

УДК 599.535(265.51)

Д.И. Литовка¹, Л.Н. Хицова^{2*}¹ Чукотский филиал Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра, 689000, г. Анадырь, ул. Отке, 56;² Воронежский государственный университет,
394006, г. Воронеж, Университетская площадь, 1

**О ФАКТОРАХ ОБОСОБЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ БЕЛУХИ
DELPHINAPTERUS LEUCAS АНАДЫРСКОГО ЗАЛИВА
БЕРИНГОВА МОРЯ**

На основе четырнадцатилетних (2000–2013 гг.) исследований с использованием спутниковых датчиков слежения, мультиспектральной авиасъемки и генетического анализа, традиционного и экосистемного подходов получены новые эколого-этологические факты об анадырской популяции белухи. Обсуждаются возможные факторы становления популяции анадырской белухи (географическая изоляция, особенности современных условий обитания, обеспечение ее здесь кормовыми ресурсами, степень элиминации белухи, биологический фактор обособления популяции по результатам генетического анализа). Выявлено, что высокая степень филопатрии анадырской белухи, ее историческая преференция Анадырского лимана и Анадырского залива в качестве районов обитания объясняются оптимальными для этого вида географо-гидрологическими свойствами названного региона в Западно-Беринговоморской зоне и высокой кормностью нагульных участков. Весомым подтверждением обособления анадырской популяции белухи служат результаты генетического анализа (дифференцированное распределение гаплотипов белух в разных районах Северной Пацифики, характеризующее расселение вида в постледниковое время). Кроме того, значимым фактором служит низкий уровень антропогенной нагрузки на анадырскую белуху, а также высокая степень адаптации этого зверя к среде обитания, которая сопряжена с уникальной ультразвуковой вокализацией в условиях повышенной мутности воды в местах кормовых угодий белухи.

Ключевые слова: белуха, *Delphinapterus leucas*, географическая изоляция, условия обитания, кормовые ресурсы, генетический анализ, Анадырский лиман, Анадырский залив, Западно-Беринговоморская зона.

Litovka D.I., Khitzova L.N. On factors for separation of the stock of beluga whale *Delphinapterus leucas* in the Anadyr Gulf of the Bering Sea // Izv. TINRO. — 2014. — Vol. 179. — P. 113–119.

New eco-ethological data on the Anadyr stock of beluga whales are presented based on 14-year (2000–2013) studies by methods of satellite tracking telemetry, multi-spectral aerial surveys and genetic analysis, as well as traditional and ecosystem-based approaches. Possible factors of the separate stock formation in the Anadyr Gulf are discussed, as geographic isolation, environmental conditions, foraging resources, elimination of the beluga whales, and biological

* Литовка Денис Игоревич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: d-litovka@yandex.ru; Хицова Людмила Николаевна, доктор биологических наук, профессор, e-mail: tardigrada@rambler.ru.

Litovka Denis I., Ph.D., head of laboratory, e-mail: d-litovka@yandex.ru; Khitzova Ludmila N., D.Sc., professor, e-mail: tardigrada@rambler.ru.

isolation (on the results of genetic analysis). The beluga whales are well-adapted to oceanographic conditions and ice regime of the Arctic waters that is realized in their relationship with edge of the sea ice, ability to live in both salt and fresh waters (they enter rivers), and versatility in feeding. Their ice-associating, high sociality, and white protective coloration provide protection against killer whales and other predators and their eury-halinity allows to expand the feeding grounds both to the sea and rivers and hunt for both freshwater, anadromous and marine prey. The food spectrum of beluga whales in the Anadyr estuary is very wide and includes 12 fish species and 1 crustacean species. In the summer-autumn season, the salmonids are the most significant part of the diet, as chum salmon *Oncorhynchus keta*, pink salmon *O. gorbuscha* and arctic char *Salvelinus malma*, whereas arctic smelt *Osmerus mordax dentex*, saffron cod *Eleginus gracilis*, sculpins *Cottidae* sp., anadyr whitefish *Coregonus anaulorum*, and siberian whitefish *Coregonus sardinella* are presented in the diet to a lesser extent. There is supposed on the base of episodic net surveys, that the beluga whales feeding in marine areas is more diverse, and the most important their prey in the sea are walleye pollock *Theragra chalcogramma*, pacific cod *Gadus macrocephalus*, flounders *Pleuronectidae* sp., sculpins *Cottidae* sp., capelin *Mallotus villosus catervarius*, polar cod *Boreogadus saida*, halibuts *Pleuronectidae* sp., stingrays *Bathyraja*, herring *Clupeidae* sp., and several species of decapod crustaceans *Hyppolitidae* sp. and *Lithodidae* sp. Natural enemies of beluga whales are killer whale *Orcinus orca*, polar bear *Ursus maritimus*, and predatory form of pacific walrus *Odobenus rosmarus*. Rather large number of beluga whales are eliminated by the sea ice, up to 80 animals annually, that exceeds in several times the aboriginal landings in Chukotka. Parasitic fauna of the beluga whale is still unclear and requires special investigations; the cases of epizooty are unknown in the Anadyr Gulf. Philopatry is proper to the Anadyr beluga whales, with preference of the Anadyr estuary and the Anadyr Gulf as their habitats, that is explained by optimal for them environments and high food capacity. Unique adaptation of beluga whales to the environments of the Anadyr estuary is their ultrasonic vocalization in the high-turbidity waters. Genetic analysis shows a differentiated distribution of the beluga whales haplotypes in different areas of the North Pacific, so the stock of the Anadyr Gulf is significantly isolated in the post-glacial times. Low anthropogenic pressure on beluga whales in the Anadyr Gulf allows them to maintain their stock there.

Key words: beluga whale, *Delphinapterus leucas*, geographic isolation, environmental conditions, feeding resources, genetic analysis, Anadyr estuary, Anadyr Gulf, western Bering Sea.

Введение

Один из представителей морских млекопитающих, имеющих циркумполярный ареал, — белуха *Delphinapterus leucas*, внутривидовая дифференциация и экология которой требуют более глубокого изучения с привлечением современных инструментальных и других средств.

Основные задачи рассматриваемого исследования анадырской белухи заключались в выявлении обособленности и структуры популяции (жизненный цикл, половозрастной состав, миграции и распределение, трофический спектр); изучении динамики численности; определении места и роли белухи в экосистеме западной части Берингова моря; оценке уровня антропогенной нагрузки на анадырскую популяцию.

В литературе (Клумов, Барабаш-Никифоров, 1935; Остроумов, 1935; Барабаш-Никифоров, 1938; Томилин, 1962; Клейненберг и др., 1964; Белькович, 1995; Морские млекопитающие Голарктики, 2004*) продолжительное время обсуждался таксономический статус белухи: от рассмотрения ее в качестве монотипичного вида к выделению трех самостоятельных видов, диверсификации вида на уровне подвидов, наконец, в соответствии с консенсусом точек зрения систематиков — признание валидности вида *D. leucas* как монотипичного, представленного в настоящее время в морских экосистемах несколькими популяциями. Принцип критериального подхода к выделению того или иного ранга таксона должен быть не только достаточным, но и необходимым, так как необходимое определяется (по Н.Н. Иорданскому (2001)) внутренней спецификой «взаимодействующих явлений». Преобразования структуры вида определяются и действием естественного отбора, адекватного изменениям внешней среды, и внутренними

* Морские млекопитающие Голарктики : сб. науч. тр. по мат-лам 3-й междунар. конф. М. : КМК, 2004. 609 с.

потенциями, определяющими варианты преферентных изменений в условиях новой среды. В контексте обсуждаемой статьи представляется возможным согласиться с Н.Н. Иорданским (2001) в том, что изменения разных компонентов системы «организм–среда» для каждого вида (или, как в нашем обсуждении — популяции вида) определяются «взаимодействиями многочисленных независимых причинно-следственных рядов», а знание видовых особенностей таксона делает возможным предполагать направление эволюционных преобразований на основе его эволюционных потенций. Н.Н. Иорданский (2001) отмечает отсутствие аргументированных исследований в этом направлении, что актуализирует его в рамках современной эволюционистики. По мнению ряда исследователей (Яблоков, 2002), всесторонне и глубже рассмотреть внутривидовую структуру белухи в настоящее время поможет эколого-морфогенетический анализ как современный научный подход, сформировавшийся в рамках популяционной биологии на основе синтеза методов ряда научных дисциплин и направлений и сопоставимости классической систематики с молекулярно-генетическими данными.

Анализ опубликованных сообщений и собственных наблюдений позволил нам, опираясь на результаты генетических экспериментов, дополненных аналитическими сведениями по морфологии, признать монотипичность вида *D. leucas*, образующего в рамках ареала ряд популяций, в том числе анадырскую. Вместе с тем возникла задача выявления путей и факторов обособления этой популяции. На уровне гипотезы сформировались представления о тенденциях этого процесса, объясняющего становление анадырской популяции белухи в Анадырских лимане и заливе (Западно-Берингово-морская зона) и преференцию их как мест обитания в постледниковое время.

Материалы и методы

В ходе многолетних исследований (Литовка, 2002, 2013; Литовка и др., 2004, 2006, 2013; Мещерский и др., 2013) рассматриваемой популяции белухи были использованы такие современные методы, как спутниковые датчики слежения, мультиспектральная авиасъемка и генетический анализ. Интеграция (кумулятивность) полученных по указанным методикам сведений с таковыми традиционного и экосистемного подходов позволила получить новые эколого-этологические факты об анадырской популяции белухи, давшие основание для решения поставленной фундаментальной задачи в сопоставлении с экосистемными особенностями современного местообитания популяции.

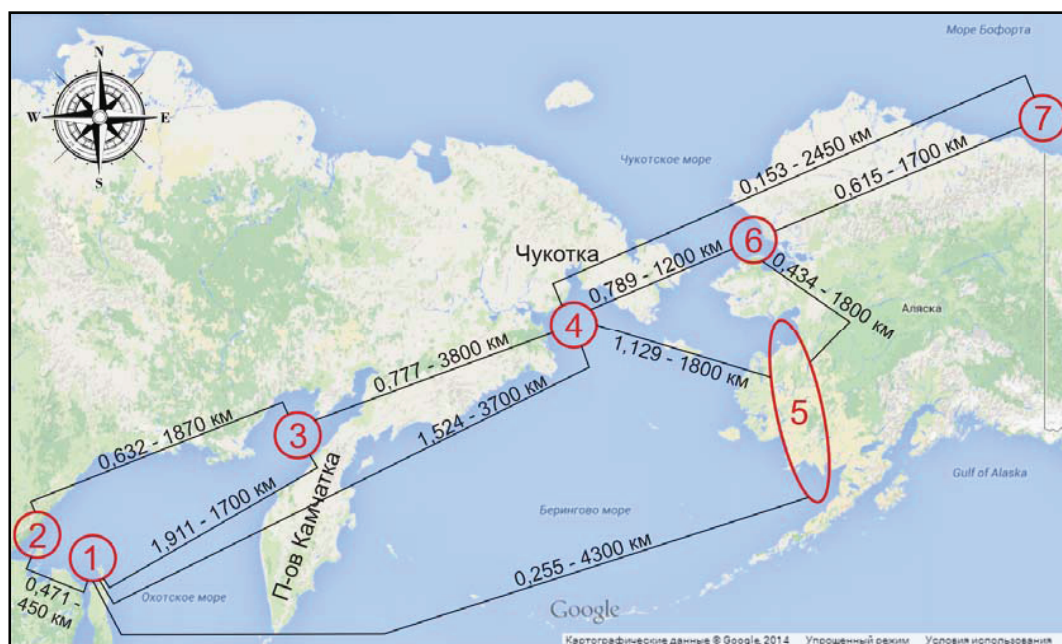
Результаты и их обсуждение

Географическая изоляция

В пользу обособленности анадырской популяции в географическом аспекте свидетельствует существование географического барьера в виде п-ова Камчатка (см. рисунок), вдоль восточного побережья которого миграции белухи за последние 30–40 лет не отмечались. Считается, что мост «Берингия» между азиатским и североамериканскими материками разъединился 10–15 тыс. лет назад (Hoffecker, Elias, 2007).

Особенности условий обитания анадырской популяции белухи

Акватория Анадырского залива и лимана с тем же названием неоднородна по глубине: наряду с глубоководными участками широко распространены мелководья с разнотипной бенталью (гравийные и галечные отложения, крупнозернистые пески, ракушечник), что обеспечивает возможность заходов белух туда, где они могут отыскивать пищу, оставаясь в безопасности от нападения хищников, и освобождаться от эктопаразитов и омертвевшей кожи во время сезонной линьки (Клейненберг и др., 1964; Richard et al., 2001). Наличие биогенных элементов в водах Анадырского залива позволяет понять отмеченное здесь наиболее высокое разнообразие биоценозов, а также наибольшую биомассу бентических организмов. А.В. Датский и П.Ю. Андронов (2007) сообщают, что за период с 1996 по 2002 г. биомасса ихтиофауны в Анадырском заливе и прилежащих водах составляла в среднем 3134,1 тыс. т. Это характеризует Западно-Берингово-морскую зону как один из самых высокопродуктивных районов Мирового



Примерное расстояние (км) и среднее значение различий между выборками гаплотипов пары контрольных регионов мтДНК (409 п.н.), отмеченных у белух Дальнего Востока России и Северной Америки (по Мещерскому и др., 2013): 1 — Сахалинский залив; 2 — Удская губа; 3 — западное побережье Камчатки; 4 — Анадырский лиман; 5 — заливы Нортон и Бристольский (объединенная выборка); 6 — восточная часть Чукотского моря; 7 — море Бофорта

Approximate distance (km) and mean difference between haplotype samples from the pairs of control regions (mDNA of 409 nucleotide sequence) for beluga whales from Russian Far East and North America (from: Мещерский и др., 2013): 1 — Sakhalin Bay; 2 — Utskaya Guba Bay; 3 — western Kamchatka coast; 4 — Anadyr Gulf; 5 — Norton Sound and Bristol Bay (joint sample); 6 — eastern Chukchi Sea; 7 — Beaufort Sea

океана, где воспроизводятся и нагуливаются большие скопления промысловых видов рыб (минтай, палтус, камбала и др.) и беспозвоночных (синий краб, крабы-стригуны опилио и бэрди и др.). Наличие пищи объясняет кормовые миграции в эти акватории из Тихого океана многих видов птиц и морских млекопитающих.

Белуха адаптирована к гидрологическим условиям и ледовому режиму арктической акватории — это реализовано в форме ее пагофильности (тесная связь с ледовым покровом), эвригалинности (возможность обитания в соленых и опресненных водах, что делает возможным заход ее в реки) и универсальности в выборе объектов питания (Клейненберг и др., 1964). Пагофильность наряду с высокой социальностью и белым покровительственным окрасом тела служат защитой от косатки и других хищников, а эвригалинность позволяет расширять территорию поиска как пресноводных, так и анадромных и морских гидробионтов, служащих ей пищей.

Биологический фактор обособления анадырской популяции белухи (результаты генетического анализа)

Уточнение статуса анадырской популяции было осуществлено путем проведения молекулярно-биологических исследований белух тихоокеанского сектора Арктики (Мещерский и др., 2008). Оказалось, что значения генетических дистанций для выборок белух из западных и восточных частей северной Пацифики различаются и являются статистически высоко достоверными. Однако степень этих различий неодинакова: наименьшее значение парных различий установлено для группы белух из Анадырского лимана и моря Бофорта, т.е. акваторий, разделенных расстоянием примерно в 2500 км (см. рисунок). Низкий уровень различий характеризуется преобладанием в обоих районах гаплотипа hr9 и близких к нему вариантов. Отличия же анадырской популяции, обита-

ющей в западной части Берингова моря, от популяций более близких районов — акваторий в восточных частях Берингова и Чукотского морей — оказались более высокими (Борисова и др., 2012). Дистанция между материнскими линиями белух Сахалинского залива и западного побережья Камчатки более чем вдвое превышает аналогичный показатель для западного побережья Камчатки в Охотском и Анадырского лимана в Беринговом морях (доминирование в них гаплотипа K357). Приведенные показатели могут свидетельствовать о выраженной и устойчивой филопатрии белух (Языкова и др., 2012).

Анализ частот встречаемости девяти локусов ядерной ДНК методом кластеризации в модели «Admixture-Locprig» подтверждает, что анадырские и охотоморские белухи принадлежат к разным популяциям (Языкова и др., 2012). Характеристики набора материнских линий в каждой из исследованных популяций белух с высокой степенью достоверности отличаются как друг от друга, так и от характеристик набора этих линий популяций белух в североамериканских водах.

Обеспечение кормовыми ресурсами анадырской популяции

Выявление спектра питания анадырской белухи в местах обитания свидетельствует о том, что кормовые ресурсы здесь имеют достаточно широкий качественный диапазон (Литовка и др., 2013). Индекс плотности объектов питания показал, что в фауне гидробионтов внутренней акватории Анадырского лимана все обнаруженные 12 видов рыб и один вид ракообразных могут быть использованы белухой в качестве источника пищи. В летне-осенний период значительную часть рациона белухи составляют представители семейства лососевых Salmonidae (кета *Oncorhynchus keta*, горбуша *O. gorbuscha* и мальма *Salvelinus malma*), в меньшей степени азиатская зубастая корюшка *Osmerus mordax dentex*, навага *Eleginus gracilis*, бычки сем. Cottidae, сиги рода Coregonus и сибирская ряпушка *Coregonus sardinella*. Есть основание полагать, опираясь на результаты контрольных сетных обловов, что в нагульных районах пищевые ресурсы более разнообразны. К числу наиболее важных объектов питания здесь из рыб могут быть отнесены минтай *Theragra chalcogramma*, тихоокеанская треска *Gadus macrocephalus*, камбалы сем. Pleuronectidae, бычки сем. Cottidae, тихоокеанская мойва *Mallotus villosus catervarius*, сайка *Boreogadus saida*, палтусы сем. Pleuronectidae (преимущественно белокорый *Hippoglossus stenolepis*), скаты сем. Rajidae, сельдь *Clupea pallasii*, а из беспозвоночных — несколько видов десятиногих ракообразных Decapoda.

Факторы элиминации анадырской популяции белухи

Естественными врагами белухи являются косатка *Orcinus orca*, белый медведь *Ursus maritimus marinus* и хищная форма тихоокеанского моржа *Odobenus rosmarus divergens* (по-чукотски — «кеглючин») (Клейненберг и др., 1964). Из них самой опасной считается косатка, но случаев нападения ее на белух в последнее десятилетие на Чукотке не отмечалось. Некоторый урон численности белух может нанести белый медведь, добывая отдельные экземпляры в районе полыней и ледовых ловушек, куда попадают белухи. Касаясь этого фактора, отметим, что он наносит популяции белухи наибольший урон. За последние 30 лет известно три случая попадания белух в ледовый «плен» у берегов Чукотки. Они зарегистрированы в районе Сенявинского архипелага, где погибло около 2000 особей в 1986 г. (Мымрин, 2006), 200 — в 2001 г. и около сотни особей в 2012 г. (Загребин, 2012). Среднегодовое элиминирование за счет ледового фактора составляет около 80 зверей, что превышает объем их аборигенного промысла по всей Чукотке в несколько раз (Литовка, 2013).

Незначительны сведения, касающиеся паразитарных заболеваний (или установленных фактов заражения паразитическими организмами): в пределах ареала у белухи зарегистрировано 13 видов гельминтов — три вида трематод, 8 видов нематод и по одному виду цестод и скребней (Клейненберг и др., 1964), но сведениями о гибели белух от паразитарных заболеваний в местах проведенного исследования мы не располагаем. Паразитофауна анадырской белухи остается неизученной и требует проведения специального исследования. Не выявлены в Анадырском заливе и случаи эпизоотий белух.

Заключение

Высокая степень филопатрии анадырской белухи, ее историческая преференция Анадырского лимана и Анадырского залива в качестве районов обитания объясняются оптимальными для этого вида географо-гидрологическими свойствами названного региона в Западно-Беринговоморской зоне и высокой кормностью нагульных участков. Весомым подтверждением обособления анадырской популяции белухи служат результаты генетического анализа (дифференцированное распределение гаплотипов белух в разных районах Северной Пацифики, характеризующее расселение вида в постледниковое время). Значимыми факторами являются также низкий уровень антропогенной нагрузки на анадырскую белуху и высокая степень адаптации этого вида к среде обитания, которая сопряжена и с таким его уникальным свойством, как ультразвуковая вокализация, весьма существенным в условиях повышенной мутности воды в местах кормовых угодий белухи.

Список литературы

- Барабаш-Никифоров И.И.** Материалы к методике систематических исследований мелких китообразных // Зоол. журн. — 1938. — Т. 6, № 5. — С. 1091–1104.
- Белькович В.М.** Исследование структуры популяции белух Белого моря // Тез. докл. Междунар. конф. по изучению и охране мор. млекопитающих. — М., 1995. — С. 10–11.
- Борисова Е.А., Мещерский И.Г., Шпак О.В. и др.** Оценка влияния географической изоляции на степень генетической обособленности в популяциях белухи (*Delphinapterus leucas*) российского Дальнего Востока // Морские млекопитающие Голарктики : сб. науч. тр. по мат-лам 7-й междунар. конф. — М. : КМК, 2012. — С. 104–109.
- Датский А.В., Андронов П.Ю.** Ихтиоцен верхнего шельфа северо-западной части Берингова моря : монография. — Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2007. — 261 с.
- Загребин И.А.** Белухи (*Delphinapterus leucas* Pallas) в проливе Сенявина: вновь в ледовом плену // Морские млекопитающие Голарктики : сб. науч. тр. по мат-лам 7-й междунар. конф. — М. : КМК, 2012. — С. 254–257.
- Иорданский Н.Н.** Эволюция жизни : учеб. пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. — М. : Академия, 2001. — 426 с.
- Клейненберг С.Е., Яблоков А.В., Белькович В.М., Тарасевич М.Н.** Белуха (опыт монографического исследования вида) : монография. — М. : Наука, 1964. — 455 с.
- Клумов С.К., Барабаш-Никифоров И.И.** Тихоокеанская форма белухи // Рыб. хоз-во СССР. — 1935. — № 11. — С. 24.
- Литовка Д.И.** Распределение белухи *Delphinapterus leucas* в бассейне Анадырского лимана в 2000 году // Биол. моря. — 2002. — Т. 28, № 4. — С. 291–293.
- Литовка Д.И.** Экология анадырской популяции белухи *Delphinapterus leucas* (Pallas, 1778) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Воронеж : ВГУ, 2013. — 24 с.
- Литовка Д.И., Андронов П.Ю., Батанов Р.Л.** Оценка сезонного распределения белухи *Delphinapterus leucas* и объектов ее питания в прибрежных водах северо-западной части Берингова моря // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана : сб. науч. тр. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2013. — Вып. 28. — С. 50–71.
- Литовка Д.И., Хоббс Р.С., Лаудре К.Л. и др.** Изучение погружений белухи (*Delphinapterus leucas*) в Анадырско-Наваринском районе Берингова моря с использованием спутниковой телеметрии // Морские млекопитающие Голарктики : сб. науч. тр. по мат-лам 3-й междунар. конф. — М. : КМК, 2004. — С. 327–331.
- Литовка Д.И., Черноок В.И., Кочнев А.А. и др.** Распределение белухи (*Delphinapterus leucas*) и гренландского кита (*Balaena mysticetus*) в северо-западной части Берингова моря по данным авиаучета в апреле 2005 и 2006 гг. // Морские млекопитающие Голарктики : сб. науч. тр. по мат-лам 4-й междунар. конф. — СПб., 2006. — С. 323–327.
- Мещерский И.Г., Холодова М.В., Звычайная Е.Ю.** Молекулярно-генетическая характеристика белухи *Delphinapterus leucas* (Cetacea, Monodontidae), летующей в южной части Охотского моря, в сравнении с североамериканскими популяциями // Генетика. — 2008. — Т. 44, № 9. — С. 1268–1274.
- Мещерский И.Г., Шпак О.В., Литовка Д.И. и др.** Генетический анализ белухи (*Delphinapterus leucas*: Cetacea, Monodontidae) из летних скоплений на Дальнем Востоке России // Биол. моря. — 2013. — Т. 39, № 2. — С. 126–135.

Мымрин Н.И. Белухи (*Delphinapterus leucas* P.) в ледовом плену. Как это было. Берингов пролив. Чукотка // Морские млекопитающие Голарктики : сб. науч. тр. по мат-лам 4-й междунар. конф. — М. : КМК, 2006. — С. 377–380.

Остроумов Н.А. К систематике и размещению белухи европейского Севера и Карского моря // За рыбную индустрию Севера. — 1935. — № 11. — С. 28–35.

Томилин А.Г. Китообразные фауны морей СССР : монография. — М. : АН СССР, 1962. — 212 с. (Определители по фауне СССР, изд. ЗИН АН СССР; вып. 79.)

Яблоков А.В. Что известно и что неизвестно о морских млекопитающих // Морские млекопитающие Голарктики : тез. докл. 2-й междунар. конф. — М. : КМК, 2002. — С. 291–292.

Языкова М.Г., Мещерский И.Г., Шпак О.В. и др. Молекулярно-генетический анализ сахалино-амурского и шантарского летних скоплений белухи (*Delphinapterus leucas*) в Охотском море // Морские млекопитающие Голарктики : сб. науч. тр. по мат-лам 7-й междунар. конф. — М. : КМК, 2012. — С. 761–767.

Hoffecker J.F., Elias S.A. Human Ecology of Beringia. — N.Y. : Columbia Univ. Press, 2007. — 290 p.

Richard P.R., Martin A.R., Orr J.R. Summer and autumn movements of belugas of the eastern Beaufort Sea stock // Arctic. — 2001. — Vol. 54. — P. 223–236.

Поступила в редакцию 21.08.14 г.