собрано во время пеших береговых обходов

1795

особей черноморских китообразных определены до вида в ходе судовых исследований

90

минут исследований с применением БПЛА

451

встреча черноморских китообразных в ходе судовых исследований

25

дней наблюдений в летний и осенний периоды

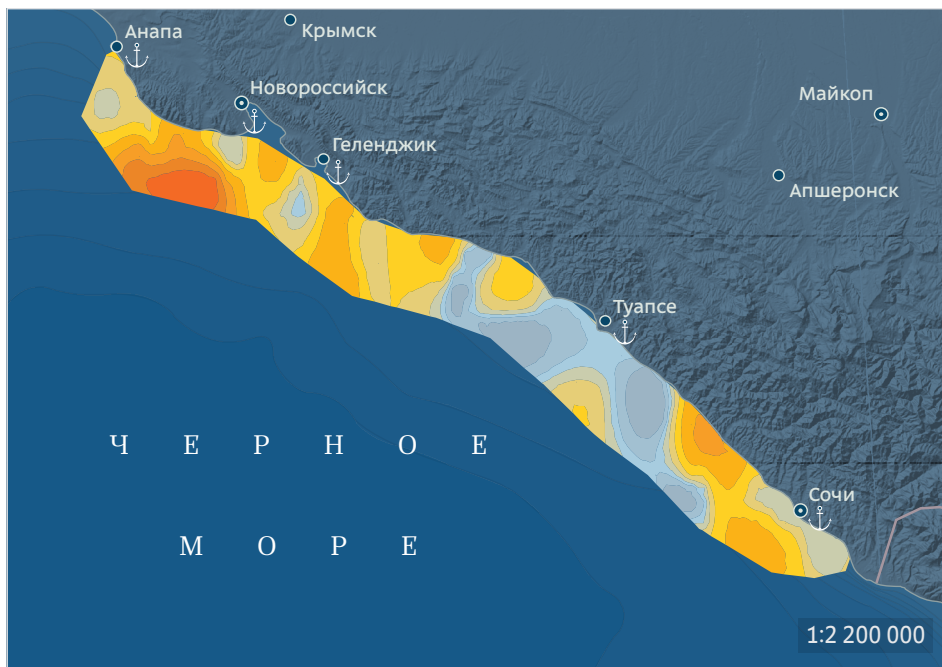
АВИАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведен расчет численности и плотности китообразных с применением адаптивного деления района авиаобследования на расчетные сектора в программе ArcGIS.

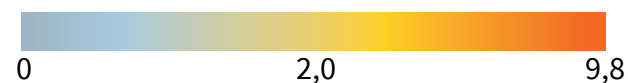
Результаты настоящего учета позволили выявить и подтвердить зоны высокой и низкой концентрации китообразных в районе исследований, получить оценки их численности и плотности. Согласно оптимальным оценкам, суммарная численность черноморских китообразных в районе исследований составила 15–20 тыс. особей. Ориентировочная расчетная численность каждого вида черноморских китообразных на обследованной акватории составляет: для дельфина-белобочки — 12,1 тыс., афалины — 3,9 тыс., азовки — 1,6 тыс. особей.



В ходе проведения авиационного обследования впервые для черноморских китообразных была успешно применена комбинация традиционных визуальных наблюдений с прицельной фотосъемкой животных и их инструментальной регистрации (поточная съемка в надир на цифровую камеру сверхвысокого разрешения).



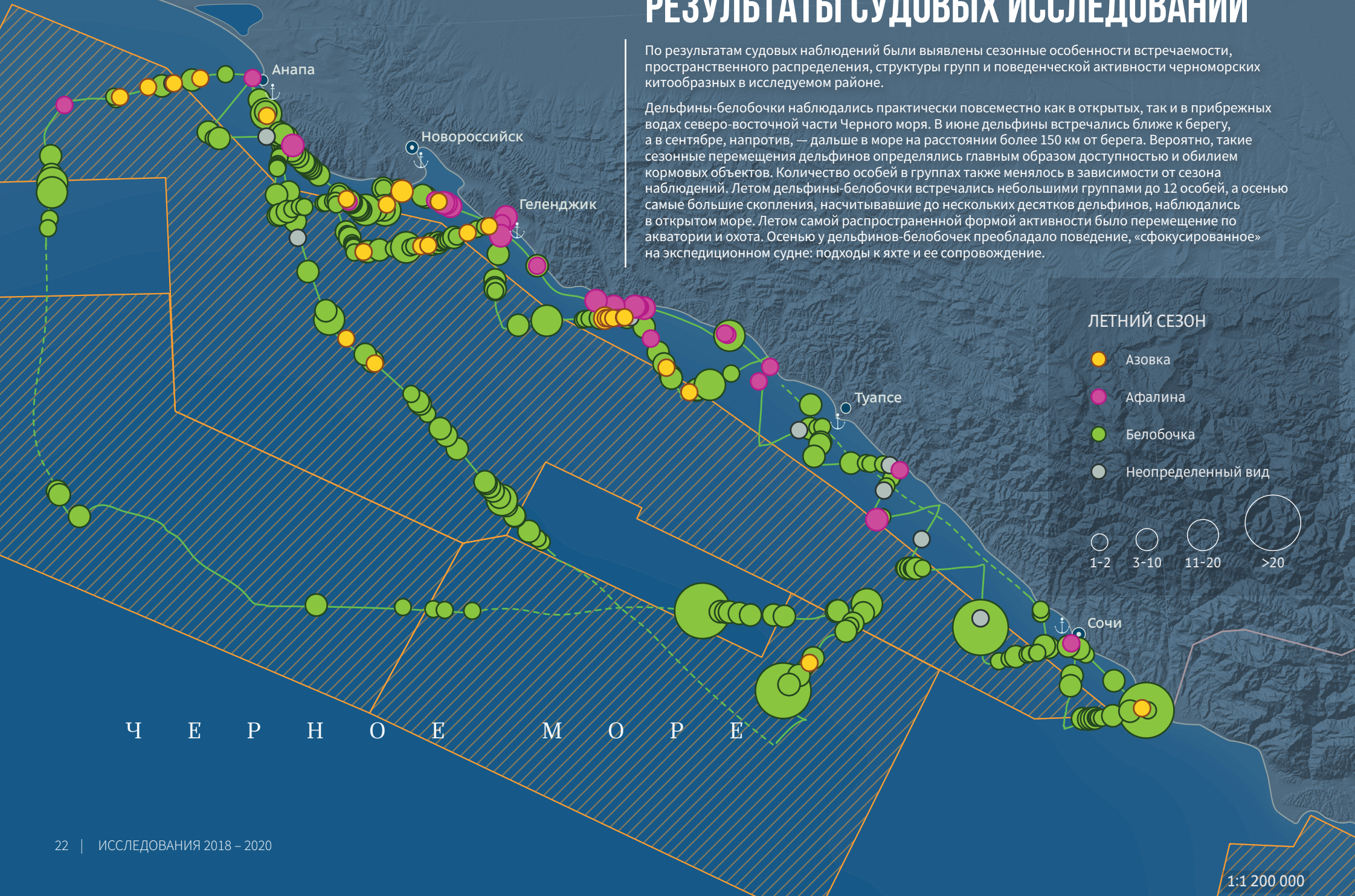
ПЛОТНОСТЬ КИТООБРАЗНЫХ
(особей на км²)

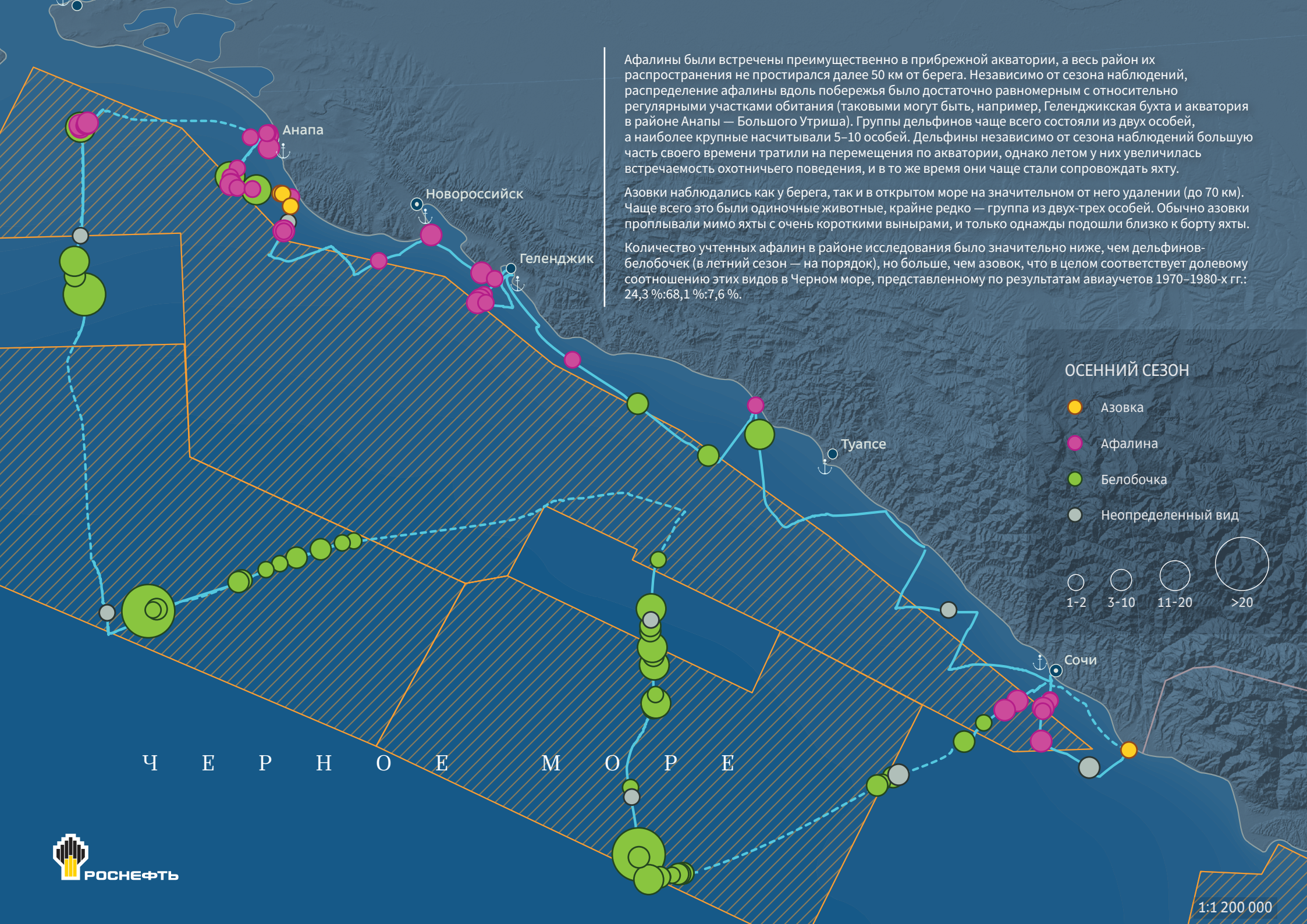


РЕЗУЛЬТАТЫ СУДОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

По результатам судовых наблюдений были выявлены сезонные особенности встречаемости, пространственного распределения, структуры групп и поведенческой активности черноморских китообразных в исследуемом районе.

Дельфины-белобочки наблюдались практически повсеместно как в открытых, так и в прибрежных водах северо-восточной части Черного моря. В июне дельфины встречались ближе к берегу, а в сентябре, напротив, — дальше в море на расстоянии более 150 км от берега. Вероятно, такие сезонные перемещения дельфинов определялись главным образом доступностью и обилием кормовых объектов. Количество особей в группах также менялось в зависимости от сезона наблюдений. Летом дельфины-белобочки встречались небольшими группами до 12 особей, а осенью самые большие скопления, насчитывавшие до нескольких десятков дельфинов, наблюдались в открытом море. Летом самой распространенной формой активности было перемещение по акватории и охота. Осенью у дельфинов-белобочек преобладало поведение, «сфокусированное» на экспедиционном судне: подходы к яхте и ее сопровождение.





Афалины были встречены преимущественно в прибрежной акватории, а весь район их распространения не простирался далее 50 км от берега. Независимо от сезона наблюдений, распределение афалины вдоль побережья было достаточно равномерным с относительно регулярными участками обитания (такowymi могут быть, например, Геленджикская бухта и акватория в районе Анапы — Большого Утриша). Группы дельфинов чаще всего состояли из двух особей, а наиболее крупные насчитывали 5–10 особей. Дельфины независимо от сезона наблюдений большую часть своего времени тратили на перемещения по акватории, однако летом у них увеличилась встречаемость охотничьего поведения, и в то же время они чаще стали сопровождать яхту.

Азовки наблюдались как у берега, так и в открытом море на значительном от него удалении (до 70 км). Чаще всего это были одиночные животные, крайне редко — группа из двух-трех особей. Обычно азовки проплывали мимо яхты с очень короткими выныраниями, и только однажды подошли близко к борту яхты.

Количество учтенных афалин в районе исследования было значительно ниже, чем дельфинов-белобочек (в летний сезон — на порядок), но больше, чем азовок, что в целом соответствует долевым соотношению этих видов в Черном море, представленному по результатам авиаучетов 1970–1980-х гг.: 24,3%:68,1%:7,6%.

ОСЕННИЙ СЕЗОН

- Азовка
 - Афалина
 - Белобочка
 - Неопределенный вид
- 1-2 ○ 3-10 ○ 11-20 ○ >20

Ч Е Р Н О Е М О Р Е



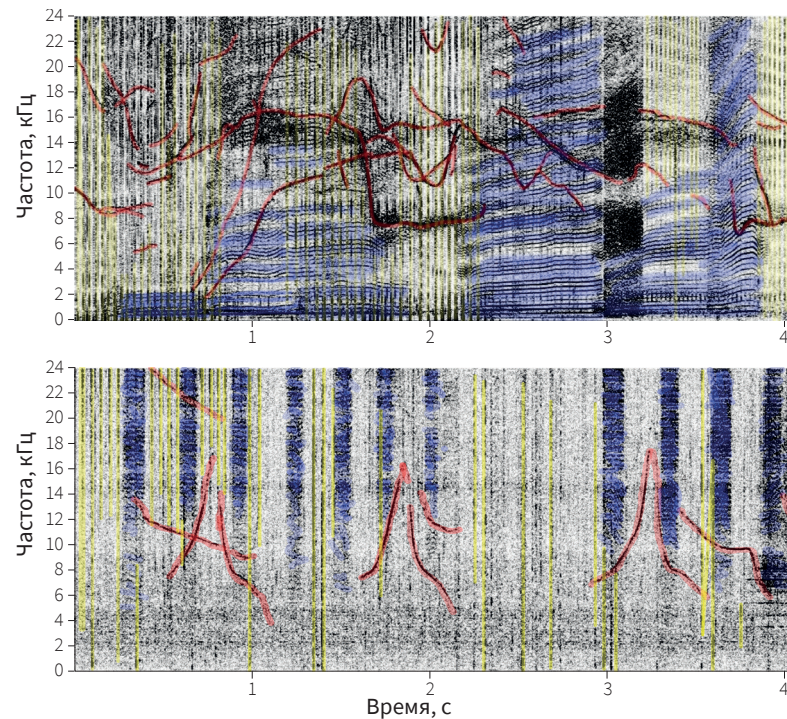


Описан вокальный репертуар афалин и дельфинов-белобочек, в который у обоих видов входят акустические сигналы трех основных категорий: свисты, импульсно-тональные звуки и эхолокационные щелчки.

АКУСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Впервые для черноморских дельфинов выполнен сравнительный качественный и количественный анализ их свистов. Проведенная работа — необходимая основа для акустического мониторинга этих китообразных, который позволит исследовать их временное и пространственное распределение и, следовательно, оценить использование ими среды обитания.

Кроме того, для афалин возможна индивидуальная идентификация отдельных особей по продуцируемым ими «свистам-автографам». Это позволяет с достаточно высокой точностью осуществлять учет численности и миграций этих дельфинов в исследуемом районе. Так, по результатам анализа полученных записей было определено около 30 доминирующих типов свистов, которые могут рассматриваться в качестве индивидуальных маркеров обитающих здесь особей.



Фрагмент аудиозаписи подводной звуковой активности дельфинов-белобочек (вверху) и афалин (внизу), содержащий свисты (красный), импульсно-тональные сигналы (синий) и эхолокационные щелчки (желтый)

ФОТОИДЕНТИФИКАЦИЯ

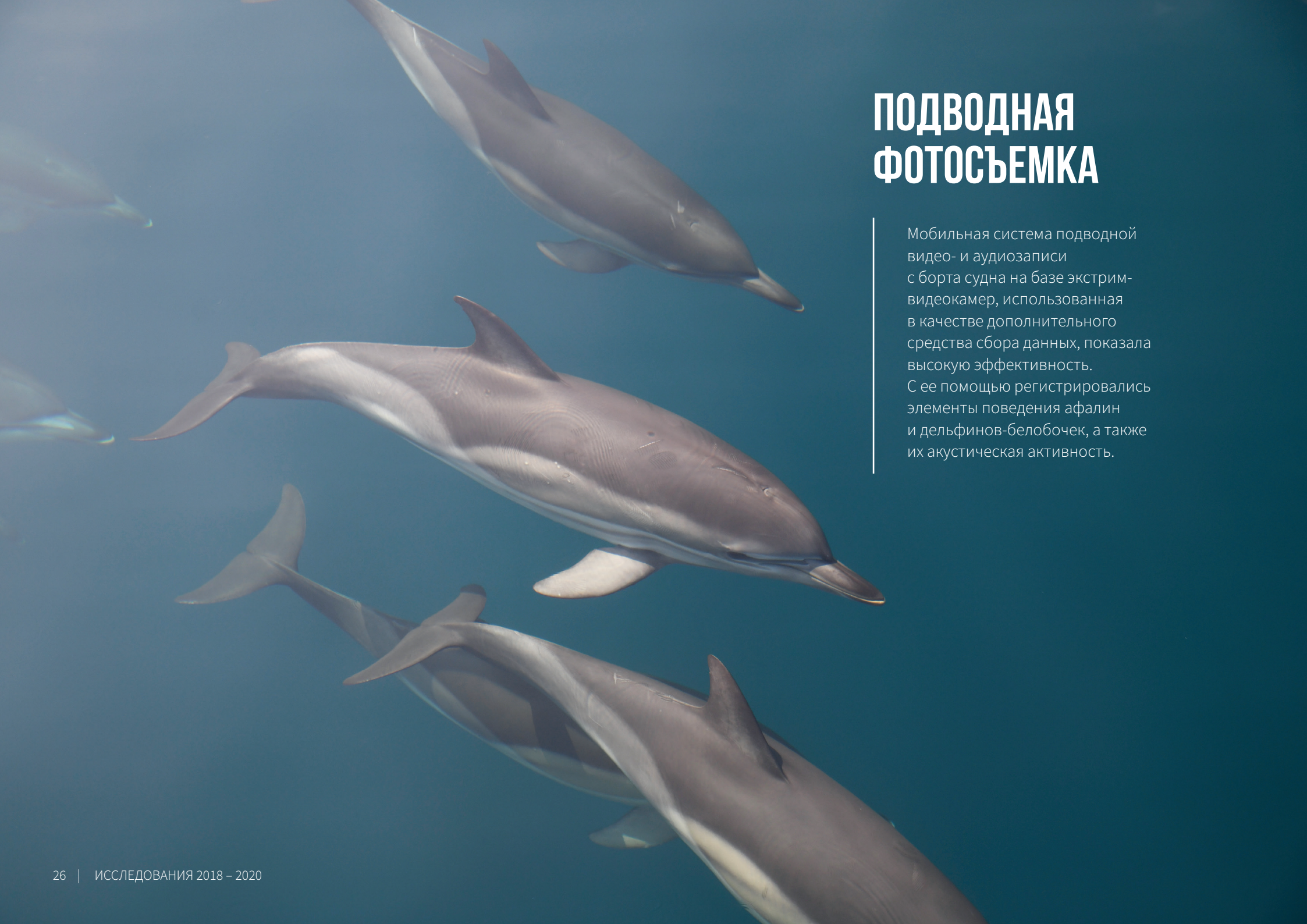
За два сезона наблюдений составлены фотокаталоги дельфинов-белобочек (314 особей) и афалин (27 особей). Они основаны на принципе идентификации отдельных особей по естественным маркерам на теле животных. Практически все дельфины были без признаков кожных заболеваний, только у нескольких особей были отмечены кожные поражения, вероятно, инфекционной природы. При сравнении фотокаталогов дельфинов за 2018 и 2019 гг. на маршруте исследований повторных встреч идентифицированных дельфинов-белобочек и афалин не обнаружено. Отчасти это связано с тем, что основные маркеры дельфинов — шрамы и царапины — быстро заживают, из-за чего изменяется их индивидуальный «рисунок». Кроме того, вероятность повторной встречи белобочек, учитывая их высокую численность и мобильность, крайне мала.



В процессе фотоидентификации в качестве основных индивидуальных маркеров дельфинов использовались механические повреждения спинного плавника и разнообразные шрамы и царапины на теле животных. Кроме того, у дельфинов-белобочек форма, размер и интенсивность окраски пятна на спинном плавнике имеют индивидуальные отличия.



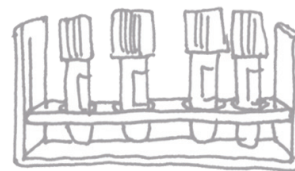
Пример идентификации дельфина-белобочки (номер в базе DD_22_18_R) по характерным зазубринам на спинном плавнике



ПОДВОДНАЯ ФОТОСЪЕМКА

Мобильная система подводной видео- и аудиозаписи с борта судна на базе экстрим-видеокамер, использованная в качестве дополнительного средства сбора данных, показала высокую эффективность. С ее помощью регистрировались элементы поведения афалин и дельфинов-белобочек, а также их акустическая активность.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



ГИСТОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

Гистологический и вирусологический анализы образцов тканей выявили:

- » гломерулонефрит (начальная стадия);
- » кардиомиопатию;
- » дистрофию печени;
- » гельминтоз легких;
- » «шоковое» легкое;
- » панкреанекроз.

В анализируемых образцах не обнаружены:

- » ортомиксовирусы (грипп типа А и В);
- » парамиксовирусы (вирус парагриппа 1, 2, 3, 4 типов; морбилливирус, в том числе чумы собак);
- » вирусы герпеса (альфагерпес, беттагерпес, гаммагерпес);
- » комплекса ОРВИ;
- » коронавирус SARS-CoV-2;
- » новообразования.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Получены предварительные характеристики генетического разнообразия по исследованным локусам. Наибольшее количество полиморфных локусов оказалось у дельфинов-белобочек. Для этого вида выявлены предпосылки принадлежности особей к разным популяциям.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Были определены уровни содержания следующих стойких органических загрязнителей (СОЗ): полихлорированные бифенилы (ПХБ), хлорорганические пестициды (ХОП), полибромированные дифениловые эфиры (ПБДЭ) и токсафены (ТОХ).

Концентрация СОЗ в образцах жира черноморских китообразных уменьшалась в ряду $\Sigma \text{ХОП} > \Sigma \text{ПХБ} > \Sigma \text{ТОХ} > \Sigma \text{ПБДЭ}$.

Все эти соединения обладают высокой токсичностью и химической стойкостью. Они способны накапливаться в тканях организма, вызывая неврологические и гормональные нарушения, а также патологии репродуктивной системы, способствуют развитию онкологических заболеваний, вызывают иммунодепрессию, повышая восприимчивость к болезням.

Концентрация СОЗ у черноморских китообразных уменьшалась в ряду дельфин-белобочка > афалина > азовка, что обусловлено, вероятно, особенностями питания этих видов.

В целом обнаруженные концентрации СОЗ у черноморских китообразных ниже уровней, которые могут вызывать патологии или заболевания у животных.

Концентрации тяжелых металлов в образцах были незначительными. Наибольшая концентрация была обнаружена для железа, наименьшая — для кадмия.

ПХБ — продукты крупнотоннажного химического производства. Во всем мире использовались в качестве трансформаторного и конденсаторного масел, гидравлических жидкостей, смазочных масел и смазочно-охлаждающих жидкостей при механической обработке металлов.

ХОП — химические средства для уничтожения вредителей сельского хозяйства. Наиболее известным является ДДТ — высокоэффективный инсектицид, в настоящее время запрещенный.

ПБДЭ — антипирены, применяемые для снижения горючести пластмасс и других материалов.

ТОХ — пестицид, который изготавливался и применялся на территории СССР в 1960–1970 гг. как дешевая замена ДДТ.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований, выполненных в рамках данного проекта, внесут значительный вклад в понимание экологии и биологии черноморских китообразных, а также актуального состояния их популяций.

- » Впервые после многолетнего перерыва проведены комплексные широкомасштабные полевые исследования китообразных в северо-восточной части Черного моря.
- » Получены современные данные о численности, встречаемости, предпочитаемых местах обитания и особенностях сезонного распределения черноморских китообразных на исследуемой акватории.
- » Разработан и адаптирован метод автоматического авиаучета мелких китообразных с применением потоковой интервальной фотосъемки, в результате использования которого была осуществлена оценка численности черноморских дельфинов в районе исследований.
- » Впервые для черноморских дельфинов представлено качественное и количественное описание их звуковых сигналов (свистов) как необходимая основа для будущего акустического мониторинга. Успешно применен метод локального акустического учета афалин по индивидуально-опознавательным «свистам-автографам».
- » Проведены масштабные токсикологические исследования черноморских китообразных, что позволило получить первичную оценку состояния их здоровья.
- » На основе сравнения актуальных данных с фоновыми получена оценка современного состояния популяций афалины, морской свиньи и дельфина-белобочки.
- » Разработаны рекомендации по изучению и сохранению черноморских китообразных как видов-индикаторов экологического благополучия региона. Главной составляющей этих рекомендаций является дальнейший мониторинг популяций черноморских китообразных с использованием собранных в 2018–2020 гг. данных как фоновых показателей.



ЛАБОРАТОРИЯ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ИНСТИТУТА ОКЕАНОЛОГИИ РАН

С 1976 г. и по настоящее время Лаборатория морских млекопитающих ИО РАН занимается изучением биологии и экологии, поведения и подводной акустической активности морских млекопитающих – китообразных (афалина, белуха) и ластоногих (морской заяц, обыкновенный тюлень, кольчатая нерпа, байкальский тюлень). География работ – моря Черное, Белое, Охотское, Берингово, озера Ладожское и Байкал. Многие годы главным объектом интересов Лаборатории является беломорская популяция белух. Для ее всестороннего и полноценного исследования коллективом был разработан комплексный подход, включающий судовые и стационарные наблюдения, надводную и подводную видео- и фотосъемку, токсикологические, популяционно-генетические и акустические исследования, результаты которых изложены в многочисленных научных публикациях и научно-популярных изданиях. Опыт, полученный коллективом в ходе этих работ, успешно применен и в исследованиях черноморских китообразных.



РОСНЕФТЬ

