

СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОНЕЖСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ ПОСЛЕ АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА МАЗУТА (01.09.2003 Г.)

Андрианов В.В.¹, Неверова Н.В.¹, Лебедев А.А.¹, Климов С.И.¹, Воробьева Т.Я.¹

¹ФИЦКИА РАН «Институт экологических проблем Севера», Архангельск, e-mail: vvandrianov@yandex.ru

Представлены результаты исследований экологического состояния юго-восточной части Онежского залива, проведенных в 2016, 2017 гг. Показано, что со времени разлива в 2003 г. в акватории залива нефтепродуктов содержание углеводородов (УВ) в воде снизилось почти до нормы. Однако продолжается выброс в литоральную зону мазутно-песчаных агрегатов (МПА), что говорит о существовании локального вторичного загрязнения вод остающимися на дне в отдельных частях акватории отложениями мазута. Исследования состояния отдельных звеньев трофической цепи: бентоса, популяций рыб и морских млекопитающих, показали, что происходит постепенное их улучшение. Содержание УВ в тканях бентосных организмов в сравнении с уровнем 2011–2013 гг. снизилось. Возрастной ряд популяций камбалы по сравнению с теми же годами существенно расширился, но до сих пор в них преобладает молодь. В популяции белух наблюдается восстановление некоторых элементов адаптивного поведения, наблюдавшегося у них в 2003–2006 гг. и практически пропавшего в 2011–2013 гг. Однако продолжающаяся ежегодная гибель белух, начавшаяся с 2009 г., не позволяет говорить о существенном улучшении состояния популяции.

Ключевые слова: Онежский залив Белого моря, долговременные последствия нефтяного загрязнения, состояние популяций, бентоса, рыб и белух.

MODERN ECOLOGICAL STATE OF THE SOUTHEAST PART OF THE ONEGA BAY OF THE WHITE SEA AFTER THE EMERGENCY OVERFLOW OF BLACK OIL (01.09.2003)

Andrianov V.V.¹, Neverova N.V.¹, Lebedev A.A.¹, Klimov S.I.¹, Vorobieva T.Ya.¹

¹Institute of ecological problems of the Federal Center for Integrated Arctic Research RAS, Arkhangelsk, e-mail: vvandrianov@yandex.ru

Results of researches of an ecological state of the southeast part of the Onega Bay, made in 2016, 2017 are presented. It is shown that since overflow in 2003 in water area of the oil products the maintenance of hydrocarbons (HC) in water has dropped almost to norm. Exhaust in the neritic region of black oil-sandy aggregates (BOSA) that speaks about existence of the local secondary contamination of waters remaining at the bottom in separate parts of water area black oil depositions however proceeds. Researches of a state of separate parts of a trophic chain - bottom organisms, populations of fishes and sea mammals have shown that there is a gradual enriching of their state. Maintenance HC in fabrics bottom organisms in comparison with level 2011-2013 has dropped. An age series of populations flounders in comparison with the same years has essentially extended, but till now in them prevails the young. In population of white whales restoration of some elements of the adaptable behaviour which was observed at them in 2003-2006 and almost gone in 2011-2013 However proceeding annual destruction of white whales is observed, begun with 2009 does not allow to speak about substantial improvement of a state of the population.

Keywords: the Onega Bay of the White Sea, long-term consequences of oil pollution, a state of populations of bottom organisms, fishes and white whales.

Во время шторма 1 сентября 2003 г. в южной части Онежского залива Белого моря в результате аварийной швартовки двух танкеров произошел разлив 54 тонн мазута марки М-100. Разлив привел к загрязнению прибрежных островных и материковых акваторий в юго-восточной части залива, особенно в районе о-вов архипелага Осинки и о. Пурлуда, а также в районе сел Лямцы и Пурнема протяженностью более 40 км. С помощью очистных мероприятий удалось собрать всего лишь 9 т мазута [5]. Песчаное дно с желобами и

неровностями, а также мелководный характер загрязненных акваторий стали препятствием к их самоочищению. Осевший на дне мазут вызвал вторичное загрязнение вод района, в результате даже спустя 2 года после аварии на значительной части акватории Онежского залива содержание УВ в придонном слое воды превышало ПДК (ПДК = 0,05 мг/ дм³) в 10 и более раз [2]. На литорали нами было собрано большое количество мазутно-песчаных агрегатов. Другой особенностью разлива нефтепродуктов (НП) в Онежском заливе стало то, что район загрязнения практически совпал с районом обитания здесь в летнее время локального репродуктивного стада белухи (*Delphinapterus leucas* Pallas, 1776) с центральным участком обитания в районе м. Глубокий [1]. Загрязнение негативно сказалось на состоянии стада белух, у которого произошло изменение пространственной структуры распределения в районе обитания, а с 2009 г. стала наблюдаться регулярная гибель белых китов, достигшая к 2011 г. 6 особей. Негативно сказалось загрязнение и на состоянии популяций прибрежных рыб (камбалы), в уловах которой в 2011–2013 гг. преобладали особи 2–4 лет, а генерации времени разлива и нескольких последующих лет почти полностью отсутствовали. По результатам исследований, проведенных в 2011–2013 гг., было выявлено, что в тканях бентосных организмов содержание УВ в разы, а то и в десятки раз превышало норму. В целом последствия разлива в юго-восточной части Онежского залива приняли долговременный характер [2].

В летние сезоны 2016 и 2017 гг. в юго-восточной части Онежского залива Белого моря были продолжены работы по изучению последствий нефтяного загрязнения (2003 г.). Выполненная работа позволяет дать оценку ходу изменения экологического состояния прибрежной акватории в районе м. Глубокий и сопредельных акваторий.

Цель исследования

Целью данной работы является оценка изменений, произошедших за последние годы в прибрежной экосистеме юго-восточной части Онежского залива Белого моря, подвергшейся нефтяному загрязнению.

Материал и методы

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 полусуточных станциях с интервалом 1 час из поверхностного горизонта. Определение содержания УВ в пробах воды проводилось в лабораторных условиях, стандартным флуориметрическим методом по ПНДФ 16.1:2.21-98. Общие нефтепродукты в тканях моллюсков определялись согласно НДИ 05.17-2009 [4]. Мазутно-песчаные агрегаты собирались в районе м. Глубокий на осушке после выброса их

штормами.

Для получения оценки состояния локального стада белухи в летние сезоны 2016, 2017 гг. проводились стационарные наблюдения в районе м. Глубокий. Прослеживалась динамика подходов белух в районе м. Глубокий. Выявлялся состав и численность обитающих в районе группировок белух. Кроме того были собраны опросные данные о фактах гибели белух в юго-западной части Онежского залива за 2013–2017 гг.

Для изучения состояния прибрежных популяций рыб в прибрежной зоне у м. Глубокий в 2016 г. произведен отлов 97 особей речной камбалы и 64 особей полярной камбалы, а в 2017 г. – 150 особей речной камбалы и 37 особей полярной камбалы. По отобраным отолитам в лабораторных условиях определялся возраст пойманных рыб.

Отбор проб тканей животных для определения содержания УВ производился после отлова и сбора животных с последующей заморозкой тканей или доставкой животных в лабораторию в живом виде и определением содержания УВ в тканях согласно НДИ 05.17-2009.

Результаты и обсуждение

Оценка уровня загрязнения акватории в районе м. Глубокий

Лабораторные исследования проб воды, собранных в 2016 г. в районе м. Глубокий, показали, что произошло почти полное очищение вод от нефтяных углеводородов. Примерно такую же картину отражает диаграмма, представляющая содержание УВ в воде на полусуточных станциях в июле 2017 г. в этом районе (рис. 1). Из диаграммы видно, что значения загрязнения вод у м. Глубокий лишь в отдельных точках отбора незначительно превышали ПДК по содержанию УВ, тогда как еще в 2011 г. содержание УВ в воде на большей части акватории превышало ПДК в 3–5 раз [2].



Рис. 1. Содержание УВ в воде на полусуточных станциях в июле 2017 г.

(мыс Глубокий, Онежский залив, Белое море)

Однако на литорали во время отлива нами было собрано за 2 последних летних сезона более 35 кг мазутно-песчаных агрегатов разных размеров и консистенции. МПА приносятся на участок у м. Глубокий из других районов [2], где еще остаются отложения мазута и где локально, по-видимому, еще наблюдается загрязнение воды нефтяными УВ.

Изменения состояния стада белух, наблюдаемые в 2016, 2017 гг.

Белуху, как верхнее звено трофической цепи, и в силу локальности обитания ее репродуктивных стад [3], мы рассматриваем в качестве вида-индикатора экологического состояния прибрежных морских экосистем. Стационарные наблюдения, проведенные в районе м. Глубокий в летние сезоны двух последних лет, показали, что в целом ухудшившееся состояние локального стада, обитающего в районе м. Глубокий, остается на уровне 2013 года, но наметились некоторые положительные перемены в поведении белух. Так, если посещаемость белухами акватории наблюдений остается на самом низком уровне (ниже только в 2004 г., сразу после загрязнения) (рис. 2), то характер этой посещаемости в сравнении с периодом 2011–2013 гг. изменился в положительную сторону.

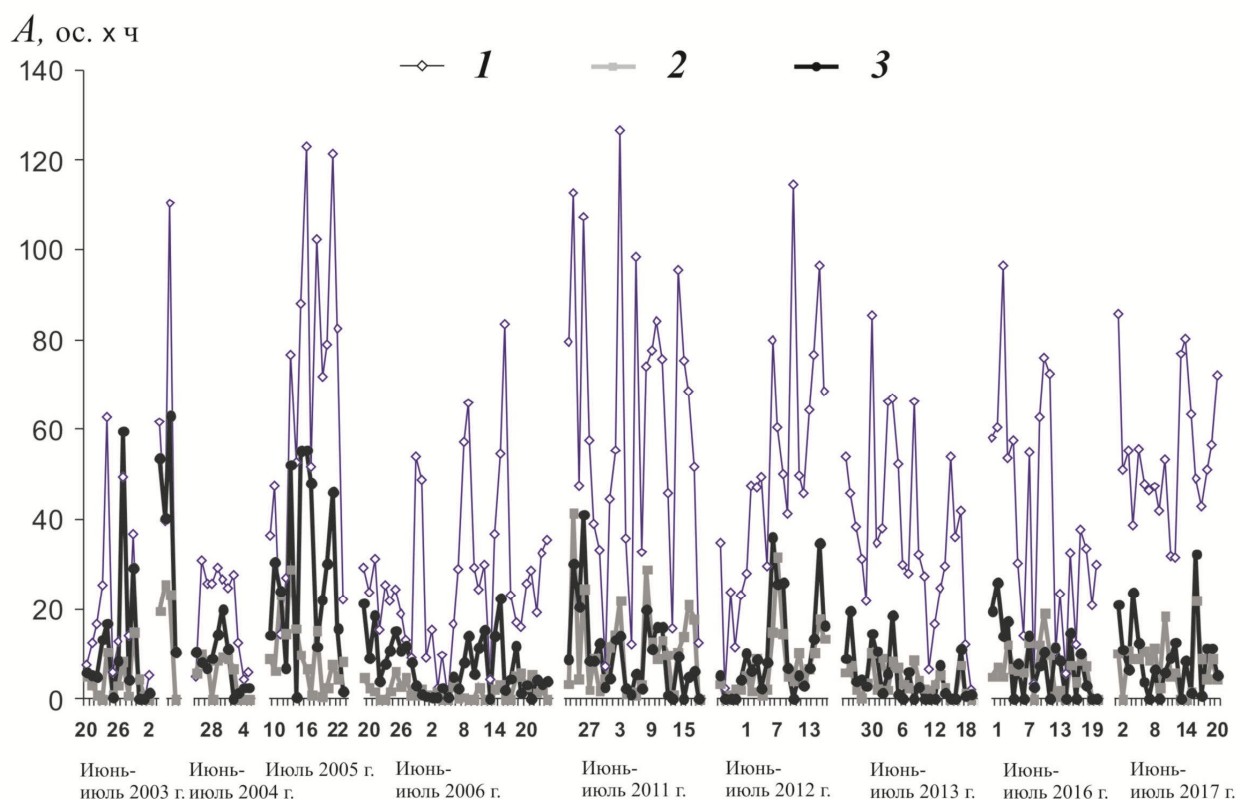


Рис. 2. Изменение суточной посещаемости (А, ос. × ч) белухами разных возрастных категорий акватории у м. Глубокий в 2003–2017 гг.: 1 – взрослые, 2 – неполовозрелые, 3 – сеголетки

Белухи стали подходить ближе к берегу, что уже само свидетельствует об определенном очищении прибрежной акватории от нефтепродуктов. Кроме того, белухи

вновь стали использовать цикличное приливно-отливное течение для поддержания локальности местообитания – по большей части лежа на воде и пассивно передвигаясь вдоль берега в обе стороны. Такое поведение можно оценить как восстановившуюся часть адаптивного поведенческого комплекса, наблюдавшегося у белух в этом районе в период 2003–2006 гг. и полностью пропавшего к периоду 2011–2013 гг. Но есть и негативные для популяции изменения в поведении белух: летом 2017 г. белухи стали оставлять своих детенышей на попечение 1–2 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, связанным, вероятно, с загрязнением. О снижении рыбных запасов в районе после загрязнения неоднократно сообщали местные рыбаки. Наши данные, приведенные ниже по камбале, также говорят о том, что популяции рыбы только начинают восстанавливаться после периода сильного загрязнения.

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. почти до середины июля погибших белух не наблюдалось, однако в середине июля нам привезли погибшего детеныша белухи. Детеныш был найден местным жителем Н. Ипатовым на берегу в районе с. Пурнема, где осушка достигает более километра. Вероятно, детеныш был оставлен взрослыми животными и в одиночку не смог вовремя покинуть мелководный район. Оставление детенышей одних наблюдалось и в 2016 г., но тогда оно не было так выражено. По-видимому, гибель белушонка и в этом случае, хотя и косвенно, но связана с загрязнением. Взятый у погибшего детеныша материал находится в стадии обработки.

Оценка состояния прибрежных популяций камбалы

Несколько более позитивная картина наблюдается с изменением состава популяций камбалы, о чем можно судить по возрастному составу выловленной камбалы. Так, если в 2012, 2013 гг. их состав состоял в основном из 3 генераций возрастом 2–4 года [2], то в 2016, 2017 гг. этот состав расширился до 5–7 генераций, причем для обоих исследованных видов (рис. 3). Возраст речной камбалы составил 3–8 лет, а полярной камбалы – 3–9 лет, при этом в популяции речной камбалы все-таки преобладала молодежь (рис. 3). Тем не менее в совокупности полученные показатели свидетельствуют о постепенном улучшении состояния обеих популяций камбалы, обитающей в районе мыса Глубокий.

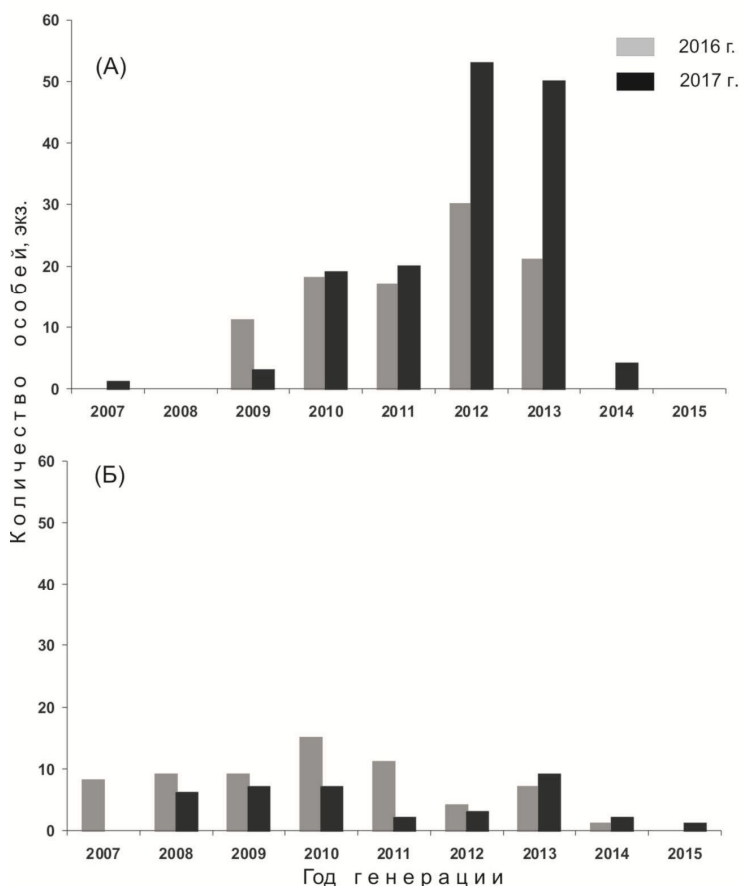


Рис. 3. Возрастной состав речной (А) и полярной (Б) камбалы в уловах 2016 и 2017 гг. в районе мыса Глубокий (Онежский залив, Белое море)

Оценка состояния популяций бентосных организмов по уровню содержания нефтяных углеводородов (НУ) в тканях животных

Для исследования накопления массовой доли НУ в доминирующих видах гидробионтов литорали в районе м. Глубокий были отобраны представители наиболее часто встречающихся классов гидробионтов: двустворчатые моллюски, брюхоногие моллюски и полихеты. Объектами исследования послужили двустворчатые моллюски рода *Mytilus st*, брюхоногие моллюски рода *Littorinidae st* и многощетинковые черви семейства *Arenicolidae* вида *Arenicola marina* (пескожил). Полученные результаты представлены в таблице.

Содержание массовой доли нефтяных углеводородов в тканях гидробионтов

Организм	Содержание НУ мг/кг вл. м.
Mytilidae	0,848
Littorinidae	0,368
Arenicolidae	0,198

Согласно литературным данным [6], общее содержание УВ в моллюсках из

незагрязненных морских районов может составлять 1–3 мг/кг вл.м., как видно из таблицы, содержание массовой доли нефтепродуктов в тканях исследованных нами гидробионтов ниже. Поскольку, по сравнению с полученными нами в 2012–2013 гг. данными [2], уровни НУ в аналогичных видах гидробионтов значительно снизились, мы можем подтвердить вывод об очищении вод в районе отбора проб от загрязняющих углеводородов. Надо полагать, выброс отдельных МПА не приводит к существенному загрязнению вод в месте их выброса на берег. Эти результаты также свидетельствуют о том, что экосистема юго-восточной прибрежной части Онежского залива постепенно очищается от загрязнения.

Заключение

За прошедшие 13–14 лет после разлива нефтепродуктов прибрежная акватория юго-восточной части Онежского залива существенно очистилась от нефтяных УВ, уровень концентрации которых в водах у м. Глубокий лишь в отдельных точках отбора проб незначительно превышал ПДК. Это не замедлило проявиться в поведении белух: они стали ближе подходить к берегу на мелководье и использовать прибрежную часть акватории для циклических кочевок с приливо-отливными течениями. Однако белухи все еще продолжают гибнуть – число погибших белух в период 2009–2017 гг. достигло 12 особей. Значит произошедших перемен с загрязнением недостаточно для стабилизации состояния локального стада белухи и всей экосистемы в целом, для этого должны произойти еще какие-то перемены в экосистеме, такие как восстановление кормовой базы белух и т.д. Наши данные по исследованию возрастного состава камбалы в уловах свидетельствуют о том, что постепенное восстановление кормовой базы белух происходит. Так, если в 2012, 2013 гг. состав пойманных камбал состоял в основном из 3 генераций возрастом 2–4 года [2], то в 2016, 2017 гг. этот состав расширился до 5–7 генераций. Хотя в популяции речной камбалы (а именно этот вид доминирует в исследуемом районе) по-прежнему преобладает молодежь (рис. 3). Снижение концентрации УВ в тканях бентосных организмов до нормы – также признак восстановления кормовой базы белух, поскольку, как известно, белуха питается не только рыбой, но и беспозвоночными. Употребление более чистых с экологической точки зрения объектов питания должно способствовать снижению смертности белух.

Таким образом, по результатам исследований, проведенных в юго-восточной части Онежского залива Белого моря в 2016, 2017 гг., можно отметить, что после нефтяного загрязнения 2003 г. экологическая ситуация здесь продолжает меняться, выходя, возможно, на новый уровень равновесия. До влияния последствий загрязнения на локальное стадо белух, обитающих в юго-восточной части Онежского залива (до начала гибели животных), численность его составляла 130–150 особей [1]. Но экологическая емкость района для верхнего трофического звена может измениться и стабилизироваться на новом уровне,

поэтому неизвестно какая будет теперь численность стада, главное, должна прекратиться гибель белух, и экосистема должна прийти в равновесное состояние. Для контроля этого процесса потребуется непереносимое продолжение проведения исследований в районе.

Работа проведена при поддержке проекта УрО РАН №0410-2015-0027 и гранта РФФИ р_а № 17-45-290114.

Список литературы

1. Андрианов В.В., Белькович В.М., Лукин Л.Р. Распределение белухи (*Delphinapterus leucas*) в Онежском заливе Белого моря в летний период // Океанология. – 2009. – Т. 49. - № 1. – С. 79-89.
2. Долговременные последствия аварийного разлива нефтепродуктов в южной части Онежского залива Белого моря / В.В. Андрианов [и др.] // Биология моря. – 2016. – Т. 42. - № 3. – С. 169-178.
3. Белькович В.М. Белуха европейского севера: новейшие исследования // Рыбное хозяйство. – 2004. – № 2. – С. 32–34.
4. НДИ 05.17-2009. Методика выполнения массовой доли нефтяных углеводородов в пробах гидробионтов морских водных объектов. – Ростов н/Д., 2009. – № 3. – 10 с.
5. Немировская И.А. Нефть в океане (загрязнение и природные потоки). - М.: Научный мир, 2013. – 456 с.
6. Щекатурина Т.А. Углеводороды автохтонного и аллохтонного происхождения и их преобразование в морских организмах: автореф. дис. ... д-ра хим. наук. - Ростов н/Д., 1992. - 34 с.