



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической безопасности

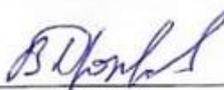
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему Характеристика морского мусора на высокоширотных островах Российской Арктики в современных условиях

Исполнитель Валеева Татьяна Алексеевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат биологических наук
(ученая степень, ученое звание)
Мандрыка Ольга Николаевна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)
кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«__» _____ 2022 г.

Санкт-Петербург,
2022

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Проблема морского мусора и общая характеристика района исследования	5
1.1 Характеристика морского мусора	5
1.2 Источники поступления морского мусора в Арктическую зону	7
1.2.1 Циркуляция вод Баренцева моря и Карского моря	9
1.3 Последствия от морского мусора	12
1.4 Меры по предотвращению и борьбе с морским мусором.....	16
1.5 Общая характеристика района исследования	18
Глава 2. Методики исследования морского мусора	20
Глава 3. Анализ и визуализация результатов исследования.....	24
3.1 Мониторинг морского мусора в 2019 году	25
3.2 Мониторинг морского мусора в 2020 году	33
3.3 Мониторинг морского мусора в 2021 году	38
3.4 Оценка скорости накопления морского мусора	46
Заключение	49
Список использованных источников	51
Приложение	54

Введение

Одной из важнейших проблем современности является загрязнение окружающей среды отходами производства и потребления. Данная проблема встречается повсеместно, даже на отдаленных побережьях. Для отходов, скапливающихся на побережьях или в водном объекте, принят термин «морской мусор» [12].

Морской мусор представляет огромную угрозу. Он встречается во всех акваториях мира – не только в густонаселенных регионах, но и в отдаленных местах вдали от очевидного источника. Эксперты ООН сделали вывод, что морской мусор путешествует на большие расстояния вместе с океаническими течениями и ветрами, и встречается повсюду в морской и в прибрежной среде [26]. Не стала исключением и Арктическая зона России, поэтому проблема морского мусора является актуальной для данной территории.

Арктика – одна из самых хрупких экосистем планеты, в её пределах расположены сотни островов. На одних из которых уже проводят мониторинг морского мусора. Например, работниками национального парка «Русская Арктика» ведется мониторинг морского мусора на архипелаге Земля Франца-Иосифа и на о. Северный архипелаг Новая Земля [6,10].

Цель работы: охарактеризовать морской мусор на высокоширотных островах Российской Арктики в современных условиях. Для достижения поставленной цели необходимо выполнять ряд задач:

1. Дать общую характеристику морскому мусору.
2. Выявить источники и пути поступления морского мусора, анализируя гидрологические параметры Западной Арктики.
3. Описать негативные последствия, связанные с морским мусором.
4. Ознакомиться с методиками мониторинга морского мусора.
5. По имеющимся данным, оценить загрязненность побережья островов национального парка «Русская Арктика» и оценить скорость накопления морского мусора.

Научная новизна исследования состоит в том, что в первые были визуализированы результаты старых данных и сравнены между собой за три года. Данные были предоставлены ведущим сотрудником ФГБУ «Национальный парк «Русская Арктика», кандидатом географических наук Нецветаевой Ольгой Петровна. Собственными силами был проведен анализ гидрологических условий, а именно течений, которые, возможно, являются поставщиками морского мусора в Арктическую зону, также была проведена визуализация и анализ имеющихся данных

Глава 1. Проблема морского мусора и общая характеристика района исследования

Одной из экологических проблем Арктики, которую в России стали изучать не так давно, является морской мусор, плавающий в морях и загрязняющий острова. На территории Российской Арктики расположены сотни островов. На протяжении многих лет на данных островах функционировали метеостанции, установки для разработки месторождений, военные объекты, а с материка регулярно поставлялось оборудование и продовольствие, всё это сказалось на современном состоянии прибрежных зон островов [1].

1.1 Характеристика морского мусора

К морскому мусору относятся любые твердые продукты человеческой деятельности, произведенные, брошенные, выброшенные или потерянные в окружающей среде, включая все материалы, брошенные в море, на берегу, или косвенно попавшие в море через реки, канализацию, штормы, волны или ветер. Определение было предложено Организацией Объединенных наций [25]. Морской мусор может быть продуктом деятельности как в приземной, так и в морской среде.

Существует «выброшенный волнами мусор», «дрейфующий мусор» и придонный мусор». Первый характеризуется как мусор, вынесенный на морские берега волнами, второй – плавающий на поверхности и в толще воды, третий – мусор, опускающийся на дно и аккумулирующийся там [7].

Морской мусор дрейфует по поверхности или в толще воды под влиянием ветра и течений, более тяжелые предметы погружаются на дно, а другая часть мусора поступает с волнами к береговой линии. Однако, конечно, есть и мусор, выброшенный людьми на берегу моря.

Морской мусор переносится на огромные расстояния от места его возникновения, и растущую озабоченность вызывает распространение

загрязнения на большие пространства. Существует множество видов морского мусора, но среди этого огромного разнообразия наибольшие опасения вызывают пластмассовые изделия, так как они плохо разлагаются в естественных условиях и практически вечно остаются в природе, оказывая значительное влияние на морскую среду, морские организмы и экосистемы [7].

Основное свойство пластика – прочность, и это его преимущество при нежелании или неспособности управлять завершением жизненного цикла материала, привело к тому, что замусоривание пластиком морской среды стало глобальной проблемой. Как и многие другие загрязнители, пластиковый мусор – это трансграничная, комплексная, общественная и экологическая проблема, которую не так просто решить [23].

Пластиковый мусор наблюдается в каждом океаническом бассейне на Земле. Воды отдаленного арктического региона не являются исключением, поскольку там были зарегистрированы как макропластик, так и микропластик. Недавнее исследование показало, что Северный Ледовитый океан загрязнен более чем 300 миллиардами крошечных микропластиков, переносимых течениями из Европы и Америки [28].

Проблема загрязнения океана пластиковым мусором и микропластиком представлена в докладе ЮНЕП 2016 года «Пластиковый мусор и микропластик в Мировом океане», главным автором которого является доктор Петер Кершоу. Он также является автором статьи ЮНЕП 2015 года «Биоразлагаемый пластик и морской мусор. Заблуждение, проблемы и влияние на Мировой океан» [22,23].

Проблема морского мусора имеет глобальный характер. С одной стороны, это достаточно простая проблема: морской мусор физически осязаем и является непосредственным продуктом действий человека. А с другой стороны это очень сложная проблема, имеющая многочисленные причины и факторы. Как и в случае с другими сложными экологическими проблемами, здесь нет единого пути решения.

1.2 Источники поступления морского мусора в Арктическую зону

Есть множества причин появления мусора в океане, но основными причинами являются: недостатки в системе обращения с отходами производства и потребления; нарушение законодательства; выброс мусора отдельными лицами и группами; случайное попадание мусора в водный объект из хозяйственных объектов, возможно, из-за последствий, связанных с геологическими и метеорологическими явлениями; недостаточная информативность потребителей и отсутствие экологической просвещенности [23].

Источники морского мусора на суше и в море многочисленны, их можно подразделить на две категории:

1. Наземные (полигоны, расположенные на побережье, промышленные объекты, туризм, хозяйственная и иная деятельность).
2. Морские (рыболовные суда, морские нефтегазовые платформы, торговое судоходство, круизные лайнеры и т.д.).

Основываясь на мировом соотношении судов на жителей побережья, можно констатировать, что морские источники загрязнения в Арктическом регионе должны иметь особое значение по сравнению с наземными источниками. Уменьшение площади морского льда в Арктике, вследствие изменения климата открывает доступ к новым маршрутам судоходства и ресурсам, это привело к увеличению судоходной активности в арктических водах за последнее десятилетие, что прямым образом увеличивает количество морского мусора в арктической зоне [17].

На движение и рассеивание морского мусора от изначального источника влияет ветер и течения. Поэтому необходимо иметь представление о схеме циркуляции вод и о преобладающих ветрах, чтобы было возможно сделать выводы о распределении морского мусора на исследуемых пляжах и в акватории [17].

В Мировом океане морской мусор переносится течениями и из-за особенностей глобальной циркуляции скапливается в центрах пяти антициклонических круговоротов, который расположены в тропических зонах, при этом значительное количество морского мусора атлантического происхождения переносится в Арктику [13].

Океанический путь, по которому мусор достиг поверхностных вод Арктики, берет свое начало в северной части Атлантического океана. Модели переноса плавучих частиц предсказывают, что дрейфующий морской мусор попадает в Северный Ледовитый океан через пролив между Шотландией и Исландией. Ветвь атлантических вод, текущая к северу от пролива Шотландия-Исландия, разветвляется и достигает Гренландского и Баренцева морей. Соответственно, было обнаружено возрастающие концентрации пластика к северу в Гренландском море и особенно высокие концентрации у желоба Святой Анны, на северо-восточной окраине Баренцева моря, зоны, где было зарегистрировано глубоководное образование [17].

Поверхностный слой атлантической воды охлаждается по мере того, как течет на север, становясь все более плотным и, наконец, опускается вниз, что, вероятно, подразумевает высвобождение плавучего груза и его накопление к самым северным границам Гренландского и Баренцева морей, где острова и архипелаги служат препятствием для дальнейшего распространения морского мусора в Северном Ледовитом океане [17].

Морской мусор, поступающий в Северный Ледовитый океан, может поставляться с морских маршрутов вдоль норвежского побережья или из Северного моря, а также из более отдаленных регионов, такой вывод сделали исследователи, одним из которых является Андрес Козар – профессор биологии из Кадисского университета в Испании. Отчет исследования «Северный Ледовитый океан как тупик для плавающих пластмасс в североатлантическом ответвлении термохалинской циркуляции» был опубликован в журнале *Science Advances*. Он свидетельствует о том, что большая часть отходов поднимается с глубин в результате термохалинной циркуляции – точно так же, как теплые воды

попадают в Арктику. Следовательно, с потеплением в Арктике загрязнение морской и прибрежной среды морским мусором станет для региона обычным делом [17].

1.2.1 Циркуляция вод Баренцева моря и Карского моря

Баренцево-Карский регион является наиболее экономически развитым регионом в российском арктическом секторе. Значительный промышленный промысел ведется в Баренцевом море из-за высокой продуктивности этих вод. Нефтяная промышленность быстро развивается на южных берегах. Из-за этой высокой промышленной активности регион испытывает значительное давление со стороны морских перевозок [28].

Баренцево море имеет сложную систему поверхностных и глубинных течений, наиболее распространенным свойством которых является движение воды против часовой стрелки. Самым мощным и устойчивым течением, определяющим гидрологический режим этого района, является теплое Нордкапское течение. Она входит в Баренцево море с запада и, двигаясь на восток со скоростью 25 см/с, разделяется на несколько рукавов, которые несут более теплые воды из более населенных южных районов Атлантики [14,28].

Примерно на 25° в.д. Нордкапское течение разделяется на Прибрежное Мурманское и Мурманское течения [14].

Прибрежное Мурманское течение шириной 40—50 км распространяется к юго-востоку вдоль берегов Кольского полуострова, проникает в Горло Белого моря, где встречается с выходным Беломорским течением и со скоростью 15—20 см/с следует на восток. Остров Колгуев разделяет Прибрежное Мурманское течение на Канинское, уходящее в юго-восточную часть моря и далее к проливам Карские Ворота и Югорский Шар, и Колгуевское, идущее вначале на восток, а затем на северо-восток, к побережью Новой Земли [14].

Мурманское течение шириной около 100 км со скоростью порядка 5 см/с распространяется значительно мористее Прибрежного Мурманского. Около

меридиана 40° в.д., встретив повышение дна, оно поворачивает на северо-восток и дает начало Западно-Новоземельскому течению, которое вместе с частью Колгуевского течения и поступающим через Карские Ворота холодным течением Литке образует восточную периферию общего для Баренцева моря циклонического круговорота [14].

Также ясно выражены холодные течения в Баренцевом море. Вдоль возвышенности Персея, с северо-востока на юго-запад, вдоль Медвежинского мелководья проходит течение Персея. Сливаясь с холодными водами у о. Надежды, оно образует Медвежинское течение, скорость которого равна примерно 50 см/с [14].

На течения Баренцева моря существенно влияют крупномасштабные барические поля. Так, при локализации Полярного антициклона у берегов Аляски и Канады и при относительно западном расположении Исландского минимума Западно-Новоземельское течение проникает далеко на север, и часть его вод уходит в Карское море. Другая часть этого течения отклоняется на запад и усиливается водами, поступающими из Арктического бассейна (восточнее Земли Франца-Иосифа). Увеличивается приток поверхностных арктических вод, приносимых Восточно-Шпицбергенским течением [14].

При значительном развитии Сибирского максимума и одновременно более северном расположении Исландского минимума преобладает вынос вод из Баренцева моря через проливы между Новой Землей и Землей Франца-Иосифа, а также между Землей Франца-Иосифа и Шпицбергенем [14].

Поставщиками морского мусора на острова также являются северные крупные реки, такие как Обь и Енисей, на которых стоят сибирские города.

В 54-м рейсе НИС “Академик Мстислав Келдыш”, на основе использования широкого арсенала технических средств получен материал, позволяющий исследовать динамику вод и гидрологическую структуру юго-западной части Карского моря [2].

Информация об общей циркуляции вод Карского моря является противоречивым, так как имеется несколько различных схем средних течений.

Согласно одной из них, и в поверхностных, и в глубинных слоях моря циркуляция имеет циклонический характер. Основные элементы этой циркуляции включают в себя: Восточно-Новоземельское течение, Ямальское течение, Западно-Таймырское течение [2].

Восточно-Новоземельское течение является продолжением Западно-Новоземельского течения в Баренцевом море, огибающего Новую Землю с севера, и следует на юго-запад вдоль восточного склона Новой Земли. Ямальское течение образовано отчасти потоком вод, поступающим из Баренцева моря через проливы Карские Ворота и Югорский Шар и распространяющееся на северо-восток вдоль западного склона полуострова Ямал. Западно-Таймырское течение является продолжением Ямальского, распространяющееся вдоль берегов Сибири вплоть до пролива Вилькицкого и проникающее в море Лаптевых. Как Ямальское, так и Западно-Таймырское течения ветвятся и выносят опресненные речным стоком воды Карского моря в Центральную Арктику и в море Лаптевых. Заток соленых глубинных баренцевоморских и модифицированных атлантических вод в Карское море осуществляется через проливы Карские Ворота и Югорский Шар, а также по глубоководным желобам Святой Анны и Воронина [2].

Согласно другим, более современным схемам, базирующимся на данных судовых измерений ADCP (акустический доплеровский измеритель течения), измерениях течений на нескольких заякоренных буйках, а также численном и лабораторном моделировании, циркуляция представляется несколько иной. А именно: поток теплой и более соленой воды из Баренцева моря распространяется на северо-восток вдоль восточного берега Новой Земли до ее северной оконечности. Пресноводный вынос рек Оби и Енисея на устьевом взморье и севернее образует антициклонический круговорот с интенсификацией переноса на северо-восток на его западной периферии, часть вод которого затем сливается с северо-восточным течением вдоль берега Новой Земли [2].

Под влиянием речного стока, течений и притока из других морей воды Карского моря образуют четко определенную циркуляцию против часовой

стрелки на юго-западе и менее отчетливую на севере [28]. Основные поверхностные течения в исследуемом регионе представлены на рисунке 1.

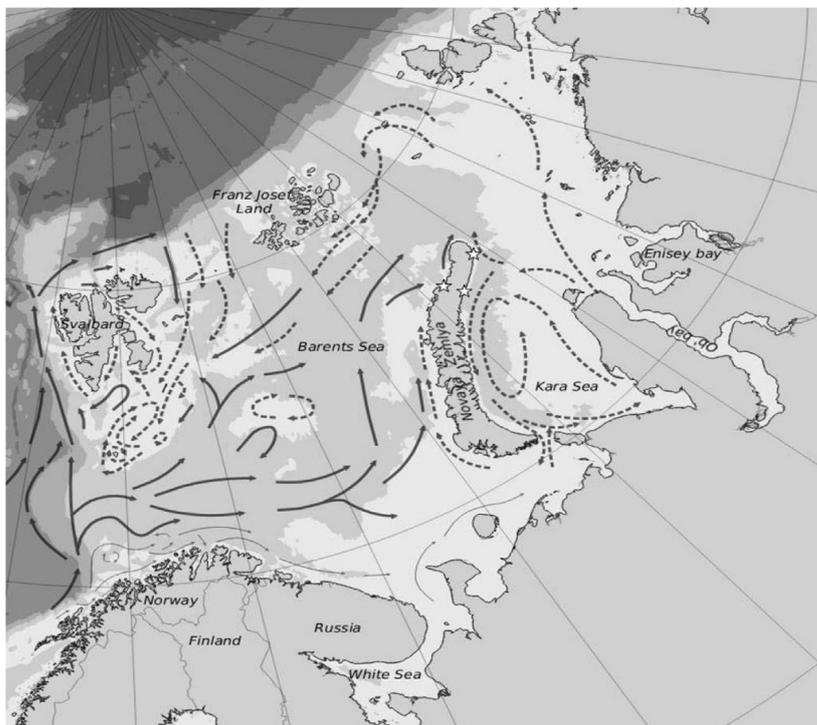


Рисунок 1 – Основные поверхностные течения Западной Арктики.

Сплошные толстые стрелки – теплые течения, пунктирные стрелки – холодные течения, сплошные тонкие стрелки – прибрежные течения [28]

1.3 Последствия от морского мусора

Высокие концентрации морского мусора простираются до удаленных арктических вод, подчеркивая глобальный масштаб загрязнения морской среды. Уникальность арктической экосистемы делает потенциальные экологические последствия воздействия морского мусора особой проблемой [23].

Морской мусор накапливается в морях в таких огромных количествах, что образует мусорные пятна. В результате сегодня в Мировом океане появились пять гигантских «мусорных пятен», по размерам сравнимых с целыми

континентами. По два таких скопления находятся в Атлантике и Тихом океане, одно в Индийском. В морях Российской Арктики нет мусорных пятен, предположительно, из-за относительно не сильной антропогенной нагрузки по сравнению с акваториями, где присутствуют мусорные пятна [7,17].

Пластиковые и прочие твердые отходы от источников на суше и море, утерянные грузы, оставленные, утерянные и выброшенные орудия лова ALDFG, и брошенные или бесхозные суда, причиняют прямо или косвенно вред прибрежным и морским видам, а также среде обитания, состоянию экономики, здоровью и безопасности человека, и неотъемлемым ценностям общества. Экологические, экономические и социальные последствия проблемы морского мусора должны быть хорошо проработаны, чтобы грамотно расставлялись приоритеты и разрабатывались стратегии противодействия последствиям, вызывающим наибольшую озабоченность в регионе, стране или местности.

Экологические последствия. Многие виды морского мусора вызывают серьезные угрозы морской природной жизни из-за процесса запутывания. Запутывание животных в морском мусоре приводит к ограничению мобильности и к ограниченности движений, что в результате может стать причиной голода, удушья, глубоких порезов, инфекционных заболеваний, и возможной смерти морских животных. Такие предметы, как упаковочные материалы и брошенные орудия лова ALDFG, включая сети, лески и ловушки, часто являются виновниками запутывания и улавливания [26].

Заглатывание морского мусора, непосредственно мелких или разлагающихся пластиковых предметов является распространенной проблемой, отмечаемой у многих морских животных. Заглатывание неподвижного, не перевариваемого морского мусора, как установлено, приводит в результате к физическим нарушениям во рту, желудочно-кишечном тракте и стенках желудка различных видов. Некоторые нарушения, такие как желудочно-кишечная непроходимость, могут препятствовать животному в приеме пищи, что приводит к недоеданию и, в конечном счете, голоду [21].

Актуальные исследования на Шпицбергене доказывают, что 88% обследованных птиц имели в желудке частицы пластмассы. Заглатывают морской мусор и гренландские полярные акулы [1].

Морской мусор может вызывать нарушения состояния морских местообитаний, их деградацию или разрушение из-за такого физического вмешательства, как нарушение дневного света, придание шероховатости поверхности и абразии.

Некоторые виды морского мусора, особенно, пластик, стали поглощать и концентрировать в себе загрязнители, присутствующие в качестве экологических загрязнителей в водной окружающей среде. Такие загрязнители, как полихлорбифенилы (ПХБ) и хлорорганические пестициды были обнаружены в пластиковом морском мусоре. Такие фрагменты пластика, оставшиеся после потребителя, вместе с предпроизводственными гранулами из пластиковых полимеров, найденные в Тихом океане при тестировании, показали положительный результат по содержанию таких устойчивых органических загрязнителей, как дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ), полициклические ароматические углеводороды и алифатические углеводороды [15].

Химические загрязнители представляют собой непосредственную и постоянную угрозу пищевым сетям в море и на берегу. Известно, что многие из этих загрязнителей, такие как ПХБ и ДДТ, нарушают деятельность эндокринной системы и являются токсичными для внутриутробного развития. Подверженность воздействию этих химических соединений на дородовой стадии или в начальный период после рождения может привести к необратимым последствиям у животных и людей [16].

Экономические последствия. Загрязнение морской среды и пластиковый мусор оказывают значительное влияние на мировую экономику. Мировые экономические потери из-за загрязнения морской среды отходами с точки зрения его воздействия на туризм, рыбный промысел и аквакультуру вместе с затратами на очистку в 2018 году оценивались по меньшей мере в 6–19 миллиардов

долларов США. К 2040 году бизнес может столкнуться с ежегодными финансовыми потерями в размере 100 миллиардов долларов США.

Брошенные орудия лова ALDFG продолжают способствовать прилову, нанесению увечий и гибели живых существ в океане посредством процессов, известных как “призрачное” рыболовство. Хотя масса и степень потерь от него могут варьироваться, призрачное рыболовство негативно сказывается на рыболовецкой отрасли. Все утерянные и забытые рыболовные снасти порой продолжают вылавливать экономически важные виды рыбы, крабов и омаров помимо промысловых рыб и ракообразных. С уменьшением популяций, коммерческое рыболовство может понести экономические потери, и возможности восстановления рыбных популяций начнут снижаться [24].

Здоровье человека и безопасность. Морской мусор может напрямую влиять на здоровье человека и его безопасность самым различным образом. Морской мусор, становясь угрозой судоходству, может начать угрожать безопасности человека, лишая суда управляемости, повергая их пассажиров в состояние беспомощности, и обуславливая необходимость проведения операций по спасению.

Морской мусор способен влиять на состояние здоровья человека на берегу. Такие предметы, как битое стекло, медицинские отходы, веревки и рыболовные лески и крючки представляют собой непосредственные риски для безопасности человека, когда их находят на пляже и на мелководье под водой, поскольку этот мусор может стать причиной порезов и царапин у посетителей пляжей [27].

Выброшенные отходы предметов личной гигиены и медицины часто попадают в стоки отходов непосредственно через сбросы в систему канализации или из-за плохих систем очистки канализации, и могут, тем самым, стать причиной серьезной озабоченности качеством воды. Этот мусор может также вызвать присутствие невидимых патогенных загрязнителей, таких как стрептококки, фекальные колиформные бактерии и прочие бактериальные загрязнители [18].

1.4 Меры по предотвращению и борьбе с морским мусором

Проблема морского мусора является составной частью более широкой проблемы обращения с отходами, которая становится серьезной проблемой для здравоохранения и охраны окружающей среды во многих странах. Упущения в реализации и обеспечении соблюдения существующих международных, региональных, национальных правил и стандартов, которые могли бы улучшить ситуацию, вместе с низким просвещением основных заинтересованных сторон и широкой общественности, являются основными причинами, по которым проблема морского мусора не только сохраняется, но и продолжает увеличиваться по всему миру [25].

Меры по предотвращению образования морского мусора включают в себя мероприятия по улучшению работы в области обращения с отходами, а также просветительские мероприятия.

Меры по борьбе с существующим морским мусором включают операции по очистке пляжей и морского дна, проекты, позволяющие рыболовным судам оставлять морской мусор, пойманный в рыболовных снастях, на берегу без необходимости платить какую-либо плату за мусор и т.д.

Меры по сокращению или предотвращению морского мусора являются частью управления отходами в обществе в целом. Эффективное управление отходами должно начинаться с предотвращения образования отходов – то, что никогда не производится, не подлежит утилизации и не может стать морским мусором. Второй шаг заключается в сборе уже образовавшихся отходов и обеспечении надлежащего ухода за ними для повторного использования и переработки материалов и продуктов [25].

Одним из основных источников морского мусора являются суда. Чтобы предотвратить попадание морского мусора с торговых судов, морских платформ и туристических судов, следует приложить усилия для сокращения образования отходов на борту судов и платформ.

Что касается морского мусора с рыболовных судов, то необходимо сократить образование отходов на борту, и следует подготовиться к хранению отходов на борту до тех пор, пока они не сойдут на берег. Все рыболовные снасти, особенно дрейфтерные сети, должны быть помечены, чтобы их можно было найти снова, если они будут потеряны в море. Рыболовные снасти нельзя намеренно выбрасывать в водный объект, их необходимо доставлять на берег для надлежащей утилизации [25].

Образование, информация и профессиональная подготовка являются жизненно важными компонентами всех усилий, направленных на более рациональное использование отходов в обществе в целом. Судовладельцам, операторам судов, экипажам, пользователям портов, рыбакам, пользователям прогулочных судов и широкой общественности необходимы образование и профессиональная подготовка для повышения осведомленности об ответственности каждого за предотвращение загрязнения морской среды.

В Федеральный Закон «Об отходах производства и потребления» были внесены кардинальные изменения. В соответствии с ними были законодательно закреплены разработка территориальных схем обращения с отходами и региональных программ, создание регионального оператора по обращению с отходами, расширена ответственность российских производителей и импортёров определённых товаров.

Начиная с 2016 г. российские производители определённых товаров и их импортёры обязаны ежегодно обеспечивать утилизацию отходов от них в количестве до 30% (норматив утилизации) количества товаров, выпущенных в обращение в России в предыдущем календарном году. Для предприятий и организаций, не желающих утилизировать отходы, устанавливается экологический сбор. Например, его ставка по группе № 21 «Изделия пластмассовые упаковочные» составляет 3 844 руб. за т [5].

1.5 Общая характеристика района исследования

Национальный парк «Русская Арктика» начал свою работу 15 июня 2009 года. Она является самой северной и самой большой особо охраняемой природной территорией в России, в нее входит северная часть острова Северный архипелаг Новая Земля с прилегающими островами и государственный природный заказник федерального назначения «Земля Франца Иосифа» [9].

На побережье островов мониторинг морского мусора ведется регулярно. До 2019 года к сбору и утилизации морского мусора привлекались сторонние организации, однако из-за быстрого темпа распространения морского мусора, его опасности для окружающей среды и животного мира, работниками национального парка было решено проводить мониторинг морского мусора самостоятельно [6].

Были исследованы за три года (2019 – 2021 гг.) побережья мыса Желания, о. Земля Александры и о. Белл.

Мыс Желания – мыс на о. Северный архипелаг Новая Земля. Данная территория представляет из себя обрывистый утёс высотой до 28 метров, соединённый с берегом с низким перешейком. Поверхность участка представляет собой возвышенную равнину, сложенную из светло-серого песчаника, который подвергается сильному выветриванию. На перешейке есть два озера реликтового происхождения (оз. Отрадное и оз. Аномальное), сам же перешеек состоит из песчаника с примесью глины, песка и гравия. Мыс характеризуется скудной растительностью, в низинах растут мхи и лишайники, в южной части на возвышенных местах встречаются полярные маки. Животный мир представлен песцами, моржами, белыми медведями, нерпами, на скалистых берегах можно встретить колонии полярных птиц.

Мыс Желания омывается Карским и Баренцевым морем, именно от данного мыса принято проводить границу между двумя морями [8].

Около мыса находится полярная станция «Мыс Желания». На данный момент на мысе функционирует база национального парка «Русская Арктика».

Остров Земля Александры – остров архипелага Земля Франца-Иосифа. До 2009 года на данном острове работал аэродром «Нагурское», в настоящее же время он служит взлетно-посадочной площадкой. Также с таким названием до 1997 года на острове находилась гидрометеорологическая станция. В настоящее время вблизи военной части на данной территории ведутся строительные работы. Поэтому доставка грузов на Землю Александры — одно из популярных существующих направлений арктических перевозок. На острове расположены крупные ледники, но тем не менее, здесь расположен городок пограничников, включающий энергоблок, большой склад и жилой корпус [3].

К числу островов архипелага Земля Франца-Иосифа также относится и остров Белл. По форме остров напоминает подкову, в центре которой расположена бухта Нильсена. Сложен песчаниками и галечниками. На острове преобладают каменистые пустоши с разреженной растительностью. Единственная гора «Колокол», бронированная базальтами, расположена на юго-востоке острова, её высота 343 метра. У подножия расположено озеро, на северном берегу которого располагается дом Эйры. Остров омывается Баренцевым морем [4].

Глава 2. Методики исследования морского мусора

При уборках прибрежных территорий работники национального парка «Русская Арктика» руководствовались адаптированной под условия парка методике с модифицированным протоколом (листом исследования участка), который учитывает возможность обнаружения определенных видов морского мусора по результатам предыдущих наблюдений. В основе лежат две методики: 1) MSFD (Marine Strategy Framework Directive), применяемая в европейских морях и на их побережьях [19]. 2) OSPAR, широко используемая при мониторинге морского мусора на берегах Норвегии, в том числе и архипелага Шпицберген, территории во многом схожей с территориями национального парка [20].

MSFD (Европейская комиссия, 2013) требует от своих европейских государств-членов достижения и поддержания хорошего экологического состояния в европейских морях. «Руководство по мониторингу морского мусора в европейских морях» предлагает протоколы, позволяющие отслеживать морской мусор в различных морских отсеках. В нем определяются стратегии выбора правильных берегов для мониторинга и устанавливается подробный стандартный список объектов [28].

При планировании обследований морского мусора необходимо проводить различие между обследованиями постоянного запаса, где общая нагрузка мусора оценивается во время одноразового подсчета, а также оценки скорости накопления и загрузки во время регулярных повторных обследований одного и того же участка пляжа с первоначальным и последующим удалением мусора. Оба типа обследований предоставляют информацию о количестве и типах мусора, однако только обследования накопления дают информацию о скорости осадения мусора и тенденциях загрязнения мусором. Поскольку MSFD требует оценки тенденций в морском мусоре, зарегистрированном на береговых линиях, в протоколе рекомендуются только методы оценки накопления [19].

Мониторинг морского мусора в прибрежной зоне должен обеспечивать основу для разработки мер управления, контроля и позволять оценивать эффективность стратегий смягчения последствий. Это также должно помочь понять уровень угрозы, которую представляет морской мусор для окружающей среды [19].

Оценка должна позволять оценивать тенденции в количестве мусора, вымываемого на берег или осаждаемого на береговых линиях, включая анализ его состава, и, по возможности, выявление источника.

По мере накопления мусора на пляжах следует проводить обследования через равные промежутки времени таким образом, чтобы периоды накопления были примерно одинаковой длины [19].

По некоторым предметам морского мусора, найденных на побережье, можно определить его источник. В основном это предметы, полученные в результате рыболовства, или мусор, смываемый в канализационные системы. Источники некоторых товаров должны быть определены на региональном уровне, поскольку первоначальные оценки мусора на береговых линиях показывают, что источники для данного товара могут отличаться в разных регионах [19].

Стратегия мониторинга морского мусора. В идеале выбранные участки должны отражать обилие и состав мусора для данного региона. По возможности следует использовать приведенные критерии: минимальная длина 100 метров; низкий или умеренный уклон (15-45 °), который исключает очень мелкие приливные илистые участки; свободный доступ к морю, чтобы морской мусор не был экранирован антропогенными сооружениями; доступны для съемочных групп круглый год, хотя необходимо уделить некоторое внимание участкам, которые зимой покрываются льдом, и трудностям доступа к очень отдаленным районам [19].

Рекомендуется проводить не менее четырех исследований в год. Предлагаются следующие периоды обследования в зимний период: середина декабря–середина января; в весенний: апрель; в летний: середина июня–

середина июля; в осенний: середина сентября–середина октября. Однако из-за значительных сезонных колебаний количества мусора, выбрасываемого на берег, первоначально может потребоваться более высокая частота обследований для выявления существенных сезонных закономерностей, которые затем можно учитывать при обработке исходных данных для анализа долгосрочных тенденций.

Очень важно задокументировать и охарактеризовать места проведения обследования. Поскольку обследования должны повторяться на одном и том же участке, координаты участка должны быть задокументированы [19].

Рекомендуется использовать документацию по пляжу с морским мусором и форму характеристики вопросника ОСПАР по пляжу с морским мусором (Комиссия ОСПАР 2010 год) [20].

Как только пляж выбран, можно определить единицы отбора проб. Единица отбора проб представляет собой фиксированный участок пляжа покрытие всей территории между кромками воды или от береговой линии до задней части пляжа.

Для целей мониторинга на слегка или умеренно замусоренных пляжах рекомендуется использовать не менее 2 участков по 100 м на одном и том же пляже. Не менее 2 участков по 50 м для сильно замусоренных пляжей [19].

Необходимо использовать постоянные контрольные точки, чтобы гарантировать, что для всех обследований будет контролироваться один и тот же участок. Начальная и конечная точки каждой единицы выборки могут быть определены различными методами.

Единицей, в которой оценивается мусор на береговой линии, может быть количество, вес или объем, или комбинация этих единиц. Количество предметов рекомендуется использовать в качестве стандартной единицы мусора, подлежащей оценке на береговой линии [19].

Оценка веса, собранного морского мусора, проблематична, поскольку она зависит от того, являются ли предметы влажными или сухими, и часто от того, покрыты они песком и гравием или заполнены ими. Некоторые предметы даже

слишком велики, чтобы их можно было взвесить, и их вес необходимо оценить. Оценка объема мусора также проблематична, поскольку она зависит от её степени сжатия. Измерения объема мусора нелегко воспроизводимы и дают лишь приблизительное представление о количестве зарегистрированного мусора [19].

Все элементы, обнаруженные в единице выборки, должны быть внесены в формы обследования. В бланках опроса каждому элементу присваивается уникальный идентификационный номер. Данные должны быть введены в анкету опроса во время сбора мусора. Неизвестный мусор или предметы, которых нет в форме опроса, должны быть отмечены в соответствующем разделе “другие предметы”. В форму опроса записывается краткое описание элемента.

Существует основной список категорий и предметов мусора. Этот список включает в себя список категорий и предметов, которые должны быть зарегистрированы во время обследования пляжного мусора. Окончательный список MSFD содержит 213 товаров, классифицированных по девяти категориям: искусственные полимерные материалы, химикаты, ткань/текстиль, резина, стекло/керамика, металл, бумага/ картон, обработанная древесина и неопознанные [19].

Глава 3. Анализ и визуализация результатов исследования

Для сбора и учета морского мусора работниками национального парка «Русская Арктика» были созданы пробные площадки на трех островах: остров Северный архипелаг Новая Земля, остров Земля Александры и остров Белл (см. таблица 1). Мониторинг морского мусора собственными силами парк проводит с 2019 года [6]. На сегодняшний день имеются данные о мониторинге морского мусора на побережьях национального парка «Русская Арктика» до 2021 года.

Таблица 1 – Описание местоположения исследуемых пляжей

ID пляжа	Остров	Описание места нахождения пляжа
НЗ001	м. Желания (о. Северный архипелаг Новая Земля)	побережье Баренцева моря к западу от м. Желания
НЗ002	м. Желания (о. Северный архипелаг Новая Земля)	побережье Баренцева моря между м. Желания и м. Маврикия
НЗ003	м. Желания (о. Северный архипелаг Новая Земля)	побережье Карского моря рядом с полевой базой
ЗФИ001	о. Земля Александры	у м. Бердовского
ЗФИ002	о. Земля Александры	у безымянного мыса между м. Бердовского и м. Заманчивым
ЗФИ003	о. Земля Александры	бухта Северная
ЗФИ005	о. Белл	южное побережье



Рисунок 2 – Расположение мыса Желания, острова Земля Александры и острова Белл на карте Западной Арктики (QGIS)

3.1 Мониторинг морского мусора в 2019 году

В 2019 году было выбрано пять пробных площадок: две на о. Земля Александры и три на м. Желания (см. таблица 2). Весь собранный морской мусор был зафиксирован и сфотографирован.

Таблица 2 – Местоположение пробных площадок и дата уборок в 2019 году

№ пробной площадки	ID пляжа	Координаты пробных площадок		Дата
ЗФИ001-19	ЗФИ001	N80°46'58''	E48°32'1''	24.07.2019
ЗФИ002-19	ЗФИ002	N80°46'13''	E48°34'35''	24.07.2019
НЗ001-19	НЗ001	N76°57'15''	E68°31'45''	10.07.2019
НЗ002-19	НЗ002	N76°57'3''	E68°30'30''	12.08.2019
НЗ003-19	НЗ003	N76°56'52''	E68°32'37''	13.09.2019

Таблица 3 – Собранный морской мусор в 2019 году

Дата, время	Место сбора мусора	Описание мусора
24.07.2019, 14:00	ЗФИ001-19	Сети - 3 кг Канистры - 1 кг Мелкий пластиковый мусор - 0,4 кг Поплавки из алюминия - 0,3 кг Монтажная пена - 0,3 кг
24.07.2019, 15:30	ЗФИ002-19	Сети - 17 кг Канистры - 8 кг Ящик для рыбы - 4 кг Монтажная пена - 0,3 кг Мелкий пластик - 1 кг
10.07.2019 10-00	Н3001-19	Веревки, остатки сетей – 40% Пластиковая тара, упаковка – 50% Металлический мусор – 10%
12.08.2019	Н3002-19	Веревки, остатки сетей – 34% Пластиковая тара, упаковка – 60% Металлический мусор – 2% Стекло – 4%
13.09.2019	Н3003-19	Веревки, остатки сетей – 4% Пластиковая тара, упаковка – 80% Металлический мусор, консервные банки – 8% Стекло – 8%

На рисунке 3 и рисунке 4 представлены фотографии двух участков о. Земля Александры, они были предоставлены сотрудниками ФГБУ «Национальный парк «Русская Арктика».

На первом участке было собрано всего 5 кг морского мусора, на втором же 30,3 кг, хотя участки находятся неподалеку друг от друга. В обоих случаях наиболее весомым морским мусором являются рыболовные сети.

Морской мусор, собранный на двух участках, в большей степени, относится к категории «пластик, полистирол», на первом участке это сети, канистры, мелкий пластиковый мусор, монтажная пена, на втором – сети, канистры, ящик для рыбы, монтажная пена и мелкий пластик. Но на первом

участке (более севернее) кроме пластикового мусора встречается также и металлический мусор в виде поплавков из алюминия. Собранный мусор за 2019 год на острове Земля Александры представлен на рисунке 5 и 6, фотографии были сделаны Перхуровым Р.А.



Рисунок 3 – Участок пляжа у мыса Бердовского в 2019 г. (Р.А. Перхуров)



Рисунок 4 – Участок пляжа у безымянного мыса в 2019 г. (Р.А. Перхуров)



Рисунок 5 – Морской мусор, собранный на первом участке в 2019 г. (Р.А. Перхуров)



Рисунок 6 – Морской мусор, собранный на втором участке в 2019 г. (Р.А. Перхуров)

«Пластик, полистирол» и «металл» – категории морского мусора, которые были собраны за полевой сезон в 2019 году на о. Земля Александры. У безымянного мыса был собран исключительно пластиковый мусор (100%), а на м. Бердовского он составляет 60% от всего собранного морского мусора, 40% составляют алюминиевые поплавки. Визуализация представленных результатов продемонстрирована на рисунке 7.

Судя по собранному морскому мусору, можно сделать вывод, что основным источником загрязнения является рыболовство, это доказывают найденные сети, поплавки и ящик для рыбы. Ящик для рыбы возможно был сброшен с рыболовного судна.

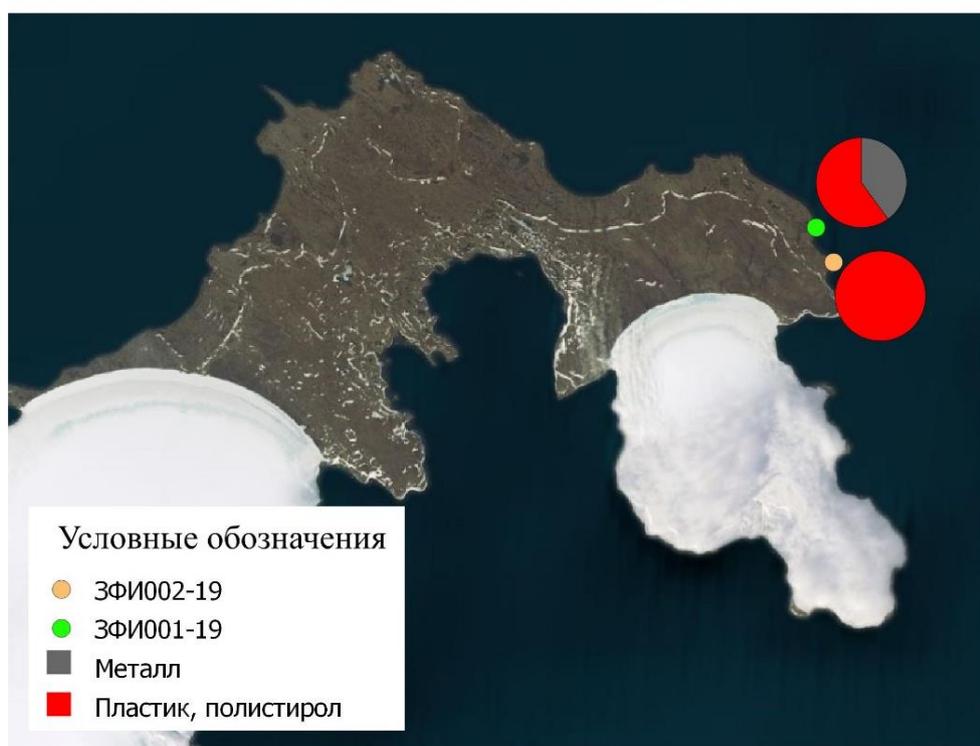


Рисунок 7 – Морской мусор на двух пробных площадках на о. Земля Александры, собранный в полевой сезон 2019 г. (Google Earth, QGIS)

В отличие от морского мусора, собранного на острове Земля Александры, на мысе Желания был собран морской мусор из различных категорий.

Собранный морской мусор представлен на рисунках 8-10 (фотографии были предоставлены сотрудниками ФГБУ «Национальный парк «Русская Арктика»).



Рисунок 8 – Морской мусор, собранный участке к западу от м. Желания

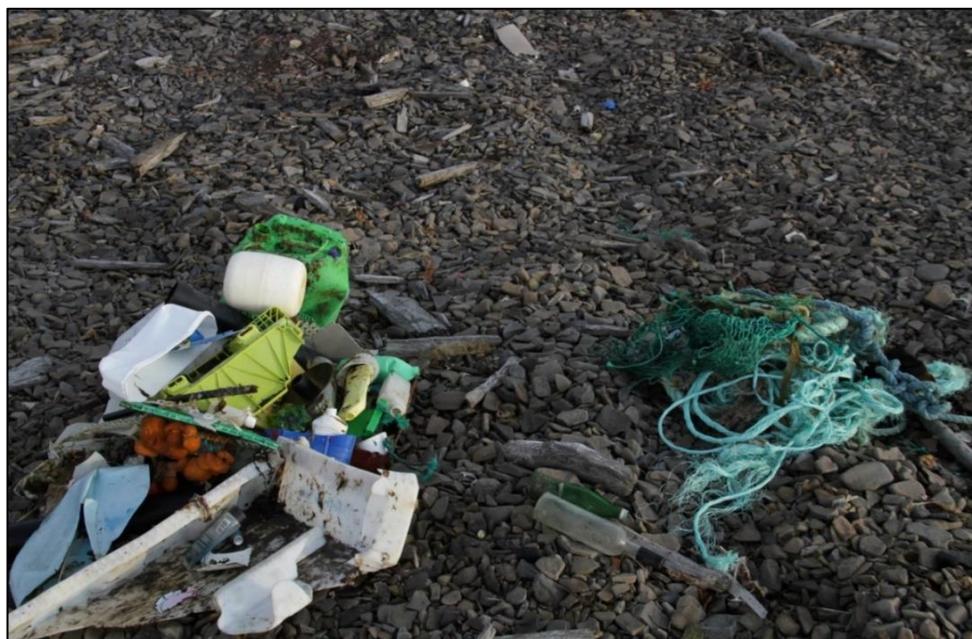


Рисунок 9 – Морской мусор, собранный участке между м. Желания и м. Маврикия



Рисунок 10 – Морской мусор, собранный на участке рядом с полевой базой

Морской мусор, относящийся к категории «пластик, полистирол» составляет подавляющую долю от собранного мусора на всех трех пробных площадках. На пробных площадках, омываемые Баренцевым морем «веревки, остатки сетей» из категории «пластик, полистирол» составляют 40% и 34 %, а на участке, омываемый Карским морем «веревки, остатки сетей» составляет всего 4%.

Также на всех трех участках встречается металлический мусор. И только возле полевой базы и между м. Желания и м. Маврикия встречается стеклянный мусор в виде банок и бутылок, которые можно увидеть на рисунке 9 и рисунке 10.

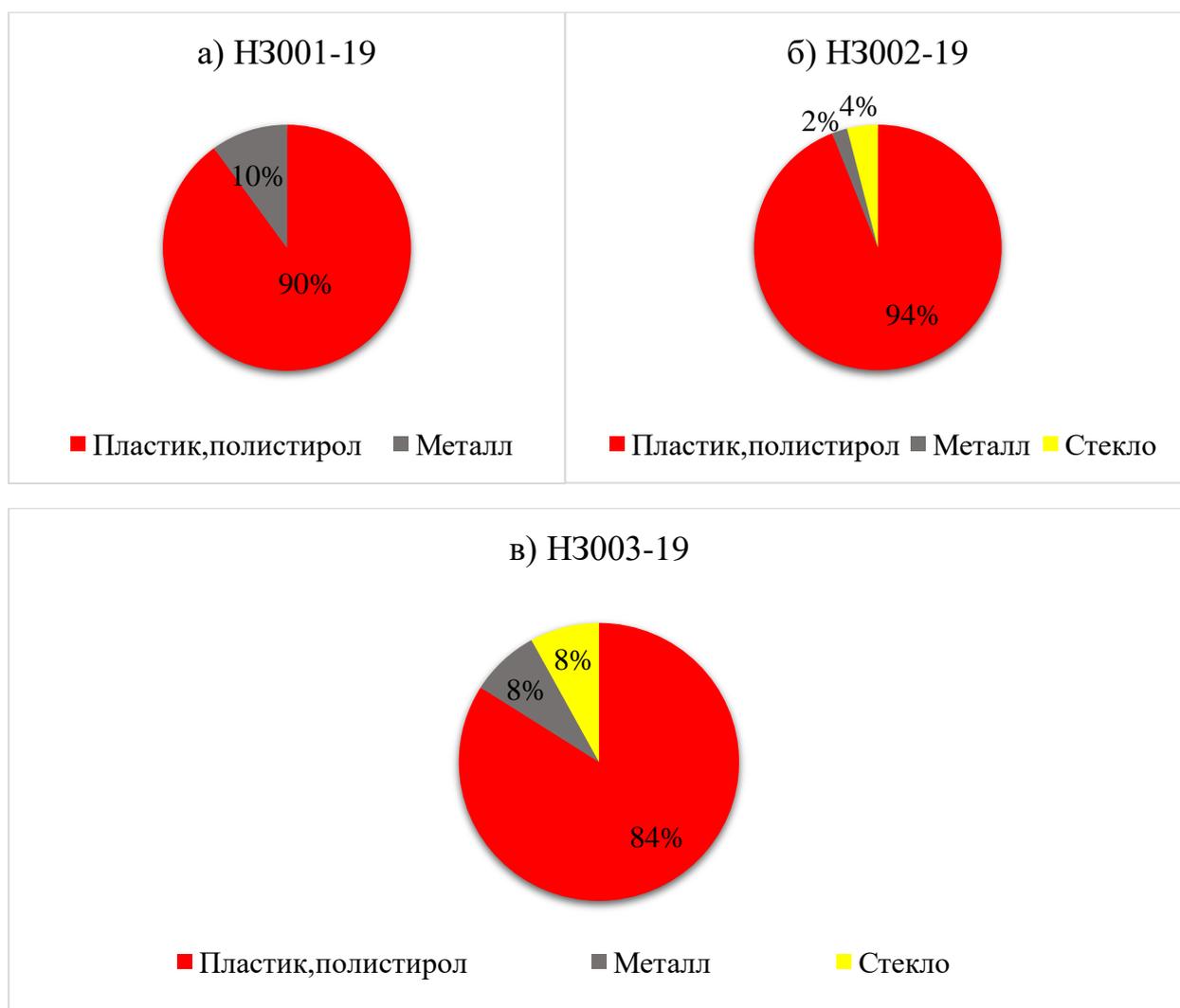


Рисунок 11 – Диаграммы процентного соотношения морского мусора по категориям на пробных площадках H3001-19 (а); H3002-19 (б); H3003-19 (в)

Визуализация результатов исследования представлена на рисунке 12, на которой можно увидеть местоположение пробных площадок и процентное соотношение собранного морского мусора на каждом участке.

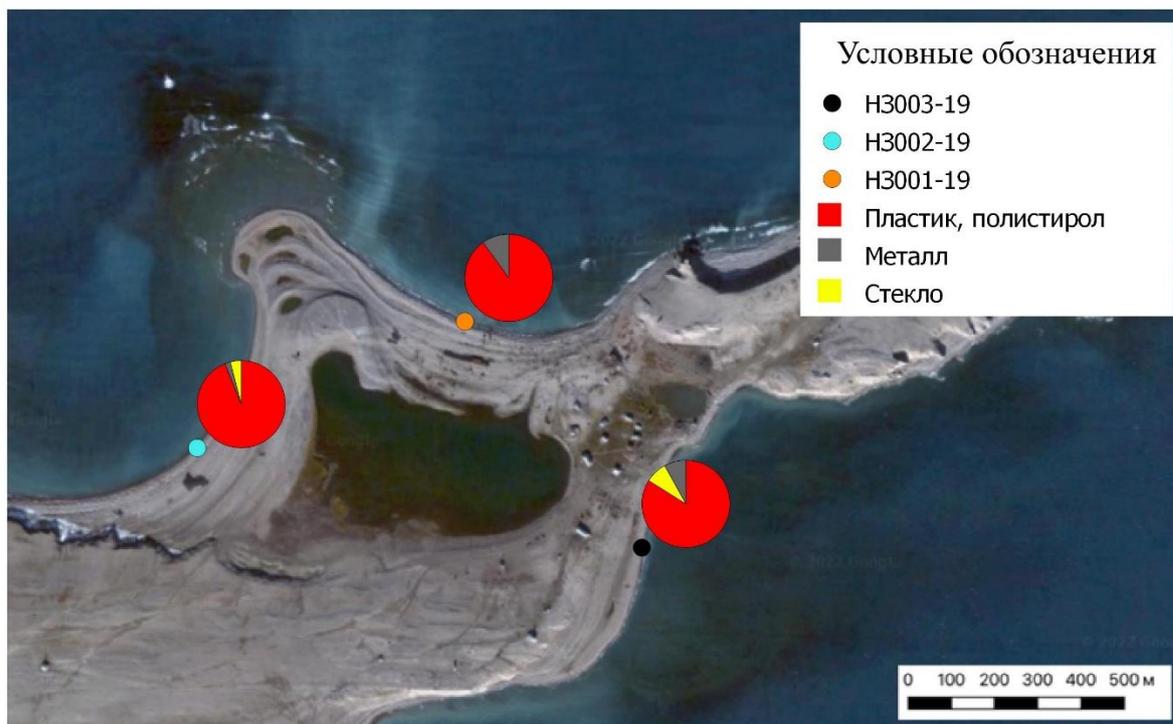


Рисунок 12 – Морской мусор на трех пробных площадках на мысе Желания, собранный в полевой сезон 2019 г. (Google Earth, QGIS)

В целом, морской мусор, собранный в 2019 году это изделия из полимерных материалов. Исходя из данных и полученный графиков можно сделать вывод, что основными источниками загрязнения побережья, омываемое Баренцевым морем, является рыболовство, так как было обнаружено множество рыболовных снастей (сети, веревки, поплавки, ящики для рыбы). На площадке, омываемой Карский морем, рыболовных снастей было обнаружено меньше, зато было найдено множество пластиковых упаковок, стекла и консервных банок, которые, судя по всему, были выброшены уже на месте.

3.2 Мониторинг морского мусора в 2020 году

В 2020 году было обследовано всего три пробных площадки, две на м. Желания и одна на о. Земля Александры, местоположение пробных площадок и даты уборок представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Местоположение пробных площадок и даты уборок в 2020 году

№ пробной площадки	ID пляжа	Координаты пробных площадок		Дата
НЗ001-20	НЗ001	N79°57'15''	E68°31'45''	15.08.2020
НЗ002-20	НЗ002	N79°57'3''	E68°30'40''	15.08.2020
ЗФИ003-20	ЗФИ003	N80°46'20''	E47°45'17''	30.07.2020

Таблица 5 – Собранный мусор в 2020 году

Дата	Место сбора мусора	Описание мусора
15.08.2020	НЗ001-20	Пластик – 12.24 кг (69.20%) Резина – 1.30 кг (7.30%) Металлический мусор – 4.15 кг (23.50%)
15.08.2020	НЗ002-20	Пластик – 12.65 кг (76.10%) Резина – 1.28 кг (7.70%) Металлический мусор – 2.68 кг (16.20%)
30.07.2020	ЗФИ003-20	2 пластик канистры – 0.6 кг, (18.6%) Целлофан – 0.2 кг (6.20%) Небольшие куски пластика – 0.22 кг, (6.2%) поплавок от сети – 0.1кг (3.10%) Дерево – 2 кг (62%)

Собранный морской мусор на м. Желания представлен на рисунке 13 и рисунке 14 (фотографии были предоставлены сотрудниками ФГБУ «Национальный парк «Русская Арктика»).

На территории мыса встречается морской мусор из трех категорий «пластик, полистирол», «резина», «металл». Первое занимает свыше 60% процентов на обоих участках, а меньшую долю занимаем «резина» (7%). Процентное соотношение морского мусора на пробных площадках м. Желания в 2020 году представлено на рисунке 15.



Рисунок 13 – Собранный морской мусор на п.п. Н3001-20



Рисунок 14 – Собранный морской мусор на п.п. Н3002-20

На первом участке (Н3001) было собрано всего 17,69 кг, а на втором (Н3002) 16,61 кг.

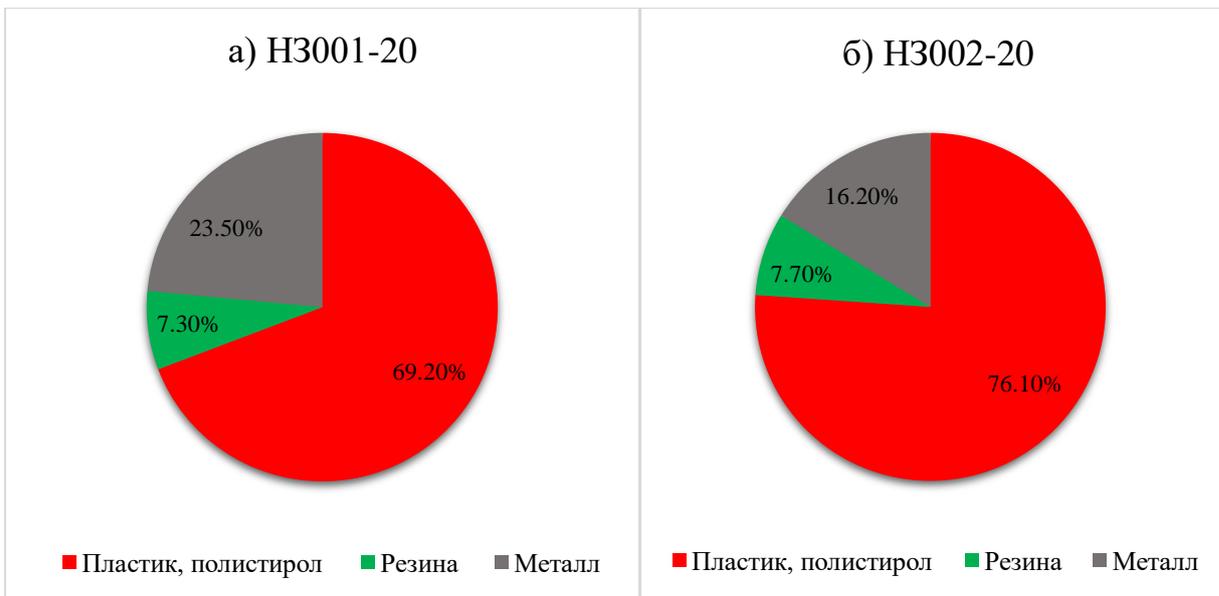


Рисунок 15 – Диаграмма процентного соотношения морского мусора по категориям, собранного на пробной площадке Н3001-20 (а); Н3002-20 (б)



Рисунок 16 – Морской мусор на двух пробных площадках на мысе Желания, собранный в полевой сезон 2020 г. (Google Earth, QGIS)

На о. Земля Александры исследовали одну пробную площадку (бухта Северная). На рисунке 17 представлен собранный морской мусор, по которому видно, что древесного мусора на данном участке было собрано больше, чем пластикового.



Рисунок 17 – Собранный морской мусор на п.п. ЗФИ003-20

На рисунке 18 представлена диаграмма, которая доказывает, что морской мусор из категории «обработанная древесина» преобладает на данном пляже и составляет 62%, а «пластик, полистирол» – 38%.

По собранному морскому мусору, можно предположить, что загрязнение побережья носит местный характер.



Рисунок 18 – Морской мусор на пробной площадке на о. Земля Александры, собранный в полевой сезон 2020 г. (Google Earth, QGIS)

3.3 Мониторинг морского мусора в 2021 году

В 2021 году было заложено пять пробных площадок для сбора и учета мусора. Четыре площадки на территории острова Северный архипелаг Новая Земля (мыс Желания) и одна пробная площадка на южном побережье острова Белл.

Весь собранный мусор записывали в протокол (приложение А) и разделяли на категории: пластик, полистирол; резина; одежда, текстиль; обработанная древесина; металл; стекло; керамика. Собранный мусор в 2021 году описан в таблице 7 (по главным категориям, более подробный список представлен в таблице 1 приложения А).

На побережье Баренцева моря к западу от м. Желания (НЗ001-21) за один сезон уборка пляжа была проведена два раза (в июне и в августе), для оценки скорости накопления морского мусора.

Таблица 6 – Местоположение пробных площадок в 2021 году

№ пробной площадки (п.п.)	ID пляжа	Координаты начала п.п.	Координаты конца п.п.	Дата уборки
НЗ001-21.1	НЗ001	N76°57'12'' E68°32'9''	N76°57'13'' E68°31'32''	17.06.2021
НЗ003-21	НЗ003	N76°56'57'' E68°32'47''	N76°57'0'' E68°32'50''	17.06.2021
ЗФИ005-21	ЗФИ005	N79°59'48'' E49°9'8''	N79°59'47'' E49°8'47''	23.06.2021
НЗ001-21.2	НЗ001	N76°57'13'' E68°31'58''	N76°57'15'' E68°31'44''	29.08.2021
НЗ002-21	НЗ002	N76°57'6'' E68°30'55''	N76°57'4'' E68°30'45''	29.08.2021

Таблица 7 – Собранный мусор в 2021 году

Дата	Место сбора мусора	Описание мусора
17.06.2021	НЗ001-21.1	Пластик, полистирол (908 шт, 8.8 кг) Резина (25 шт, 2.5 кг) Одежда, текстиль (3 шт, 5 кг) Обработанная древесина (84 шт, 9.7 кг) Металл (60 шт, 55.76 кг) Стекло (3 шт, 0.5 кг)
17.06.2021	НЗ003-21	Пластик, полистирол (77 шт, 1.2 кг) Резина (5 шт, 0.7 кг) Металл (77 шт, 29,87 кг) Керамика (2 шт, 0.5 кг)
23.06.2021	ЗФИ005-21	Пластик, полистирол (157 шт, 11.1 кг)
29.08.2021	НЗ001-21.2	Пластик, полистирол (7 шт, 0.5 кг) Металл (1 шт, 0.05 кг)
29.08.2021	НЗ002-21	Пластик, полистирол (11 шт, 1.5 кг) Обработанная древесина (2 шт, 0.4 кг)

На рисунке 19 представлена диаграмма процентного соотношения морского мусора по категориям, собранного на пробной площадке НЗ001-21.1. Пластиковый мусор составляет 83,69% от всего собранного мусора, на рисунке

20 описано распределение морского мусора по наименованию предметов внутри категории «пластик, полистирол», больший процент занимают веревки менее 1 см в диаметре (24,76%) и куски пластика или полистирола 2,5-50 см.

В июне на побережье Баренцева моря к западу от м. Желания было собрано в общей сложности 1083 предмета, принадлежащих к морскому мусору, с общим весом 82,26 килограммов. В августе на том же пляже было собрано 8 предметов, из них 87,5% – пластик, полистирол (веревки, сети и обрывки сетей, куски пластика или полистирола 2,5-50 см) 12,5% – металл (предметы металла менее 50 см) (см. рисунок 19). Было собрано мало предметов, это говорит о том, что основное накопление морского мусора происходит в другие сезоны.

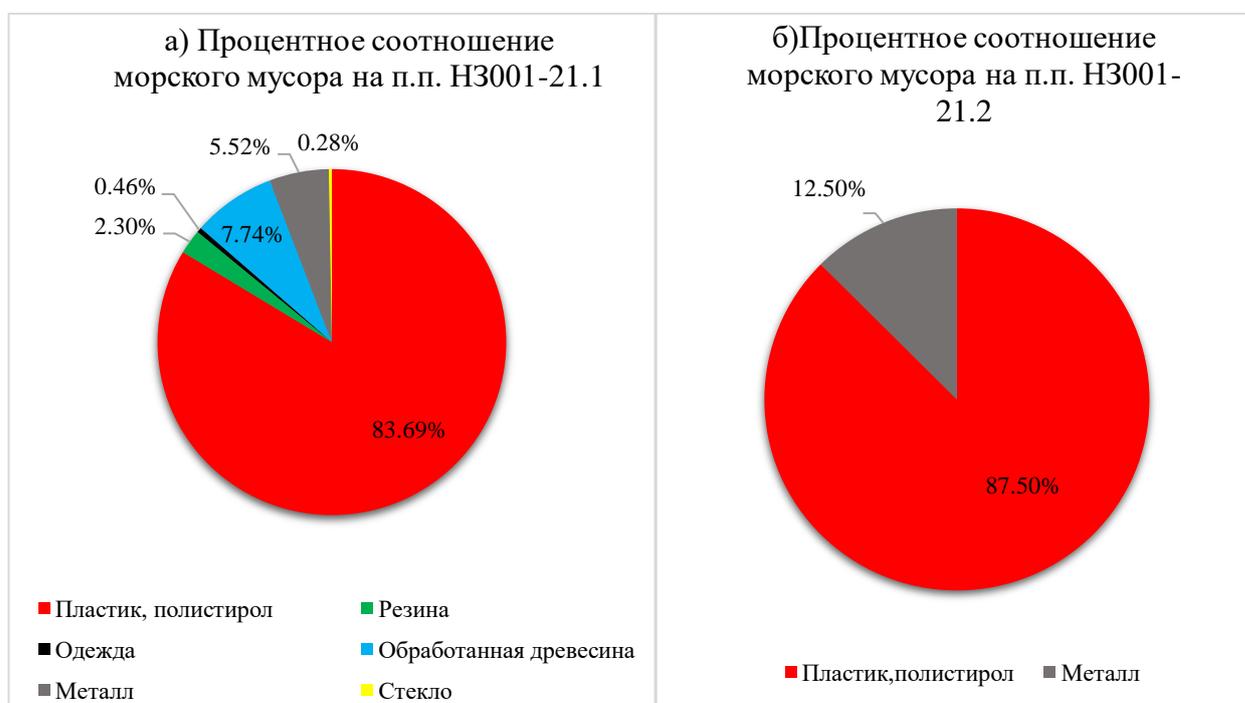


Рисунок 19 – Диаграмма процентного соотношения морского мусора по категориям, собранного на пробной площадке Н3001-21.1 (а); Н3001-21.2 (б)



Рисунок 20 – Диаграмма процентного соотношения морского мусора внутри категории «пластик, полистирол», собранного на пробной площадке НЗ001-21.1

На побережье Карского моря рядом с полевой базой (НЗ003) была выявлена большая концентрация металлического мусора (77 штук), столько же было собрано пластикового мусора, малый процент составляет морской мусор из категории «резина» и «керамика». Из резиновых изделий были найдены сапоги, шины и ремни и другие предметы из резины.

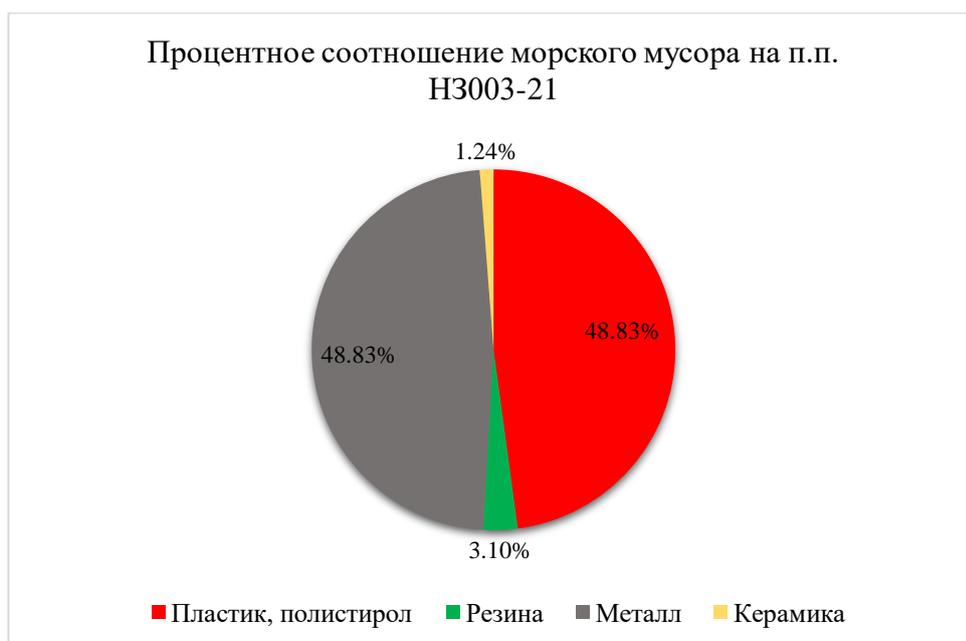


Рисунок 21 – Диаграмма процентного соотношения морского мусора по категориям, собранного на пробной площадке Н3003-21



Рисунок 22 – Диаграмма процентного соотношения морского мусора внутри категории «металл», собранного на пробной площадке Н3003-21



Рисунок 23 – Диаграмма процентного соотношения морского мусора внутри категории «пластик, полистирол», собранного на пробной площадке Н3003-21

В августе на побережье Баренцева моря между м. Желания и м. Маврикия был собран морской мусор из двух категорий: «пластик, полистирол» и «обработанная древесина».

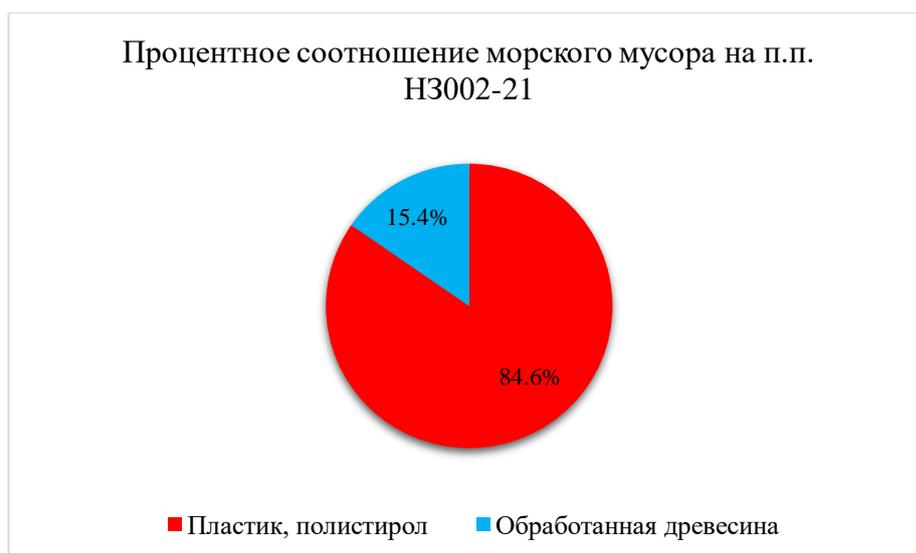


Рисунок 24 – Диаграмма процентного соотношения морского мусора по категориям, собранного на пробной площадке Н3002-21



Рисунок 25 – Морской мусор на пробных площадках на мысе Желания, собранный в полевой сезон 2021 г. (Google Earth, QGIS)

Исходя из имеющихся данных и полученных диаграмм можно сделать вывод, что несмотря на то, что видовой состав собранного морского мусора значительно варьируется, на всех заложенных площадках, омываемых Баренцевым морем, пластиковый мусор превалирует и составляет от 83,69% до 100%.

А на площадке, омываемой Карским морем доля пластика от общей доли составляет меньше половины (48%). Видовой состав собранного морского мусора указывает на то, что превалирует местное загрязнение над загрязнением, приносимыми течениями.

На острове Белл впервые была заложена пробная площадка для учета и сбора морского мусора. На данном участке был собран морской мусор исключительно из категории «пластик, полистирол» 157 штук общим весом 11.1 кг. Преимущественно это куски пластика или полистирола 2,5-50 см (42,68%), веревки менее 1 см в диаметре (17,83%) и крышечки (13,38%) (см. рисунок 23).

На острове Белл не ведется никакой деятельности, поэтому весь собранный морской мусор был привнесен течениями Баренцева моря.



Рисунок 26 – Морской мусор на пробной площадке на о. Белл, собранный в полевой сезон 2021 г. (Google Earth, QGIS)



Рисунок 27 – Распределение морского мусора по наименованию предметов внутри категории «пластик, полистирол» на пробной площадке ЗФИ005-21

3.4 Оценка скорости накопления морского мусора

На побережье Баренцева моря к западу от мыса Желания (п.п. Н3001) уборка территории проводилась три года подряд, что позволило оценить, как меняется видовое соотношение морского мусора и сколько мусора накапливается за год.

Таблица 8 – Собранный мусор на п.п. Н3001

Дата	Описание мусора
10.07.2019	Пластик, полистирол – 90% (40% веревки, остатки сетей, 50% пластиковая тара, упаковка) Металл - 10%
15.08.2020	Пластик, полистирол – 69,2% (веревки, остатки сетей, тара и ее части 12,24 кг) Металл – 25,5% (поплавки от трала 4,15 кг) Резина – 7,3% (1,3 кг)
17.06.2021	Пластик, полистирол – 83,69% (8,8 кг, 908 шт) Обработанная древесина – 7,74% (9,7 кг, 84 шт) Металл – 5,52% (55,76 кг, 60 шт) Резина – 2,3% (2,5 кг, 25 шт) Одежда, текстиль – 0,46% (3 кг, 5 шт) Стекло – 0,28% (0,5 кг, 3 шт)

За все три года превалирует морской мусор из категории «пластик, полистирол», в основном были собраны веревки и остатки сетей в первые два года, а в 2021 году не надо найдено ни одной сети, зато было собрано множество кусков пластика или полистирола 2,5-50 см, а также крышечек. Вес пластикового мусора в 2020 году составлял 12,24 кг, скорее всего за счет тяжелых сетей и веревок, вес в 2021 году составил 8,8 кг, так как было собрано множество

пластикового мусора маленького размера. С 2020 года по 2021 год успело накопиться 908 предметов из пластика или полистирола.

Морской мусор из категории «металл» встречался все три года. В 2019 он составлял всего 10% в соотношении с пластиковым мусором, в 2020 – 25,5%, в 2021 году – 5,52 %. В 2021 году металлический мусор весил 55,76 кг, в основном это проволока, разнообразные банки и крышки, в 2020 году вес составил всего лишь 4,15 кг – поплавки из трала. С 2020 года по 2021 год на побережье накопилось 60 предметов из металла.

Малую долю в 2020 году и в 2021 году составляет морской мусор из категории «резина». За год на побережье успело аккумулироваться 25 предметов из резины, это резиновые сапоги, шины и ремни, и другие предметы из резины.

Морской мусор из категории «обработанная древесина», «керамика», «стекло» был найден только в 2021 году на данной территории в общей сложности составило 92 собранных предмета.

На побережье Баренцева моря между м. Желания и м. Маврикия также была проведена уборка все три года.

Таблица 9 – Собранный мусор на п.п. Н3002

Дата	Описание мусора по категориям
12.08.2019	Пластик, полистирол – 94% (34% веревки, остатки сетей, 60% пластиковая тара, упаковка) Стекло – 4% Металл – 2%
15.08.2020	Пластик, полистирол – 76,1% (веревки, остатки сетей, тара и ее части 12,65 кг) Металл – 16,2% (поплавки от трала 2,68 кг) Резина – 7,7% (1,28 кг)
29.08.2021	Пластик, полистирол – 84,6% (1,5 кг, 11 шт) Обработанная древесина - 15,4 % (0,4 кг, 2 шт)

Более 70% морского мусора было собрано из категории «пластик, полистирол» за все три года. С 2019 года по 2020 год успело накопиться 12,65 кг пластикового мусора, в основном это веревки, остатки сетей и пластиковая тара, с 2020 года по 2021 год накопилось 11 предметов общим весом 1,5 кг.

Стекланный мусор был собран в 2019 году, в последующие года он не был зафиксирован.

С 2019 года по 2020 год на побережье, скорее всего, пришли с течениями поплавки из трала общим весом 2,68 кг, в 2021 году металлического мусора уже не было.

Морской мусор из категории «резина» был убран в 2020 году, в 2021 году его уже не было, зато появился мусор из категории «обработанная древесина» в количестве 2 штуки весом 0,4 кг.

На побережье Карского моря рядом с полевой базой уборка территории проходила в 2019 году и в 2021 году.

Таблица 10 – Собранный мусор на п.п. Н3003

Дата	Описание мусора по категориям
13.09.2019	Пластик, полистирол – 84% (4% веревки, остатки сетей, 80% пластиковая тара, упаковка) Металл – 8% Стекло – 8%
17.06.2021	Пластик, полистирол – 48,83% (1,2 кг, 77 шт) Металл – 43,83% (29,85 кг, 77 шт) Резина – 3,10% (0,4 кг, 5 шт) Керамика – 1,24% (0,5 кг, 2 шт)

К 2021 году было накоплено 77 предметов из категории «пластик, полистирол» и столько же предметов из категории «металл». В 2019 году были найдены стеклянные изделия, в 2021 же году их уже не было, зато появились резиновые и керамические отходы.

Заключение

В работе была рассмотрена такая экологическая проблема, как морской мусор на высокоширотных островах Российской Арктики в современных условиях.

В ходе работы была дана характеристика морского мусора, выявлены основные причины и источники поступления его в Арктическую зону России, описаны негативные последствия из-за морского мусора (экологические, экономические, социальные), а также описаны методики мониторинга морского мусора и опыт мониторинга морского мусора работниками национального парка «Русская Арктика» за три года. По предоставленным данным был сделан анализ состава морского мусора, а также визуализация результатов.

Морской мусор – любой стойкий, изготовленных или обработанный твердый материал, который брошен, утилизирован или оставлен в морской и прибрежной среде (ООН) [25]. Он образуется из множества источников и имеет широкий спектр последствий, связанных с экологией, экономикой, безопасностью, здоровьем и культурой. Очень медленные темпы разложения большинства предметов морского мусора, в основном, пластика, наряду с постоянно растущим количеством выбрасываемого мусора и отходов приводят к постепенному увеличению количества морского мусора, обнаруживаемого в море и на побережье.

На данный момент существует пять мусорных пятен в океане, в Арктической зоне пятна не были выявлены, но все же морской мусор интенсивно поступает и накапливается на данной территории. Он может поступать с густонаселенных районов Северной Атлантики, вовлекаясь в глобальную систему термохалинной циркуляции и в конечном счете переносится с теплыми поверхностными водами северной части океана к высоким арктическим широтам. Это приводит к накоплению морского мусора в Баренцевом море, где острова и архипелаги служат препятствием для дальнейшего распределения морского мусора в Северном Ледовитом океане.

За три года сбора и учета морского мусора работниками национального парка «Русская Арктика» было собрано огромное количество морского мусора из шести категорий: «пластик, полистирол», «металл», «обработанная древесина», «стекло», «одежда, текстиль» и «керамика». На всех пробных площадках подавляющую долю составляли изделия из пластика, в основном это были рыболовные сети, веревки, пластиковая тара и куски из пластика.

Мониторинг морского мусора на побережьях островов Арктики доказал, что преобладающим типом морского мусора является пластик. Основные источники загрязнения – рыболовство, недостаточное соблюдение норм сброса мусора с судов, множество отходов поступают с течениями из отдаленных районов, были найдены также отходы, которые изначально выбросили или забыли на побережье.

Морской мусор на побережьях островов Арктики накапливается в больших количествах, например, в 2021 году было собрано всего 1422 предмета из различных категорий, учитывая то, что на многих площадках год назад уже была проведена уборка.

Морской мусор – это результат нескольких десятилетий неправильного обращения с отходами. Человечество недооценивало потенциал выбрасываемого мусора, некорректно использовало рыночные инструменты и не беспокоилось о последствиях замусоривания. Следовательно, проблема морского мусора является составной частью более широкой проблемы обращения с отходами, которая становится серьезной проблемой для здравоохранения и охраны окружающей среды во многих странах. Чтобы решить проблему загрязнения окружающей среды морским мусором необходимо решить проблемы, связанные с обращением отходов.

Список использованных источников

1. Гаврило М.В., Мосеев Д.С. Антропогенная нагрузка на берега Земли Франц-Иосифа // Арктические берега: путь к устойчивости: Материалы конференции. Мурманск: МАГУ, 2018. – С. 253-256.
2. Зацепин А.Г., Морозов Е.Г., Пака В.Т. Циркуляция вод в Юго-Западной части Карского моря в сентябре 2007 г. // Океанология, 2010. – Т. 50. – № 5. – С. 683-697.
3. Земля Александры [Электронный ресурс] // ASCO информ. – справочный портал URL: <https://www.ashipping.ru/geo/62/> (Дата обращения: 27.04.2022).
4. Земля Франца-Иосифа: локальный план управления [Электронный ресурс] // Национальный парк «Русская Арктика» информ. – справочный портал URL: http://www.rus-arc.ru/ShareFiles/ManagementPlans/LMP_Bell.pdf (Дата обращения: 27.04.2022).
5. Иванова Л.В., Соколов К.М., Харитонов Г.Н. Тенденции загрязнения пластиком акваторий и побережья Баренцева моря и сопредельных вод в условиях изменения климата // Арктика и Север, 2018. – №32. – С. 121-145.
6. Корельский М.И., Нецветаева О.П. Анализ распространения морского мусора в высокоширотной Арктике на побережье островов национального парка «Русская Арктика» в 2019 г. // Арктические исследования: от экстенсивного освоения к комплексному развитию. Материалы II международной научно-практической конференции, 2020. – С. 371-375.
7. Международные аспекты охраны морских вод от загрязнения [Электронный ресурс] // ЮНЕПКОМ информ. – справочный портал URL: <http://www.unepcom.ru/unepcom/events/962-ipla2015usov.html> (Дата обращения: 18.11.2021).
8. Мыс Желания. Новая Земля [Электронный ресурс] // Интаари информ. – справочный портал URL: <http://www.intaari.ru/ru/tourism/arctic-tourism/mys-zhelania.html> (Дата обращения: 27.04.2022).

9. Национальный парк «Русская Арктика» [Электронный ресурс] информ. – справочный портал URL: <http://www.rus-arc.ru/> (Дата обращения: 27.04.2022).
10. Нецветаева О.П., Мизин И.А. Распространение морского мусора в национальном парке «Русская Арктика» по результатам полевого сезона 2021 г. // Труды Архангельского центра Русского географического общества. Сборник научных статей. Выпуск 9. – Архангельск: Архангельский центр РГО, 2021. – С. 207-213.
11. Организация объединенных наций [Электронный ресурс] // Новости ООН информ. – справочный портал URL: <https://news.un.org/ru/story/2021/10/1412272> (Дата обращения: 20.11.2021).
12. Охоткина В.Э., Блиновская Я.Ю., Высоцкий М.В., Высоцкая М.В. Анализ результатов мероприятий по очистке побережья от мусора в приморском крае // Успехи современного естествознания, 2020. – №4. – С.130-134.
13. Погожева М.П., Якушев Е.В., Терский П.Н., Глазов Д.М., Аляутдинов В.А., Коршенко А.Н., Ханке Г., Семилетов И.П. Оценка загрязнения Баренцева моря плавающим морским мусором по данным судовых наблюдения в 2019 г. // Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов, 2021. – Т.332. – №2. – С. 87-96.
14. Течения Баренцева моря [Электронный ресурс] // Марикультура информ. – справочный портал URL: <http://barenzevo.arktikfish.com/index.php/karty-barentseva-morya/26-karta-barentseva-morya-techeniya-barentseva-morya> (Дата обращения: 09.02.2022).
15. Colabuono F.I., Barquete V., Domingues B. S., Montone R. C. Plastic ingestion by Procellariiformes in Southern Brazil // Marine Pollution Bulletin, 2009. – Vol.58. – №1. – P. 93-96.
16. Colborn T., von Saal F.S., Soto A.M. Developmental effects of endocrine-disrupting chemicals in wildlife and humans // Environmental Health Perspectives, 1993. – Vol.101. – P.378-384.

17. Cozar A., Marti E., Garcia-De-lomas J. [et al.] The Arctic Ocean as a dead end for floating plastics in the North Atlantic branch of the Thermohaline Circulation // *Science Advances*, 2017. – Vol. 3. – №4 – P. 1-81.
18. Dorfman M., Rosselot K.S. *Testing the Waters: A Guide to Water Quality at Vacation Beaches* 19th ed. // New York: National Resources Defense Council, 2009.
19. *Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas.* – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. – P.128.
20. *Guidance on Monitoring of Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area.* OSPAR Commission, 2010.
21. Jose G.B. Derraik The pollution of the marine environment by plastic debris: a review // *Marine Pollution Bulletin*, 2002 – Vol.44. – №9 – P. 842-852.
22. Kershaw P.J. *Biodegradable Plastics and Marine Litter. Misconceptions, concerns and impacts on marine environments.* – Nairobi: UNEP, 2015.
23. Kershaw P.J. *Marine plastic debris and microplastics – Global lessons and research to inspire action and guide policy change.* – Nairobi: UNEP, 2016. – P.192.
24. Macfadyen G., Huntington T., Cappell R. *Abandoned, Lost or Otherwise Discarded Fishing Gear* UNEP/FAO: Rome, 2009. – P.155.
25. *Marine Litter. An analytical overview.* Nairobi: UNEP, 2005. – P.48.
26. Matsuoka T., Nakashima T., Nagasawa N. A review of ghost fishing: scientific approaches to evaluation and solutions // *Fisheries Science*, 2005. – Vol.71. – №4 – P. 671-702.
27. Mouat T., Lopez-Lozano R., Bateson H. *Economic Impacts of Marine Litter.* KIMO, 2010. – P. 117.
28. Vesman A., Moulin E., Egorova A., Zaikov K. *Marine litter pollution on the Northern Island of the Novaya Zemlya archipelago* // *Marine Pollution Bulletin*, 2020. - Vol. 150.

Приложение

Приложение А

Таблица 1 – Собранный морской мусор в 2021 году по категориям

OSPAR код	MSFD код	Наименование предметов	ЗФИ005-21	Н3003-21	Н3001-21.1	Н3001-21.2	Н3002-21
<i>Пластик, полистирол</i>							
112	G5	Обрывки пластиковых пакетов	-	4	22	-	-
4	G6–8	Бутылки, контейнеры из-под напитков	2	2	4	-	-
5	G9	Бутылки, контейнеры из-под чистящих средств	1	1	8	-	1
6	G10	Пищевые контейнеры	-	-	5	-	-
7	G11, 12	Косметические бутылки, контейнеры	-	-	-	-	1
10	G16	Канистры	2	-	2	-	1
13	G18	Ящики	6	2	12	-	-
15	G21–24	Крышечки	21	18	115	-	-
16	G26	Зажигалки	-	-	1	-	1
31	G49	Канаты (больше 1 см в диаметре)	1	1	21	-	-
32	G50	Веревки (менее 1 см в диаметре)	28	6	224	2	2
115	G53	Сети и обрывки сетей < 50 см	-	-	-	1	-
33	G56	Запутанные сети, веревки, канаты	4	-	35	-	1
34	G57, 58	Ящики для рыбы	2	-	2	-	-
37	G62, 63	Поплавки, буи	4	-	5	-	1
38	G65	Ведро	1	1	4	-	-
39	G66	Обвязочные ленты	5	9	110	-	2
41	G68	Стекловолокно	-	-	2	-	-

Продолжение таблицы 1 – Видовое разнообразие морского мусора, собранного в 2021 году

OSPAR код	MSFD код	Наименование предметов	ЗФИ005-21	Н3003-21	Н3001-21.1	Н3001-21.2	Н3002-21
<i>Пластик, полистирол</i>							
43	G70	Ружейные патроны	2	2	3	-	-
45	G73	Поролоновые губки	-	2	-	-	-
46	G76	Куски пластика или полистирола 2,5–50 см	67	29	202	4	1
47	G77	Куски пластика или полистирола > 50 см	8	-	131	-	-
48	G124	Другие предметы из пластика или полистирола	3	-	-	-	-
<i>Общее количество (шт)</i>			<i>157</i>	<i>77</i>	<i>908</i>	<i>7</i>	<i>11</i>
<i>Общий вес (кг)</i>			<i>11,1</i>	<i>1,2</i>	<i>8,8</i>	<i>0,5</i>	<i>1,5</i>
<i>Резина</i>							
50	G127	Резиновые сапоги/ботинки	-	1	5	-	-
52	G128	Шины и ремни	-	1	1	-	-
53	G134	Другие предметы из резины	-	3	19	-	-
<i>Общее количество (шт)</i>			<i>0</i>	<i>5</i>	<i>25</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Общий вес (кг)</i>			<i>-</i>	<i>0,4</i>	<i>2,5</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Одежда, текстиль</i>							
54	G137	Одежда	-	-	1	-	-
57	G138	Кожаная обувь	-	-	2	-	-
59	G145	Другие предметы одежды или текстиля	-	-	2	-	-
<i>Общее количество (шт)</i>			<i>0</i>	<i>0</i>	<i>5</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Общий вес (кг)</i>			<i>-</i>	<i>-</i>	<i>3,0</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Обработанная древесина</i>							
69	G160, 161	Поддоны	-	-	66	-	-

Продолжение таблицы 1 – Видовое разнообразие морского мусора, собранного в 2021 году

OSPAR код	MSFD код	Наименование предметов	ЗФИ005-21	Н3003-21	Н3001-21.1	Н3001-21.2	Н3002-21
<i>Обработанная древесина</i>							
70	G162	Деревянные ящики	-	-	13	-	-
73	G166	Малярные кисти	-	-	1	-	-
74	G171	Другие предметы из обработанной древесины < 50 см	-	-	4	-	2
<i>Общее количество (шт)</i>			0	0	84	0	2
<i>Общий вес (кг)</i>			-	-	9,7	-	0,4
<i>Металл</i>							
76	G174	Аэрозольные баллоны	-	-	1	-	-
77	G178	Крышки от бутылок	-	2	13	-	-
78	G175	Банки из-под напитков	-	-	2	-	-
82	G176	Консервные банки	-	1	13	-	-
83	G186	Промышленный металлолом	-	2	-	-	-
84	G187	Бочки из-под нефтепродуктов	-	-	1	-	-
88	G191	Проволока, проволочная сетка, колючая проволока,	-	7	27	-	-
89	G198	Другие предметы из металла < 50 см	-	61	-	1	-
90	G199	Другие предметы из металла > 50 см	-	4	3	-	-
<i>Общее количество (шт)</i>			0	77	60	1	0
<i>Общий вес (кг)</i>			-	29,85	55,76	0,05	-
<i>Стекло</i>							
91	G200	Бутылки	-	-	2	-	-
92	G202, 205	Лампочки	-	-	1	-	-
<i>Общее количество (шт)</i>			0	0	3	0	0
<i>Общий вес (кг)</i>			-	-	0,5	-	-
<i>Керамика</i>							
96	G210	Другие предметы из керамики	-	2	-	-	-
<i>Общее количество (шт)</i>			0	2	0	0	0
<i>Общий вес (кг)</i>			-	0,5	-	-	-