

Андреанов В.В.<sup>1</sup>, Лебедев А.А.<sup>1</sup>, Неверова Н.В.<sup>1</sup>, Лисицына Т.Ю.<sup>2</sup>

## 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.<sup>1</sup>, Lebedev A.A.<sup>1</sup>, Neverova N.V.<sup>1</sup>, Lisitsyna T.Yu.<sup>2</sup>

## 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 (Андреанов и др., 2005). Результатом разлива нефтепродуктов (НП) стало загрязнение юго-восточной части Онежского залива, причем практически всей акватории обитания южного ЛС (Андреанов 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 (Андреанов 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 8x30M и YUKON 30x50, а также подзорной трубы (30x50). 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 (Клейнберг, 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  $\frac{1}{4}$  полусуточного цикла для определения в них содержания углеводородов. А летом 2017 г. было взято 7 проб воды на  $\frac{1}{4}$  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 спектроскопии – 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 8x30M and YUKON 30x50, and also a spotting scope (30x50). 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  $\frac{1}{4}$  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  $\frac{1}{4}$  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 отолигов 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 Glubokiyy, if found during low tides. To study the condition of the coastal fish populations, fish were caught off Cape Glubokiyy 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 inhabiting 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 Glubokiyy (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 Glubokiyy 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 Glubokiyy 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 Glubokiyy 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

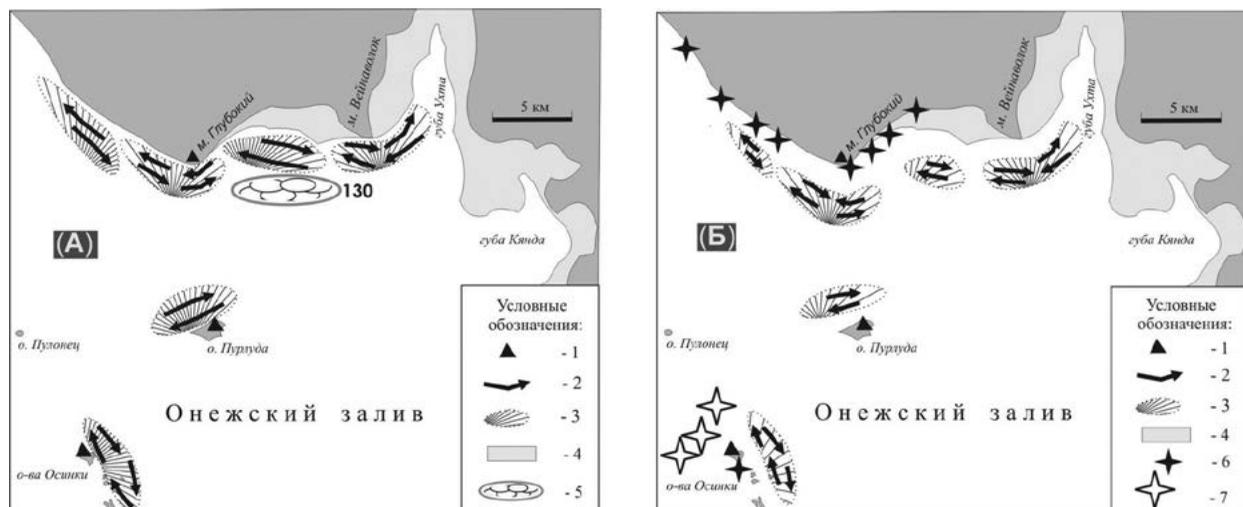


Рис. 1. Распределение белухи в юго-восточной части Онежского залива: **А** – в 2003-2005 гг., **Б** – в 2006-2013 гг. 1 – наблюдательный пункт; 2 – основные направления кочевков белух; 3 – участки локального обитания белух; 4 – литораль; 5 – скопление 130 особей белух 21.07. 2005 г.; 6 – места обнаружения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

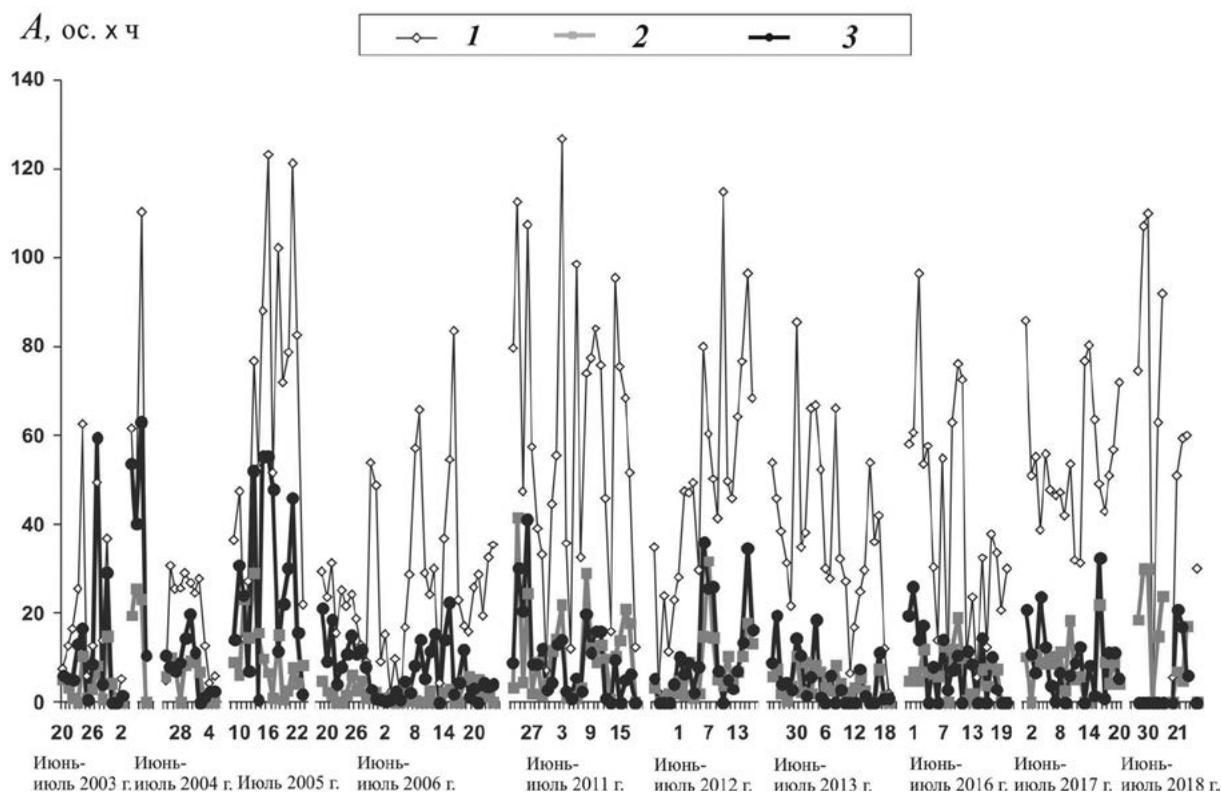


Рис. 2. Изменение суточной посещаемости (A, oc. × ч) белухами разных возрастных категорий акватории у м. Глубокий в период летних сезонов 2003–2018 гг. 1 – взрослые, 2 – неполовозрелые, 3 – сеголетки.  
Fig. 2. Variations in daily attendance (A, inds. × hour) of the water area off Cape Glubokiyy by white whales of different age categories in the summer seasons of 2003–2018. (1) adults, (2) subadults, (3) calves.

Key:

A, oc. × 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 приливо-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 циклическое

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 Glubokiyy, Onega Bay, in July 2017.

приливо-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 cleaned 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>

Клейнберг 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-спектроскопии: 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.: КМК: 279–282].

Щекатурина Т.А. 1992. Углеводы автохтонного и аллохтонного происхождения и их преобразование в морских организмах: Автореф. 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