

УДК 612.6.05

ЭТОЛОГО-АКУСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЛОБОЧЕК (*Delphinus delphis ponticus* Barabach-Nikiforov, 1935) В АКВАТОРИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

Логоминова И.В.¹, Агафонов А.В.^{1,2}, Горбунов Р.В.^{1,3}

¹ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН», г. Феодосия, пгт Курортное, Российская Федерация

²ФГБУН Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, Российская Федерация

³ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Российская Федерация

e-mail: logominova@rambler.ru, agafonov.57@mail.ru, gorbunov@imbr-ras.ru

Работа посвящена исследованиям поведения и подводной акустической сигнализации белобочек в акваториях юго-восточного побережья Крыма. При обработке акустического материала были выделены все три категории характерных для дельфинов звуковых сигналов. По результатам систематизации и анализа тональных сигналов были идентифицированы 9 типов свистов, которые потенциально могут являться индивидуальными «автографами». Проведенные исследования показали, что совокупное применение визуальных и акустических методов наблюдения может существенно уточнить представление о численности, социальной структуре популяции и специфике поведенческой активности данного вида.

Ключевые слова: черноморская белобочка; поведение; акустическая сигнализация; свистовые сигналы; «свисты-автографы».

Введение

Дельфины (**Delphinidae**), как и другие представители отряда китообразных (**Cetacea**), являются высокоспециализированными млекопитающими, идеально приспособившимися к жизни в водной среде. Ими освоены практически вся акватория Мирового океана, а также ряд пресноводных водоемов. Дельфины являются, как правило, консументами III – IV порядков, занимая, таким образом, вершины соответствующих пищевых цепей. Интерес к изучению этих животных значительно вырос в середине XX века; многочисленные исследования были посвящены таким аспектам их жизнедеятельности, как механизмы обеспечения дыхания и терморегуляции, передвижение в воде, рождение и вскармливание детенышей, ориентация под водой, социальная структура популяций, поведение, когнитивные способности и др. (Белькович, 1987; Белькович, Дубровский, 1976; Клейненберг, 1956).

Для большинства видов дельфинов характерна интенсивная подводная акустическая сигнализация. К настоящему времени наиболее полно описан вокальный репертуар афалин (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821). Представителями данного вида продуцируются три основные категории сигналов: серии импульсов, используемые для эхолокации; модулированные импульсно-тональные сигналы; тональные сигналы (свисты) (Агафонов, Панова, Логоминова, 2016). Подобные категории сигналов свойственны и представителям большинства других видов дельфинов. Еще в середине 60-х годов XX века Д. и М. Колдуэллами было установлено, что доминирующим в репертуаре каждой афалины является свистовой сигнал с уникальной формой частотного контура, названный «свистом-автографом» (signature whistle) (Caldwell, Caldwell, 1965). Работы последних лет показали, что подавляющее большинство тональных сигналов афалин представляет собой систему «персонифицированных» (т.е. продуцируемых только конкретными особями) сигналов (Агафонов, Панова, 2012; Агафонов, Панова, Логоминова, 2016). «Автограф» является «ядром» этой системы, и в таком аспекте его можно рассматривать как своеобразный «акустический маркер»

особи, позволяющий значительно повысить точность учета численности и миграций представителей данного вида (Логоминова, Агафонов, 2018).

Одним из трех видов дельфинов, обитающих в Черном море (и, по-видимому, наиболее распространенным) является белобочка (*Delphinus delphis* Linnaeus, 1758); отечественными исследователями она традиционно определяется, как географически изолированный подвид (*D. d. ponticus* Barabasch-Nikiforov, 1935). До середины 30-х годов XX века считалось, что черноморская белобочка распространена исключительно у берегов и в открытое море не выходит. В дальнейшем, однако, было показано, что, белобочка, является по характеру питания типично пелагическим видом, населяет практически всю акваторию Черного моря, образует скопления в тех местах, где в данное время сосредоточен ее корм. (Клейнберг, 1956). С 1970-х гг. наблюдается угнетение популяции черноморской белобочки, что связано с последствиями интенсивного промысла черноморских дельфинов (окончательно прекращен в 1983 г.), эпизоотиями, гибелью в рыболовных сетях, деградацией окружающей среды, истощением кормовой базы. Следует отметить, что актуальная информация о современном состоянии популяции черноморской белобочки отсутствует.

Для белобочек так же, как и для афалин, характерна интенсивная подводная акустическая сигнализация. Однако число исследований белобочек по данной тематике, до сих пор остается крайне немногочисленным, а их результаты представляются довольно фрагментарными. Неясным, например, является вопрос о продуцировании представителями вида индивидуальных опознавательных сигналов (аналогов «свистов-автографов» афалин). Следует заметить, что исследований акустической сигнализации черноморской белобочки до сих пор вообще не проводилось. В качестве примеров работ, осуществленных в других регионах, можно привести исследования, представленные ниже.

В 2005 году группой исследователей были проведены работы в Кельтском море, целью которых было описание свистовых сигналов обыкновенных дельфинов *Delphinus delphis* (белобочек), а также сравнение полученных данных с акустическими сигналами белобочек из района Ла-Манша. Зарегистрированные за период с мая по август 2005 года, свистовые сигналы классифицированы на 6 категорий и 30 подтипов, частотный диапазон таких свистов, зафиксированных в Кельтском море, лежит в пределах 3,56 кГц до 23,51 кГц, длительностью 0,05–2,02 секунды. Параметры свиста варьировались в зависимости от поведенческого контекста, размера групп дельфинов (Ansmann et al., 2007). Полученные данные, по мнению исследователей, помогут описать структуру субпопуляции, а также сравнить акустические сигналы и их вариации в разных географических районах. Подобные акустические работы проводились исследователями в 60–80-х гг., в Южной Калифорнии, анализировались акустические сигналы в контексте поведения дельфинов, детальное внимание уделялось свистовым сигналам и их вариациям (Moore, Ridgway, 1995). Также исследования в области подводной акустической активности белобочек были проведены в Новой Зеландии, в заливе Хаураки, в северной части острова Северный, в 2008 и 2009 гг., впервые были проанализированы количественные характеристики свистов, для данной акватории (Petrella et al., 2012).

С 2014 г. нами проводятся круглогодичные этолого-акустические исследования черноморских дельфинов, одним из объектов которых являются белобочки. В данной работе мы проанализировали собранные акустические материалы, полученные в ходе наблюдения за белобочками в акваториях юго-восточного побережья Крыма.

Материалы и методы

Систематические этолого-акустические исследования белобочек были начаты нами в январе 2017 года. До того появления белобочек в окрестностях Новосветских

бухт и у мыса Меганом (юго-восточное побережье Крыма) периодически отмечалось с конца 2015 года, а с 2016 года стало достаточно регулярным; в настоящее время сбор и обработка данных продолжаются (рис. 1).

Наблюдения и акустические записи ведутся как стационарно с берега, так и с моря, с использованием моторной лодки.

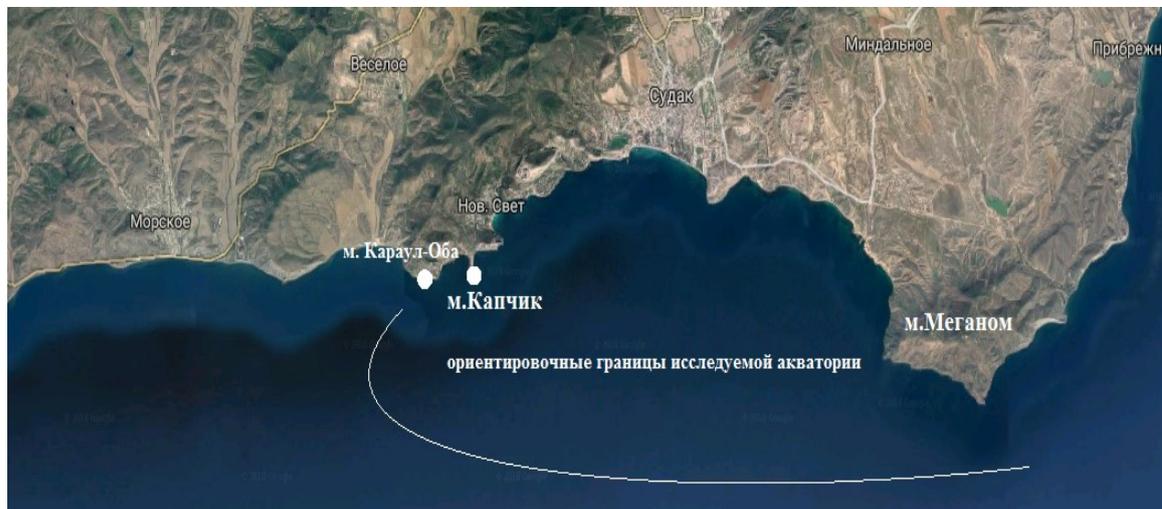


Рис. 1. Район проведения этолого-акустических исследований

Данные о перемещении дельфинов по акватории, численность и примерный возрастной состав, а также тип поведенческой активности заносились в журнал наблюдений по стандартной форме. Для проведения визуальных наблюдений использовался бинокль HORIZON 12x50, фоторегистрация осуществлялась при помощи камеры Canon D1200 с телеобъективом Sigma 150–600 мм.

Для сбора акустических данных применялись стандартные гидроакустические тракты, состоявшие из гидрофона со встроенным предварительным усилителем, кабеля и наземного усилителя-коммутатора с блоком питания и динамиком; акустические записи проводились в монофоническом (одноканальном) режиме. В качестве регистрирующего устройства применялся цифровой рекордер ZOOM H1, формат записи PCM (WAV), 16 бит, частота дискретизации 44.2 кГц (диапазон записи 0,1–22,1 кГц).

Обработка акустических сигналов осуществлялась при помощи программы Adobe Audition 1.5 при следующих установочных параметрах: размер блока быстрого преобразования Фурье 256–1024 точек, весовая функция Хемминга. Программа позволяет визуализировать обрабатываемые сигналы в спектральном или волновом виде и производить точные замеры их частотно-временных характеристик. Классификация свистов осуществлялась по спектрограммам на основании сравнения частотных контуров сигналов, при этом рассматривалась только основная (нижняя) гармоника; измерялись следующие параметры: общая длительность сигнала и длительность его элементов, начальная, конечная, минимальная и максимальная частоты основного тона.

Результаты и обсуждение

На протяжении 2017 года и первом квартале 2018 года, отмечались периодические встречи белобочек в прибрежной части исследуемых акваторий (рис. 2).

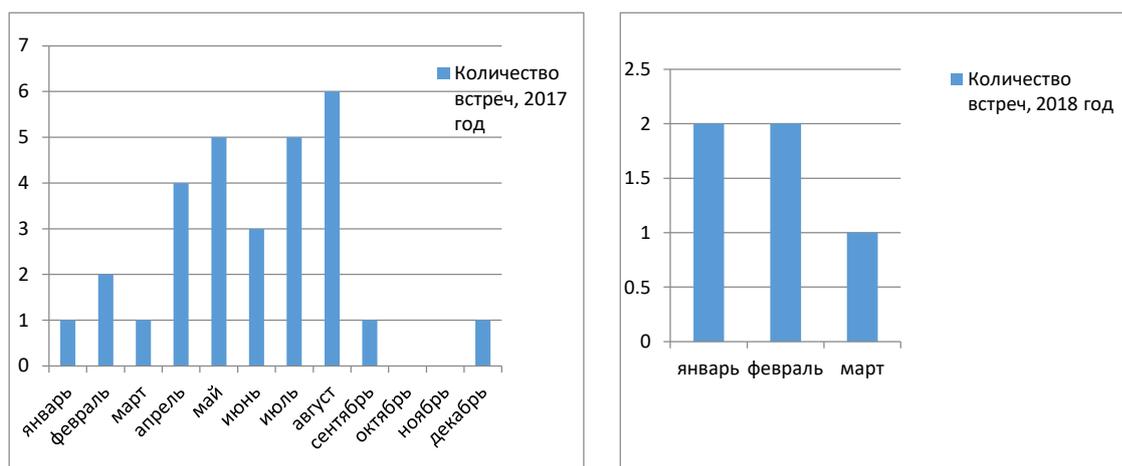


Рис. 2. Встречаемость белобочек в исследуемом районе в период проведения наблюдений

Встречи с белобочками были зафиксированы как у мыса Меганом, так и в акватории Новосветских бухт Судакского района. При этом отмечалась высокая поведенческая активность дельфинов, связанная с охотой. Количественный состав групп варьировал в пределах от 2–8 до 15–25 особей. В осенне-зимний период белобочки группами численностью 10–15 особей наблюдались в акватории Новосветских бухт (чаще всего в районе мыса Капчик), в весенне-летний – в акватории Новосветских бухт и у м. Меганом. При этом были отмечены как интеграция отдельных групп дельфинов (численностью 2–6 особей) в более крупное объединение (ориентировочно до 20–25 животных) для совместной охоты, так и разделение такого объединения на мелкие группы для индивидуальной охоты и обследования акватории. С апреля по сентябрь включительно в исследуемом районе работают рыболовецкие сейнера, за которыми обычно следуют афалины; это становится характерным также и для белобочек. Следует отметить, что конфликтные ситуации между представителями разных видов не возникают; наблюдается совместное следование за тралом сейнера как белобочек, так и афалин, а также кооперация двух видов дельфинов при охоте.

Регистрация подводной акустической активности белобочек выполнялась во всех случаях их наблюдений, всего 17 встреч белобочек в исследуемых акваториях, общий объем акустических записей составляет 19 часов. При анализе акустического материала были выделены все три категории звуковых сигналов, свойственные дельфинам.

Так, например, 25.08.2017 г. плотная группа белобочек, состоящая из самок и детенышей, численностью примерно 6–8 особей, наблюдалась в окрестностях Новосветских бухт, в районе мыса Караул-Оба. Дельфины вели активную охоту способом «котел», более часа удерживая рыбу в одном месте. При этом преобладали эхолокационные щелчки (рис. 3) и импульсно-тональные сигналы (рис. 4). Далее, при снижении поведенческой активности, расформировании плотной группы на отдельные пары и рассредоточении их по акватории, отмечалось продуцирование тональных (свистовых) сигналов (рис. 5).

14.12.2017 г. в акватории на окраине Новосветских бухт наблюдалась самка белобочки с детенышем, которые следовали в направлении м. Меганом, каких-либо специфических форм поведения при этом не отмечалось. В сделанной акустической записи были отмечены только серии импульсов (т.е. – локация) и импульсно-тональные сигналы.

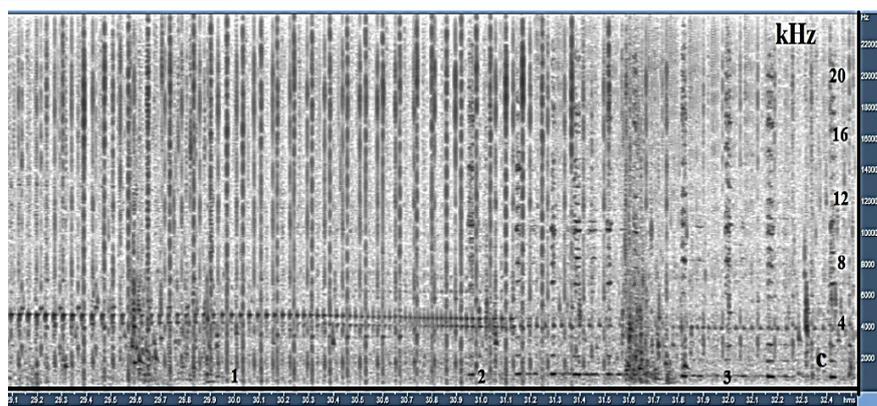


Рис. 3. Пример спектрограммы эхолокационных щелчков белобочек, зарегистрированных в акватории Новосветских бухт 24.07.2017 г.

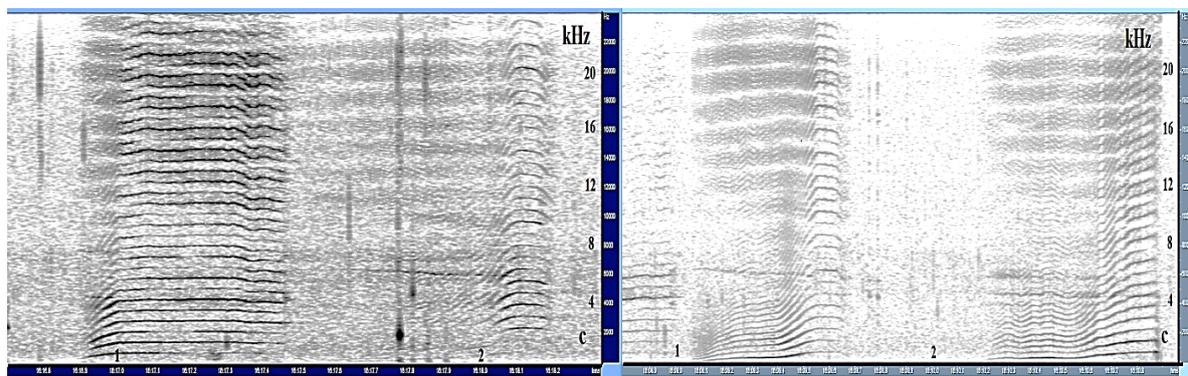


Рис. 4. Пример спектрограмм импульсно-тональных сигналов белобочек, зарегистрированных в акватории Новосветских бухт 24.07.2017 г.

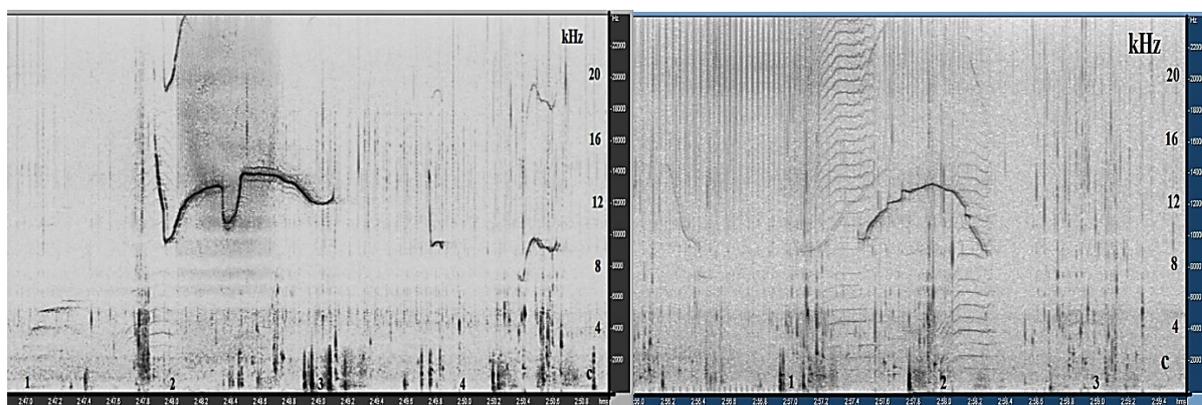


Рис. 5. Пример спектрограмм тональных (свистовых) сигналов белобочек, зарегистрированных в акватории Новосветских бухт 25.08.2017 г.

Идентификация тональных (свистовых) сигналов белобочек осуществлялась с использованием методики, аналогично применявшейся при анализе «свистов-автографов» афалин (Агафонов, Панова, Логоминова, 2016). При обработке акустических данных, выделено 250 тональных сигналов белобочек. Было обнаружено, что сходные сигналы продуцировались дельфинами в виде последовательностей; общее количество свистов, отнесенных к одному типу (вариаций), могло составлять нескольких десятков. По результатам систематизации и анализа зарегистрированных тональных сигналов каждому свисту присвоен порядковый номер (рис. 6). Всего идентифицировано 9 типов свистов, которые предположительно могут быть «автографами» каждой отдельной особи, еще 11 тональных сигналов, будет возможным

отнести к категории «свистов-автографов», при последующем увеличении объема визуально-акустических материалов, типология таких свистов может быть уточнена и расширена.

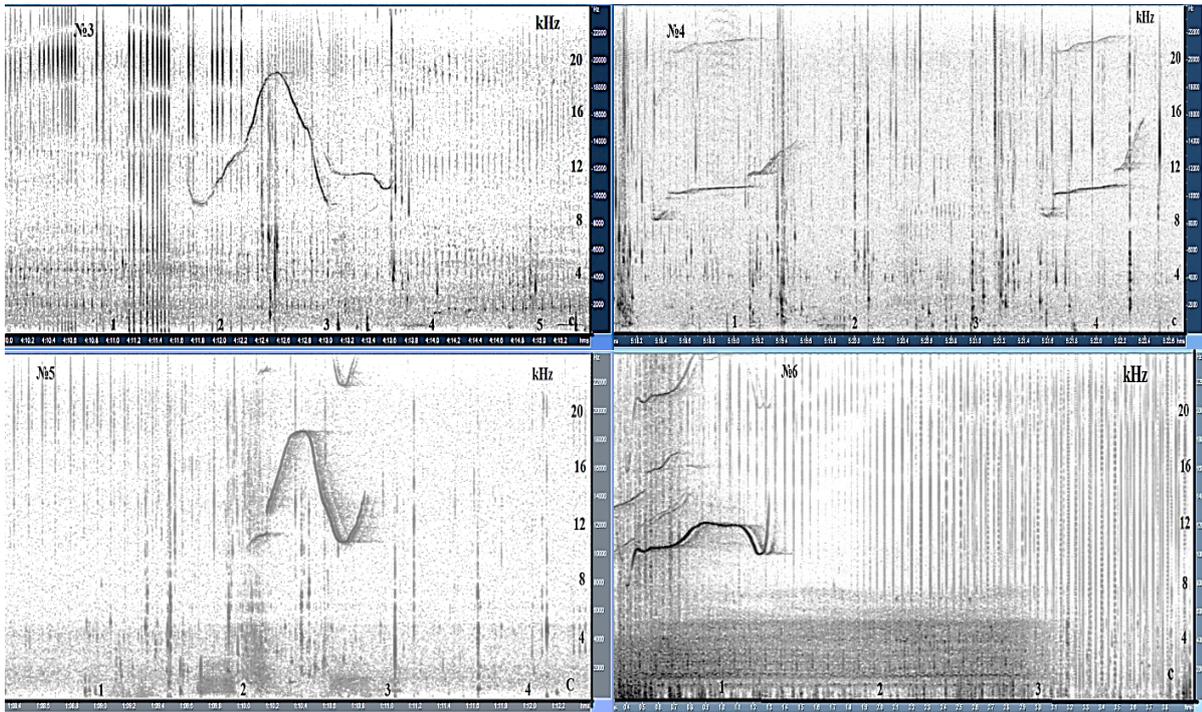


Рис. 6. Примеры спектрограмм свистовых сигналов белобочек, идентифицированных как возможные «свисты-автографы»

Традиционно белобочка считается стадным видом, для которого типично образование крупных скоплений на достаточном удалении от берега (Клейненберг, 1956). Однако анализируя результаты проведенных наблюдений, можно предположить, что в настоящее время представители вида в поисках рыбы стали осваивать прибрежную часть акваторий. Нами было отмечено, что для более продуктивной охоты и поиска новых мест концентрации рыбы, животные вынуждены разделяться на мелкие группы (включая даже особей-одиночек). Численный состав таких групп обычно состоит из двух-трех самок и двух-трех детенышей соответственно; встречаются также отдельные пары, состоящие из самки и детеныша. Иногда отдельные пары и группы белобочек могут кооперироваться для совместной охоты и отдыха, отмечен также переход отдельных пар самка-детеныш из группы в группу. Кроме того, в качестве одного из способов добычи пищи, наблюдается тенденция следования за тралями рыболовецких сейнеров – это в особенности характерно для самок с детенышами.

При сравнении акустических записей со сделанными параллельно визуальными наблюдениями, установлено, что при активной охоте и игровом поведении преобладает продуцирование импульсно-тональных сигналов и локаций, а при рассредоточении группы белобочек на подгруппы и отдельные пары – становится характерным продуцирование дельфинами свистовых сигналов. Таким образом, использование тональных (свистовых, «свистов-автографов») сигналов, еще раз подтверждает теорию их специального назначения – для обозначения особей-продуцентов и их местоположения в акватории при разделении группы, а также для поддержания единства в группах.

Выводы

В ходе обработки зарегистрированных акустических сигналов белобочек было выделено три категории акустических сигналов, свойственных также и другим видам зубатых китообразных: 1) локационные щелчки; 2) импульсно-тональные сигналы; 3) тональные или свистовые сигналы.

Анализ результатов визуально-акустических наблюдений показал зависимость продуцирования разных категорий сигналов от типа поведенческой активности. Так, во время совместных охот и отдыха, когда животные объединены в достаточно крупные группы, отмечено преобладание импульсно-тональных сигналов и серий импульсов (локации). В случаях же разделения дельфинов на более мелкие группы, было зарегистрировано преобладание свистов. Таким образом, можно предположить, что белобочки продуцируют свисты, аналогичные «свистам-автографам» афалин, т.е. выполняющие индивидуально-опознавательную функцию. Всего было идентифицировано 9 типов свистов, которые потенциально могут являться индивидуальными «автографами». Кроме того, 11 типов тональных сигналов требуют дальнейших уточнений при соответствующем увеличении объема акустического материала.

В целом проведенные исследования показали, что совокупное применение визуальных и акустических методов наблюдения могут существенно уточнить представление о численности, социальной структуре популяции и специфике поведенческой активности белобочек.

Список литературы

1. Агафонов А.В., Панова Е.М. Индивидуальный репертуар тональных (свистовых) сигналов афалин (*Tursiops truncatus*), содержащихся в дельфинарии в условиях относительной изоляции // Известия РАН Серия биологическая. – 2012. – №5. – С. 125–35.
2. Агафонов А.В., Панова Е.М., Логоминова И.В. Типология тональных сигналов афалин (*Tursiops truncatus*). М.: СММ – ИО РАН, 2016. – 143 с.
3. Белькович В.М. (ред.). Поведение и биоакустика китообразных. М.: ИОАН СССР, 1987. – 218 с.
4. Белькович В.М., Дубровский Н.А. Сенсорные основы ориентации китообразных. Л.: Наука, 1976. – 204 с.
5. Клейнбергер С.Е. Млекопитающие Черного и Азовского морей: опыт биолого-промыслового исследования. М.: Акад. наук СССР, 1956. – 288 с.
6. Логоминова И.В., Агафонов А.В. Пространственно-временная динамика локальной популяции черноморской афалины (*Tursiops truncatus ponticus* Barabash, 1940): визуальные и акустические методы описания // Океанология. – 2018. – №4 (в печати)
7. Ansmann I.C., Gould J.C., Evans P.G.H., Simmonds M., Keith S.G. Variation in the whistle characteristics of short-beaked common dolphins, *Delphinus delphis*, at two locations around the British Isles // Marine Biological Association of the United Kingdom. – 2007. – №87. – P. 19–26.
8. Caldwell M.C., Caldwell D.K. Individualized whistle contours in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) // Nature. – 1965. – V. 207. – P. 214–219.
9. Moore S. E., Ridgway S. H. Whistles produced by common dolphins from the Southern California Bight // Aquatic Mammals. – 1995. – №21.1. – P. 55–63.

10. Petrella V., Martinez E., Anderson M. G., Stockin K. A. Whistle characteristics of common dolphins (*Delphinus* sp.) in the Hauraki Gulf, New Zealand // Marine Mammal Science. – 2012. – №28 (3). – P. 479–496.

ETHOLOGICAL-ACOUSTIC RESEARCHES OF COMMON DOLPHINS (*Delphinus delphis ponticus* Barabasch-Nikiforov, 1935) IN THE WATER AREA OF THE SOUTHEAST COAST OF CRIMEA

Logominova I.V.¹, Agafonov A.V.^{1,2}, Gorbunov R.V.^{1,3}

¹*T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of the RAS, Kurortnoye, Feodosia, Russian Federation*

²*P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Moscow, Russian Federation*

³*The A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, Russian Federation*
e-mail: logominova@rambler.ru, agafonov.57@mail.ru, gorbunov@imbr-ras.ru

This paper is devoted to researches of behavior and underwater acoustic activity of Common dolphins in the water area of the southeast coast of Crimea. All three categories of sounds typical for dolphins have been marked out in processing of acoustic data. By results of systematization and analysis of tonal signals nine types which can potentially be “signature whistles” have been identified. The conducted researches have shown that the cumulative application of visual and acoustic methods of observation can significantly specify ideas of number, the social structure of population and specifics of behavior of this species.

Key words: Common dolphin; behavior; acoustic signaling; tonal signals; “signature whistles”

Поступила в редакцию 07.05.2018 г.