

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.46:574.587

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДОННЫХ СООБЩЕСТВ ГИДРОБИОНТОВ В УСЛОВИЯХ ОСВОЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА**Агарков С.А., Козьменко С.Ю., Малавенда С.С., Мотина Т.Н.***ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», Мурманск,
e-mail: agarkovsa@mstu.edu.ru, msergmstu@yandex.ru*

При промышленном освоении шельфовой зоны бентосные организмы испытывают негативное воздействие, что может являться начальным этапом деградации экосистем. Исследование обобщает данные ряда работ, выполненных в разное время, посвященных изучению состояния зообентосных сообществ юго-восточной части Баренцева моря (Печорское море), в условиях освоения углеводородных ресурсов на примере эксплуатации месторождения «Приразломное». Состояние сообществ гидробионтов оценивалось по структурным показателям: биомасса, плотность и количество таксонов. Показаны изменения в зооценозах в районе лицензионного участка в 2010–2017 гг. Анализ литературных данных выявил уменьшение биомассы, плотности поселений и таксономического состава сообществ. Техногенное воздействие на бентосные сообщества в районе акватории МЛСП «Приразломная» не является основным фактором изменения структуры сообществ. Наиболее вероятными причинами являются естественные факторы, такие как перемещение органического вещества на акватории Печорского моря, естественные популяционные циклы крупных бентосных организмов и увеличение численности краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*), что привело к смене доминантов на мониторинговых станциях. Крупные двустворчатые моллюски и асцидии заместились полихетами и мшанками. На протяжении всего изучаемого периода ежегодно встречаются такие виды, как *Hyas araneus*, *Macoma calcarea*, *Nephtys paradoxa* и *Serripes groenlandicus*, являющиеся индикаторами устойчивого состояния морских экосистем Арктической зоны. Это свидетельствует о стабильном, устойчивом и ненарушенном состоянии донных сообществ, об отсутствии значительных очагов антропогенной нагрузки, выраженных негативными изменениями в структуре донных сообществ в районах исследуемых месторождений.

Ключевые слова: Печорское море, бентосные сообщества, гидробионты, Приразломное месторождение**THE STATE OF BIOLOGICAL FORMS BENTHIC COMMUNITIES UNDER CONDITIONS OF DEVELOPING THE HYDROCARBONS OF THE ARCTIC SHELF****Agarkov S.A., Kozmenko S.Yu., Malavenda S.S., Motina T.N.***Murmansk State Technical University, Murmansk, e-mail: agarkovsa@mstu.edu.ru, msergmstu@yandex.ru*

The industrial development of the shelf zone, benthic organisms are the first to experience a negative impact, which may be the initial stage of ecosystem degradation. The study summarizes the data of a number of works carried out at different times devoted to the study of the state of zoobenthos communities in the southeastern part of the Barents Sea (Pechora Sea), in conditions of development of hydrocarbon resources based on the operation of the Prirazlomnoye field. The status of communities was estimated by structural indicators: biomass, density and number of taxa. Changes in zoocenoses in the area of the license area in 2010–2017 are shown. Analysis of literature data revealed a decrease in biomass, population density and taxonomic composition of communities. The technogenic impact on benthic communities in the water area of the Prirazlomnaya OIRFP is not a major factor in changing the structure of communities. The most likely causes are natural factors, such as the movement of organic matter in the water area of the Pechora Sea, the natural population cycles of large benthic organisms and the increase in the number of snow crabs (*Chionoecetes opilio*), which led to a change in the dominas at monitoring stations. Large bivalve mollusks and ascidians were replaced by polychaetes and bryozoans. Throughout the entire study period, species such as *Hyas araneus*, *Macoma calcarea*, *Nephtys paradoxa*, and *Serripes groenlandicus* occur annually, which are indicators of the steady state of marine ecosystems in the Arctic zone. This indicates a stable, stable and undisturbed state of the bottom communities, the absence of significant anthropogenic foci, expressed by negative changes in the structure of benthic communities in the areas of the investigated deposits.

Keywords: Pechora Sea, benthic communities, hydrobionts, Prirazlomnoye field

Одним из базовых условий рационального экономического освоения энергетических ресурсов является гарантированное обеспечение экологической безопасности всего регионального пространства [1]. Это особо актуально для арктических морских экосистем, которые становятся чрезвычайно уязвимыми ввиду холодного климата и повышенной ледовитости, а также из-за низкой интенсивности движения воды,

и химико-биологической активности среды обитания [2].

Важнейшим показателем устойчивости больших экосистем служит видовое разнообразие. На него влияют все известные абиотические факторы, которые могут быть связаны как с антропогенной нагрузкой: выбросы предприятий коммунального хозяйства и промышленности, продукты разведки, добычи и переработки углеводородного

сырья, тяжелые металлы и другие отходы металлургического производства, загрязнители с береговых военных баз, отходы судов, работающих на атомном топливе, так и изменения климатического характера.

При интенсификации работ в шельфовой зоне бентосные организмы первые испытывают негативное воздействие, в особенности сообщества мелководных песчано-илистых грунтов, как, например, на юго-востоке Баренцева моря.

Цель работы – проанализировать видовой состав и структуру сообществ бентоса юго-восточной части Баренцева моря, оценить возможное влияние хозяйственной деятельности в районах нефтегазовых месторождений на примере лицензионного участка «Приразломное» в Печорском море.

Настоящая работа основана на литературном анализе исследований отечественных и зарубежных ученых по данной тематике. В качестве информационной базы были использованы справочные издания, монографии, публикации в периодической печати, отчеты ОВОС и интернет-ресурсы.

Характеристика района исследований

Юго-восточная часть Баренцева моря по гидрологическим и метеорологическим характеристикам относится к морям арктического типа. Для них характерно короткое и холодное гидрологическое лето с долгим зимним периодом и полярная ночь, продолжающаяся почти 2,5 месяца. С октября до конца июня (иногда до начала июля) образуется ледовый покров. К концу июля Печорское море полностью высвобождается ото льда [3].

Печорским морем называют наиболее мелководный юго-восточный участок Баренцева моря. На сегодняшний день это район не выделен в самостоятельный водоём. Но ряд существенных особенностей, таких как сравнительная замкнутость и мелководность, действие речного стока и таяния снегов береговой полосы, близость к холодным водам Карского моря, дают основания употреблять наименование Печорское море, где подчеркиваются и географические, и гидрологические особенности района [4].

Первые крупнейшие месторождения углеводородов на юго-востоке Баренцева моря были открыты ещё в 1990-х гг. Они привлекают как запасами нефти (например, на Долгинском месторождении запасы оцениваются порядка 200 млн т), так и качеством нефти [5]. Кроме того, небольшие глубины (глубина моря в районах место-

рождений не превышает 50 м) позволяют вести добычу без излишних экономических затрат. Главной проблемой считаются сложные климатические особенности (температура воздуха зимой может опускаться до -45°C) и достаточная отдаленность от основных промышленных центров переработки углеводородного сырья [3]. Кроме тех месторождений, на которых уже ведётся добыча, разведано еще более двух десятков перспективных. В отношении запасов углеводородов Печорское море является уникальным районом: по количеству и концентрации месторождений сопоставимо со всем Баренцевым морем.

Состояние бентосных сообществ Печорского моря

Бентосные организмы являются важной экологической группой, имеющей важное хозяйственное значение, в том числе в качестве объектов промысла. На разных стадиях развития они входят во все трофические цепочки в арктических экосистемах. Кроме того, они способны изменять физические и химические свойства донных осадков.

По разнообразию макрозообентоса среди арктических морей лидирует Баренцево море. По разным оценкам число видов бентосных животных колеблется от 2435 до 3300 видов [6, 7], в прочих морях российской Арктики видовое разнообразие донных сообществ в несколько раз меньше: Карское море – 1302 вида [8, 9]; Чукотское море – 1217 видов [10]; Белое море – 1185 видов [6].; море Лаптевых – 1143 вида [11, 12]; Восточно-Сибирское море – 850 видов [6, 13]. Баренцево и Чукотское моря арктического шельфа относятся к умеренно высокопродуктивным, а от Карского до Восточно-Сибирского – к малопродуктивным [2, 13].

Для фауны арктических морей характерно следующее соотношение групп бентосных беспозвоночных: макробентос – 60% от общего числа видов, мейобентос – 34%. Наибольшей численностью среди макробентоса обладают полихеты (*Polychaeta* – 347 видов), бокоплавы (*Gammaridae* – 337 видов, предпочитающих мелководные участки), мшанки (*Bryozoa* – 273 вида), брюхоногие моллюски (*Gastropoda* – 258 видов) [6].

Промысловыми видами беспозвоночных Баренцева моря являются краб камчатский (*Paralithodes camtschaticus*), краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*), морской гребешок (*Chlamys islandica*),

креветка северная (*Pandalus borealis*), шримсы-медвежата (ракообразные рода *Sclerocrangon*), кукумария (морской огурец *Cucumaria frondosa*), морской ёж зеленый (*Strongylocentrotus droebachiensis*), двустворчатые моллюски модиолус (*Modiolus modiolus*) и мидии (*Mytilus edulis*), эвфаузиды (*Thysanoessa inermis*, *T. raschii*) [14].

Распределение зообентоса в Печорском море неоднородно и в начале прошлого века оценивалось как сравнительно бедное в таксономических и количественных характеристиках [15]. Исследователи насчитывали в составе бентоса Печорского моря только 220 видов. Однако число таксонов, найденных в результате экспедиционных исследований в 1990-е гг., составило около семисот, что в три раза больше, чем отмечено в исследованиях 1925–1932 гг. [15]. Таким образом, количество видов, зарегистрированных в фауне Печорского моря к настоящему времени, не превышает 40% от общего числа видов, известных для всего Баренцева моря [15]. Основываясь на исторической оценке экспедиционных работ в Печорском море, описанной в монографии С.Г. Денисенко, можно сделать предварительный вывод о том, что с 1990-х гг. и до начала эксплуатации данного района

таксономический состав и показатели обилия бентосных организмов достаточно стабильны. Незначительные отличия в многолетней динамике биомассы, численности бентоса и доминирование разных таксонов во многом связаны с вертикальным и горизонтальным перемещением органического вещества [15].

Результаты мониторинговых исследований на акватории Приразломного месторождения

В качестве примера эксплуатации акватории Печорского моря было выбрано месторождение «Приразломное», поскольку имеется достаточный набор данных опубликованных в свободном доступе, в том числе на официальных ресурсах ООО «Газпром нефть шельф» (дочернее общество ПАО «Газпром нефть») – нефтяная компания, осуществляющая добычу нефти на арктическом шельфе России в Печорском море. По данным ООО «Газпром нефть шельф» [16], мониторинговые исследования в районе лицензионного участка Морской ледостойкой стационарной платформы (МЛСП) «Приразломная» проводятся с 2010 г. Мониторинговые станции и сам лицензионный участок показаны на рис. 1.

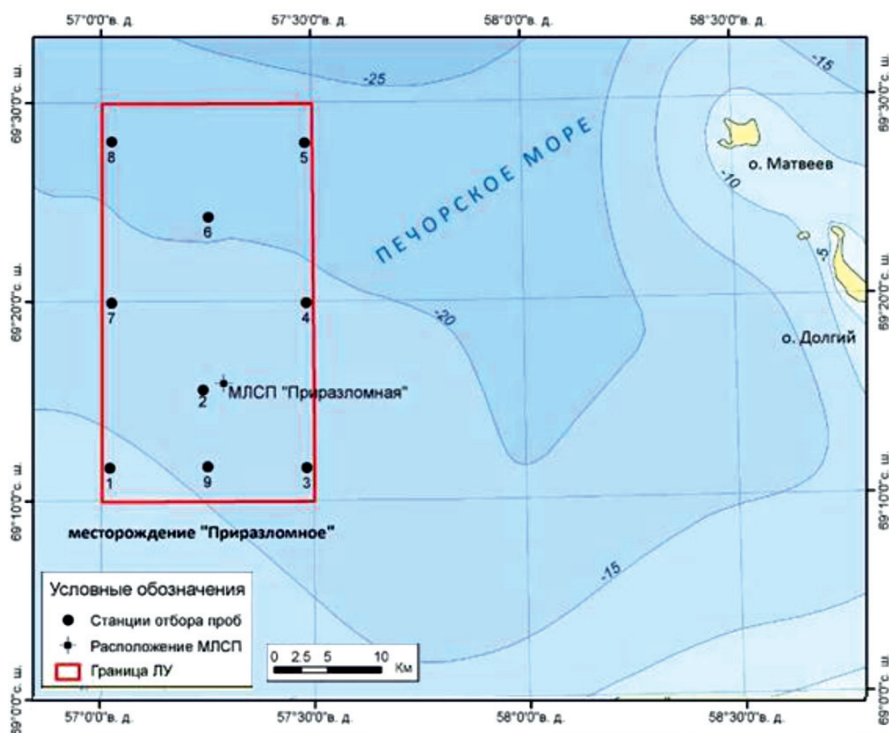


Рис. 1. Карта мониторинговых станций в районе месторождения «Приразломное» [16]

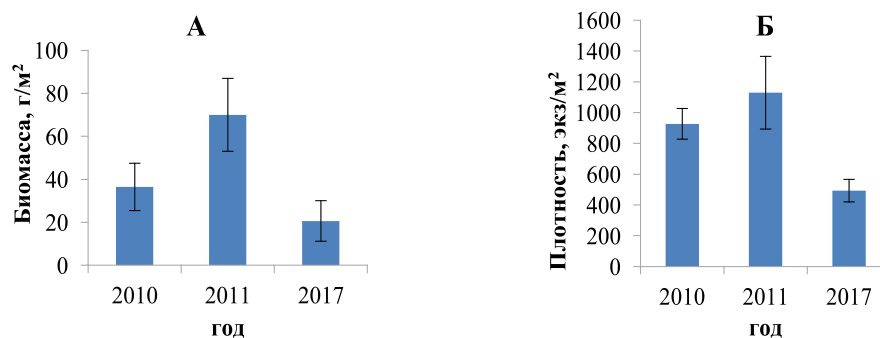


Рис. 2. Биомасса (А) и плотность (Б) зообентоса на акватории МЛСП «Приразломная»

Результаты первых исследований 2010 и 2011 гг. могут являться контрольными, поскольку эксплуатация данного района началась только с 2012 г. Непосредственная добыча нефти на месторождении началась в декабре 2013 г., в апреле 2014 г. была отгружена первая партия арктической нефти [5].

Для оценки возможного воздействия на акватории Приразломного месторождения (Печорское море) далее будут использованы данные съёмки ПИНРО за 2010 и 2011 гг. [9], а также краткие отчеты о результатах производственного экологического контроля и мониторинга, в том числе морской биоты, в районе расположения МЛСП «Приразломная» за 2015, 2016 и 2017 гг., находящиеся в свободном доступе [17–19].

Как правило, наиболее показательными и понятными широкому кругу специалистов являются биомасса, плотность и число таксонов в сообществе. Они в целом отражают состояние экосистемы, особенно при многолетних исследованиях. По имеющимся данным [16, 19] средняя (по выборкам) биомасса в 2010, 2011 и 2017 сильно варьировала в пределах от 20 до 70 г/м² (рис. 2, А), при плотности поселений 450–1300 экз/м². Приведенные в отчетах стандартные ошибки, показанные на рис. 2, позволяют обсуждать изменения средних значений биомассы и плотности. Колебания этих показателей не позволяют выявить негативное влияние на донную фауну, так как в 2011 г. наблюдалось их увеличение. При этом анализ данных показывает снижение количества таксонов (рис. 3) в этот период.

Также можно отметить снижение общего количества таксонов, найденных на мониторинговых станциях в течение всего периода, охватываемого исследованием [16–18] (рис. 3).

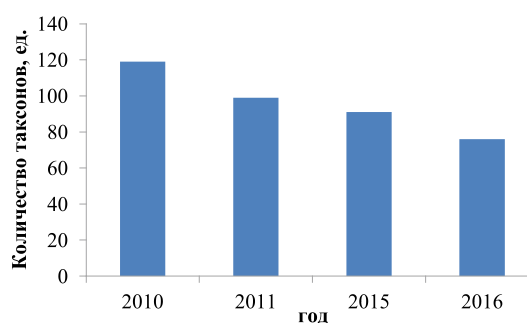


Рис. 3. Количество таксонов зообентоса на акватории МЛСП «Приразломная»

Однозначно нельзя утверждать, что приведенные выше данные указывают на непосредственное влияние МЛСП «Приразломная» на бентосные сообщества Печорского моря. Существует много естественных факторов, которые могут привести к уменьшению биомассы, плотности и таксономического состава зообентоса.

Во-первых, влияние оказывают естественные циклы снижения биомассы и численности крупных бентосных организмов. Они хорошо изучены на двустворчатых моллюсках, хотя могут распространяться и на других беспозвоночных животных [20, 21]. Кроме того, имеются факты смены эдификаторных видов в стагнационном бентосном сообществе, которые могут проходить раз в 6–10 лет [22–24]. Снижение числа таксонов и показателей обилия бентоса также может быть связано с естественным перемещением органического вещества в Печорском море [15].

Ещё одной причиной может являться увеличение численности крупного хищника, как показывают изученные нами материалы в районе МЛСП «Приразломная», к 2017 г. увеличилась численность краба-

стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*), что привело к смене доминатов на мониторинговых станциях. Крупные двустворчатые моллюски и асцидии заместились полихетами и мшанками [19]. Некоторые исследователи отмечали возможность расселения краба-стригуна в Печорском море, поскольку наличие мягких грунтов, низкие среднегодовые температуры воды (не превышающие 3 °С) присутствие кормового бентоса, в частности моллюсков и асцидий, создают в совокупности оптимальные условия для его расселения и развития [25, 26].

На протяжении обзорного периода ежегодно встречаются такие виды, как *Hyas araneus*, *Macoma calcarea*, *Nephtys paradoxa*, и *Serripes groenlandicus*, которые входят в «Перечень видов флоры и фауны, являющихся индикаторами устойчивого состояния морских экосистем Арктической зоны Российской Федерации» [27]. Таким образом, можно сделать вывод, что техногенное воздействие на бентосные сообщества в районе акватории МЛСП «Приразломная» не является основным фактором изменения структуры сообществ. А снижение показателей обилия и числа таксонов может быть вызвано и естественными причинами.

В настоящее время, когда идет активное освоение пространств и ресурсов Арктики, природа которой очень уязвима ввиду чрезвычайной чувствительности особенно арктических морских экосистем к любым антропогенным воздействиям, становится весьма актуальной задача поиска современных методов ранней диагностики и прогнозной (среднесрочной, долгосрочной) оценки состояния окружающей среды, в том числе состояния бентосных сообществ арктических морей, как одного из важных маркеров, позволяющих выявлять на разных временных стадиях, даже незначительные изменения морских экосистем. Это особенно важно для мониторинга влияния техногенных факторов в местах активного антропогенного воздействия, связанного с шельфовыми проектами добычи углеводородов.

В этой связи представляются актуальными научные исследования и технологические разработки на принципах междисциплинарных знаний, позволяющие всесторонне и комплексно оценивать параметры окружающей среды. Важнейшим фактором в решении этой сложной проблемы является задача объединения усилий академической науки и высшей школы с целью создания специализированной (ар-

ктической) инновационной научно-технологической экосистемы, интегрированной в глобальную инновационную экосистему и предусматривающую организацию ультрасовременных научных лабораторий и инжиниринговых центров, позволяющих проводить на принципах коллективного пользования передовые научные исследования и технико-технологические разработки в области наукоемкого арктического морепользования, включая разработки современных методов мониторинга, оценки, прогнозирования и предупреждения рисков антропогенного воздействия на морские арктические экосистемы, возникающего в результате активного освоения пространств и ресурсов Арктических морей.

Это так же обуславливает необходимость адаптации региональной (арктического макрорегиона) системы профессионального образования под меняющуюся технологическую структуру арктической экономики, динамика которой может быть описана как процесс развития и последовательной смены технологических укладов. Несмотря на то, что данный процесс является эволюционно естественным для экономики в целом, но арктическая экономика требует в силу экстремальных условий хозяйствования более совершенных технологий и соответственно более подготовленных кадровых ресурсов – человеческого капитала, который становится основным катализатором развития в экономике знаний и инноваций.

При этом высшая школа арктического макрорегиона должна обеспечить подготовку перспективных кадров новой технологической волны, так называемой категории «знание», обладающих не только уникальными компетенциями в области современных арктических научных исследований и технологий, но и способных работать в условиях неопределенности (неструктурированных задач), выполнять сложные аналитические исследования, требующие научной импровизации и творчества.

В этом смысле представляется целесообразным создание на принципах коллективного пользования межвузовского центра превосходства арктического морепользования, включающего лабораторный комплекс технологических процессов и операций на Арктическом шельфе, лабораторный и бассейнный комплекс для тестирования технологий ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в условиях арктических морей, лабораторный комплекс

по исследованию свойств нефти в морских условиях и оценке эффективности применения диспергентов, лабораторного комплекса биомониторинга, лабораторию ихтиопатологии, криоколлекции гидробионтов, что позволит проводить на междисциплинарной основе комплексные исследования, направленные, с одной стороны, на создание инновационных технологий, продуктов и сервисов по освоению ресурсов океана в Арктическом регионе, с другой, защиту окружающей среды и техносферную безопасность морских арктических экосистем.

В этом подходе перспективными и заслуживающими, на наш взгляд, интенсивных научных исследований и разработок могут быть следующие целевые направления.

1. Морская робототехника (механотроника) – разработка и использование морских подводных автономных аппаратов (беспилотников), позволяющих с минимальными затратами и на системной основе производить комплексный мониторинг морской среды в Арктическом бассейне, в том числе в отдаленных, малодоступных и глубоководных районах (акваториях), а также подледные (под паковыми льдами) исследования.

2. Комплексное изучение экологического состояния на основе исследования всех элементов биологической пищевой цепи; для определения влияния загрязнений, вызванных в результате активного освоения пространств (развитие судоходства по СМП) и ресурсов (шельфовые проекты добычи и переработки углеводородов) в Арктическом бассейне.

3. Изучение заболеваний рыб в условиях индустриализации производства аквакультуры (марикультуры), разработка методологии мониторинга, оценки, прогнозирования и предупреждения рисков, связанных с распространением заболеваний (эпидемий) в арктических экосистемах.

4. Математическое моделирование (совершенствование математических моделей), описывающих возможные последствия антропогенного воздействия в разных сценариях развития техногенных ситуаций (включая аварийные), связанные в том числе с добычей, перевалкой и транспортировкой углеводородов.

Заключение

На рассматриваемой акватории Баренцева моря наблюдается неоднородный видовой состав зообентосных сообществ. Анализ рассматриваемых в статье работ

свидетельствует о стабильном, устойчивом и ненарушенном состоянии донных сообществ, об отсутствии на современном этапе значительных очагов антропогенной нагрузки, выраженных негативными изменениями в структуре донных сообществ в районе исследуемого месторождения. В целом следует отметить, что разработки нефтяных месторождений в юго-восточной части Баренцева моря дали, с одной стороны, толчок для изучения биоразнообразия в данном районе, с другой, вызвали необходимость в проведении научных исследований в области арктического эколого-устойчивого природопользования (морепользования), разработки современных методов мониторинга, оценки, прогнозирования и предупреждения рисков, связанных с активным промышленным освоением пространств и ресурсов Арктического бассейна.

Исследования выполнены в соответствии с базовой частью государственного задания высшим учебным заведениям Минобрнауки России в части инициативных научных проектов по теме НИР «Совершенствование методов оперативной и долгосрочной диагностики среды обитания морских гидробионтов в условиях активного промышленного освоения углеводородов арктического шельфа», № 13.11485.2017/8.9 БЧ.

Список литературы / References

1. Агарков С.А. Модернизация высшего образования региона в условиях экономической глобализации: проблемы и решения // Высшее образование сегодня. 2017. № 12. С. 2–8. DOI: 10.25586/RNU.HET.17.12.P.02.
2. Agarkov S.A. Modernization of higher education in the region in the context of economic globalization: problems and solutions // The higher education today. 2017. № 12. P. 2–8 (in Russian).
3. Комплексные исследования больших морских экосистем России / Отв. ред. Г.Г. Матишов. Мурман. мор. биол. ин-т Кольского науч. центра РАН. Апатиты: КНЦ РАН, 2011. 516 с.
4. Integrated research of large marine ecosystems in Russia / Ed. G.G. Matishov. Murman. Mor. Biol. Institute of the Kola Science. center of RAS. Apatity: KNC RAN, 2011. 516 p. (in Russian).
5. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Том. VI. Баренцево море. Вып. 3. Юго-восточная часть моря / Под ред. Ф.С. Терзиева. Мурманск, 1984. 273 с.
6. Hydrometeorological conditions of the shelf zone of the seas of the USSR. Tom. VI. Barrens sea. – Release 3. South-eastern part of the sea / Ed. F.S. Terzieva. Murmans, 1984. 273 p. (in Russian).
7. Энциклопедический словарь географических названий. М.: Советская энциклопедия, 1973. 808 с.
8. Collegiate Dictionary of Geographical Names. Moscow: Soviet Encyclopedia, 1973. 808 p. (in Russian).
9. Приразломное месторождение [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gazprom.ru/about/production/projects/deposits/pnm> (дата обращения: 22.09.2018).
10. Pirrazlomnoye field [Electronic resource]. URL: <http://www.gazprom.ru/about/production/projects/deposits/pnm> (date of access: 22.09.2018) (in Russian).

6. Sirenko B.I. List of species of free-living invertebrates of Eurasian Arctic Seas and adjacent waters. Exploration of the Fauna of the Seas. St. Petersburg. 2001. Vol. 51(59). 131 p.
7. Денисенко С.Г. Видовое богатство и биоразнообразие зообентоса Баренцева моря // Материалы XII научного семинара «Чтения памяти К.М. Дерюгина». СПб.: СПбГУ, 2010. С. 29–41.
- Denisenko S.G. Species richness and biodiversity of zoobenthos of the Barents Sea // Proceedings of the XII scientific seminar «Readings in memory of KM Deryugin». St. Petersburg: SPbGU, 2010. P. 29–41 (in Russian).
8. Анисимова Н.А., Любин П.А., Менис Д.Т. Бентос // Экосистема Карского моря / Под общ. ред. Б.Ф. Прищепы. Мурманск: ПИНРО, 2008. С. 43–105.
- Anisimova N.A., Lyubin P.A., Menis D.T. Benthos // Ecosystem of the Kara Sea. Under the general editorship of B.F. Prischepa. Murmansk: PINRO, 2008. P. 43–105 (in Russian).
9. Фролова Е.А. Фауна и экология многощетинковых червей (Polychaeta) Карского моря. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2009. 141 с.
- Frolova E.A. Fauna and ecology of polychaete worms (Polychaeta) of the Kara Sea. Apatity: Izd-vo Kolskogo nauchnogo centra RAN, 2009. 141 p. (in Russian).
10. Сиренко Б.И. Состояние изученности фауны Чукотского моря // Фауна и зоогеография бентоса Чукотского моря. Т. 2. Исследования фауны морей. СПб., М.: Наука, 2010. С. 163–198.
- Sirenko B.I. The state of the study of the fauna of the Chukchi Sea // Fauna and zoogeography of the benthos of the Chukchi Sea. T. 2. Studies of the fauna of the seas. St. Petersburg; M.: Nauka, 2010. P. 163–198 (in Russian).
11. Sirenko V., Denisenko S., Deubel H., Rachor E. Deep water communities of the Laptev Sea and adjacent parts of the Arctic Ocean // Studies of the fauna of the seas. SPb.: Publishing house ZIN RAS, 2004. T. 54 (62). P. 28–73.
12. Петряшев В.В., Голиков А.А., Шмид М., Рахор А. Макробентос шельфа моря Лаптевых // Фауна и экосистемы моря Лаптевых и сопредельных глубоководных участков Арктического бассейна. СПб., 2004. Ч. 1. С. 9–27.
- Petryashev V.V., Golikov A.A., Shmid M., Rakhor A. Macrobenthos of the Laptev Sea shelf // Fauna and ecosystems of the Laptev Sea and adjacent deep-water areas of the Arctic basin. St. Petersburg, 2004. Part 1. P. 9–27 (in Russian).
13. Глебов И.И., Надточий В.А., Савин А.Б., Слабинский А.М., Борилко О.Ю., Чульчечков Д.Н., Соколов А.С. Результаты комплексных исследований в Восточно-Сибирском море в августе 2015 г // Известия ТИНРО. 2016. Т. 186. С. 81–92. DOI: 10.26428/1606-9919-2016-186-81-92.
- Glebov I.I., Nadtochy V.A., Savin A.B., Slabinsky A.M., Borilko O.Y., Chulchekov D.N., Sokolov A.S. Results of complex surveys in the East Siberian Sea in August 2015 // Izvestiya TINRO. 2016. V. 186. P. 81–92 (in Russian).
14. Баканев С.В. Промысловые беспозвоночные Баренцева моря: состояние ресурсов и промысел // Вопросы рыболовства. 2016. Т. 17. № 4. С. 406–420.
- Bakanev S.V. Commercial shellfish of the Barents Sea: current stock and fisheries // Problems of Fisheries. 2016. V. 17. № 4. P. 406–420 (in Russian).
15. Денисенко С.Г. Биоразнообразие и биоресурсы макрозообентоса Баренцева моря: Структура и многолетние изменения. СПб.: Наука, 2013. 284 с.
- Denisenko S.G. Biodiversity and bioresources of the macrozoobenthos of the Barents Sea: Structure and long-term changes. SPb.: Nauka, 2013. 284 p. (in Russian).
16. Проведение ежегодного экологического мониторинга в районе расположения МЛСП «Приразломная» (Итоговый отчет за 2011 г.). М.: ООО «ФРЭКОМ», 2011. 210 с.
- Conduct annual environmental monitoring in the area of the location of OIRFP Prirazlomnaya (Final Report for 2011). M.: ООО «FRECOM», 2011. 210 p. (in Russian).
17. Результаты производственного экологического контроля и мониторинга, в том числе морской биоты, в районе расположения МЛСП «Приразломная» в 2015 году // Экологический мониторинг и поддержка биоразнообразия [Электронный ресурс]. URL: http://shelf.gazprom-neft.ru/development/Ecology/environmental_monitoring/ehkologicheskij_monitoring_2015.pdf (дата обращения: 22.09.2018) (in Russian).
- Results of industrial environmental monitoring and monitoring, including marine biota, in the area of the location of OIRFP Prirazlomnaya in 2015. // Ecological monitoring and support of biodiversity [Electronic resource]. URL: http://shelf.gazprom-neft.ru/development/Ecology/environmental_monitoring/ehkologicheskij_monitoring_2015.pdf (date of access: 22.09.2018) (in Russian).
18. Результаты производственного экологического контроля и мониторинга, в том числе морской биоты, в районе расположения МЛСП «приразломная» в 2016 году // Экологический мониторинг и поддержка биоразнообразия [Электронный ресурс]. URL: http://shelf.gazprom-neft.ru/development/Ecology/environmental_monitoring/ehkologicheskij_monitoring_2016.pdf (дата обращения: 22.09.2018) (in Russian).
- Results of industrial environmental monitoring and monitoring, including marine biota, in the area of the OIRFP «prirazlomnaya» in 2016 // Ecological monitoring and biodiversity support [Electronic resource]. URL: http://shelf.gazprom-neft.ru/development/Ecology/environmental_monitoring/ehkologicheskij_monitoring_2016.pdf (date of access: 22.09.2018) (in Russian).
19. Реализация Программы по сохранению биологического разнообразия на основе перечня видов флоры и фауны, являющихся индикаторами устойчивого состояния морских экосистем Арктической зоны РФ в зоне ответственности ООО «Газпром нефть шельф» // Экологический мониторинг и поддержка биоразнообразия [Электронный ресурс]. URL: http://shelf.gazprom-neft.ru/development/Ecology/environmental_monitoring/ehkologicheskij_monitoring_2017.pdf (дата обращения: 22.09.2018).
- Implementation of the Program for the Conservation of Biological Diversity on the basis of the list of species of flora and fauna that are indicators of the sustainable state of marine ecosystems in the Arctic zone of the Russian Federation in the zone of responsibility of Gazprom Neft shelf // Ecological monitoring and biodiversity support [Electronic resource]. URL: http://shelf.gazprom-neft.ru/development/Ecology/environmental_monitoring/ehkologicheskij_monitoring_2017.pdf (date of access: 22.09.2018) (in Russian).
20. Наумов А.Д. Двустворчатые моллюски Белого моря. Опыт экологофаунистического анализа. СПб., 2006. 367 с.
- Naumov A.D. Bivalve mollusks of the White Sea. Experience of ecological and faunal analysis. SPb., 2006. 367 p. (in Russian).
21. Герасимова А. В., Максимович Н. В. О закономерностях организации поселений массовых видов двустворчатых моллюсков белого моря // Вестник Санкт-петербургского университета. 2009. Серия 3. Биология. № 3. С. 82–97.
- Gerashimova A.V., Maksimovich N.V. On regularities of Bivalvia population organization in the White Sea // Vestnik of Saint Petersburg University. Series 3. Biology. 2009. Series 3. № 3. P. 82–97 (in Russian).
22. Халаман В.В. Развитие сообществ обрастания и взаимоотношения между организмами – обрастателями в белом море: дис. ... докт. биол. наук: 03.00.18. Санкт-Петербург, 2008. 368 с.
- Khalaman V.V. Development of fouling communities and relationships between organisms – fouling in the white sea: dis. ... doct. biol. sciences: 03.00.18. St. Petersburg, 2008. 368 p. (in Russian).
23. Бритаев Т.А., Удалов А.А., Ржавский А.В. Структура и многолетняя динамика сообществ мягких грунтов заливов Баренцева моря // Успехи современной биологии. 2010. Т. 130. № 1. С. 50–62.
- Britaev T.A., Udalov A.A., Rzhavskiy A.V. Structure and long-term dynamics of communities of soft soils of bays of the Barents Sea // Uspexi sovremennoj biologii. 2010. T. 130. № 1. P. 50–62 (in Russian).

24. Макаревич П.Р., Ишкулов Д.Г. Структура и видовое разнообразие пелагических и донных биоценозов Баренцева моря в условиях меняющегося климата // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2010. Т. 13. № 4–1. С. 633–640.

Makarevich P.R., Ishkulov D.G. Structure and species diversity of pelagic and benthic biocenoses of the Barents Sea in a changing climate // Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta. 2010. V. 13. № 4–1. P. 633–640 (in Russian).

25. Баканев С.В. Расселение и оценка возможного ареала краба-стригуна (*Chionoecetes opilio*) в Баренцевом море // Принципы экологии. 2015. № 3. С. 27–39. DOI: 10.15393/j1.art.2015.4401.

Bakanev S.V. Dispersion and assessment of possible distribution of snow crab *opilio* (*Chionoecetes opilio*) in the Barents Sea // Principy ekologii. 2015. № 3. P. 27–39 (in Russian).

26. Мартынова Д.М., Усов Н.В., Сухотин А.А., Пугачев О.Н. Многолетняя и сезонная динамика гидрологического режима и планктонных сообществ Белого и Печорского морей в свете изучения стабильности пелагических морских сообществ Арктики // Поисквые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации 2015 [Электронный ресурс]. URL: http://www.ras.ru/viewstaticdoc.aspx?id=6fa0e4e3-9753-428b-a447-1befb815cd93&_Language=ru (дата обращения: 05.11. 2018).

Martynova D.M., Usov N.V., Sukhotin A.A., Pugachev O.N. Long-term and seasonal dynamics of the hydrological regime and plankton communities of the White and Pechora Seas in the light of studying the stability of the Arctic pelagic sea communities // Search basic scientific research in the interests of the development of the Arctic zone of the Russian Federation 2015. [Electronic resource]. URL: http://www.ras.ru/viewstaticdoc.aspx?id=6fa0e4e3-9753-428b-a447-1befb815cd93&_Language=ru (date of access: 05.11. 2018) (in Russian).

27. Распоряжение Минприроды России от 22.09.2015 № 25-р «Об утверждении перечня видов флоры и фауны, являющихся индикаторами устойчивого состояния морских экосистем Арктической зоны Российской Федерации» // Консультант Плюс [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=639995#003004811750141445> (дата обращения: 22.09.2018).

Decree of the Ministry of Natural Resources of Russia of 22.09.2015 № 25-r «On the approval of the list of species of flora and fauna that are indicators of the sustainable state of marine ecosystems of the Arctic zone of the Russian Federation» // Consultant Plus [Electronic resource]. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=639995#003004811750141445> (date of access: 22.09.2018) (in Russian).