



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 «Пластиковый мусор как угроза для птиц Финского залива»

Исполнитель Петухова Ксения Александровна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель доктор биологических наук
(ученая степень, ученое звание)

Лекомцев Пётр Валентинович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой 
(подпись)

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«__» _____ 2024 г.

Санкт-Петербург
2024

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Физико-географическая характеристика района исследования и описание проблемы исследования	5
1.1 Физико-географическая характеристика региона Финского залива	5
1.2 Проблема загрязнения морской среды пластиковым мусором.....	13
1.3 Биологическое разнообразие птиц региона Финского залива.....	20
1.3.2 Красная книга птиц региона Балтийского моря	25
Глава 2. Материалы и методы исследования	28
2.1 База данных iNaturalist и обработка информации	28
2.2 Методы мониторинга морского мусора побережий Финского залива в 2023 г.	32
Глава 3. Результаты исследования	39
3.1 Оценка вовлеченности пластикового мусора в жизнедеятельность птиц региона Финского залива	Ошибка! Закладка не определена.
3.2 Оценка загрязненности побережий Финского залива в 2023 году	Ошибка! Закладка не определена.
3.3 Сравнительная оценка загрязненности побережий Финского залива и местообитаний птиц морским мусором....	Ошибка! Закладка не определена.
Заключение	48
Список использованных источников	51
Приложение А. Таблица собранных данных о мусоре, вовлечённом в жизнедеятельность птиц на побережьях и островах восточной части Финского залива и в г. Санкт-Петербург за период исследования.....	54

Введение

Для Балтийского моря и Финского залива пластиковый мусор является актуальной экологической проблемой, которая исследуется уже более 10 лет. Исследованы побережья и водная толща Финского залива, однако взаимодействие мусора с биотой еще не изучалось. Наиболее заметным является взаимодействие морских птиц с пластиковым мусором: они заглатывают пластик, принимая его за пищу, и часто гибнут от истощения в силу переполнения желудков пластиком, не имеющим питательной ценности. Также птицы используют пластик в качестве материала для гнезд, однако куски пластика с острыми краями могут приводить к ранениям и гибели птенцов.

Финский залив – водный бассейн, находящийся в восточной части Балтийского моря. Является акваторией, в которой интенсивная антропогенная деятельность вызывает загрязнение моря и высокую нагрузку на биоразнообразие водоёма, особенно на птиц.

Новизна исследования: изучение взаимодействия пластикового мусора в жизнедеятельности птиц ещё не проводились в регионе Финского залива, в основном эта проблема изучалась в Арктике.

В связи с этим целью данной работы являлось изучение степени вовлеченности пластикового мусора в жизненный цикл птиц в регионе Финского залива на основе натуральных данных.

Задачи работы:

1. Изучить проблему загрязнения морской среды пластиковым мусором
2. Изучить особенности видового разнообразия экосистемы Финского залива
3. Провести анализ данных натуральных наблюдений по базе данных фотофиксаций встречаемости пластикового мусора в местообитаниях птиц

4. Провести анализ содержания пластикового мусора на берегах Финского залива по данным натурных исследований 2023 года

5. Провести сравнительную оценку загрязненности побережий Финского залива и местообитаний птиц морским мусором

Глава 1. Физико-географическая характеристика района исследования и описание проблемы исследования

1.1 Физико-географическая характеристика региона Финского залива

Финский залив является сравнительно узким водным бассейном, вытянутым на 410 км с запада на восток. Граница Российской части залива проходит от устья р. Нарвы на юге, идёт по Нарвскому заливу на север, огибает остров Гогланд и протягивается до северного побережья залива к западу от Выборгского залива. Общая длина береговой линии Финского залива в границах Российской Федерации более 512 км, береговая линия островов составляет около 170 км [1].

Рассмотрим подробнее климатические, геолого-геоморфологические и гидрологические аспекты водного объекта, представленного на карте (Рисунок 1.1).

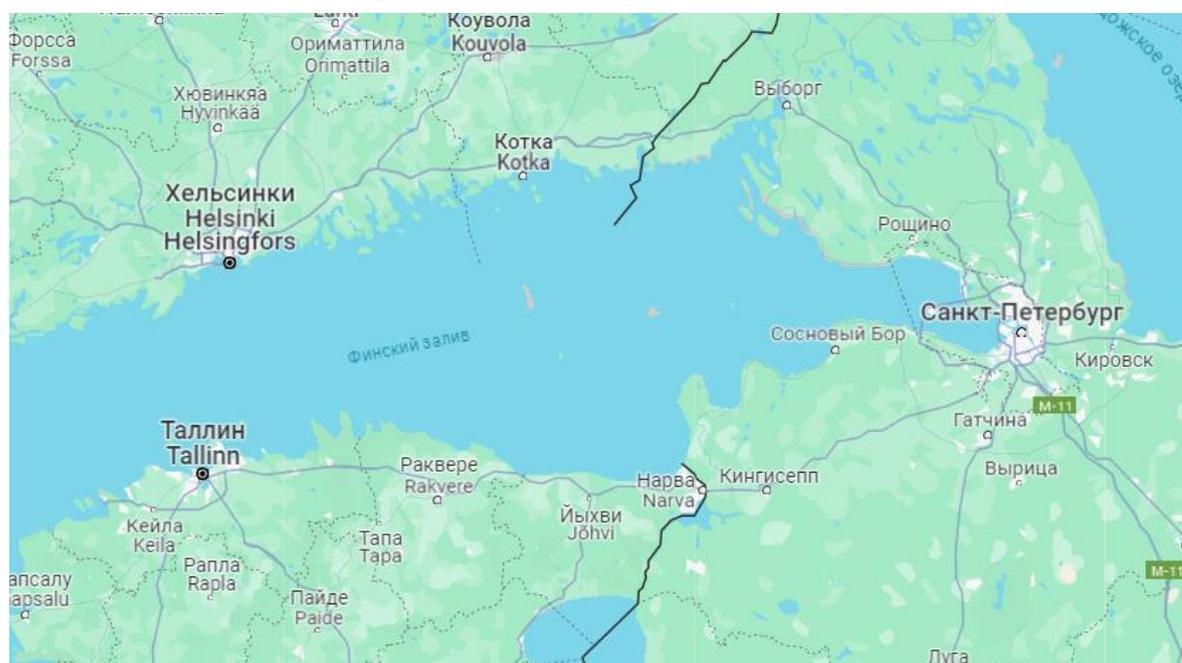


Рисунок 1.1 Географическое положение Финского залива [Google Maps].

Главной особенностью климата Финского залива является непостоянство погоды, которая обусловлена частой сменой воздушных

масс, подразделяющихся на морские, континентальные и арктические. Морские ветра поступают с западных регионов, перемещаясь через северо-западные районы России атлантических циклонов. В летнее время года такие процессы, возникающие в зонах южных и восточных континентальных воздушных масс, способствуют формированию погодных условий, характеризующихся низким уровнем облачности и сухостью. В зимний период те же антициклоны приносят холодную погоду. Ясную погоду с резким понижением температуры приносит с севера арктический воздух, сформированный надо льдом. В областях повышенного давления, которые формируются в этих воздушных массах, даже летом наблюдаются заморозки, а зимой – наиболее сильные морозы. Такое разнообразие синоптических процессов и частая смена воздушных масс являются причиной больших межсуточных колебаний метеорологических параметров. Перепады температуры воздуха, иногда значительно превышают амплитуду суточных колебаний и нередко достигают $\pm 20^\circ$ и более [2].



Рисунок 1.2 Распределение температуры воды в Балтийском море в летний период [3].

В тёплое время года солёность становится меньше на 0,2-0,5 ‰ по сравнению с зимним периодом, т.к. происходит опреснение за счёт таяния льдов. Почти для всего водоёма характерно увеличение солёности от поверхности ко дну [3].

Для морского дна Финского залива характерна расчленённость, т.е. присутствие уклонов. На подавляющей части фундамента представлены валунные суглинки – ледниковые отложения (морены). Над ними пролегают глинистые ледниково-озерные отложения позднего неоплейстоцена. Выше выделяются горизонты различной интенсивности, представленные илами [4].

Значительная часть восточной зоны Финского залива и прилегающих территорий характеризуется наличием отложений, сформированных в позднем и послеледниковый период четвертичного периода. На разных участках береговой линии и подводных склонах возможно обнаружить выходы магматических и метаморфических пород, которые являются коренными для данных территорий. Подробнее типы берегов представлены на Рисунке 1.3 [5].

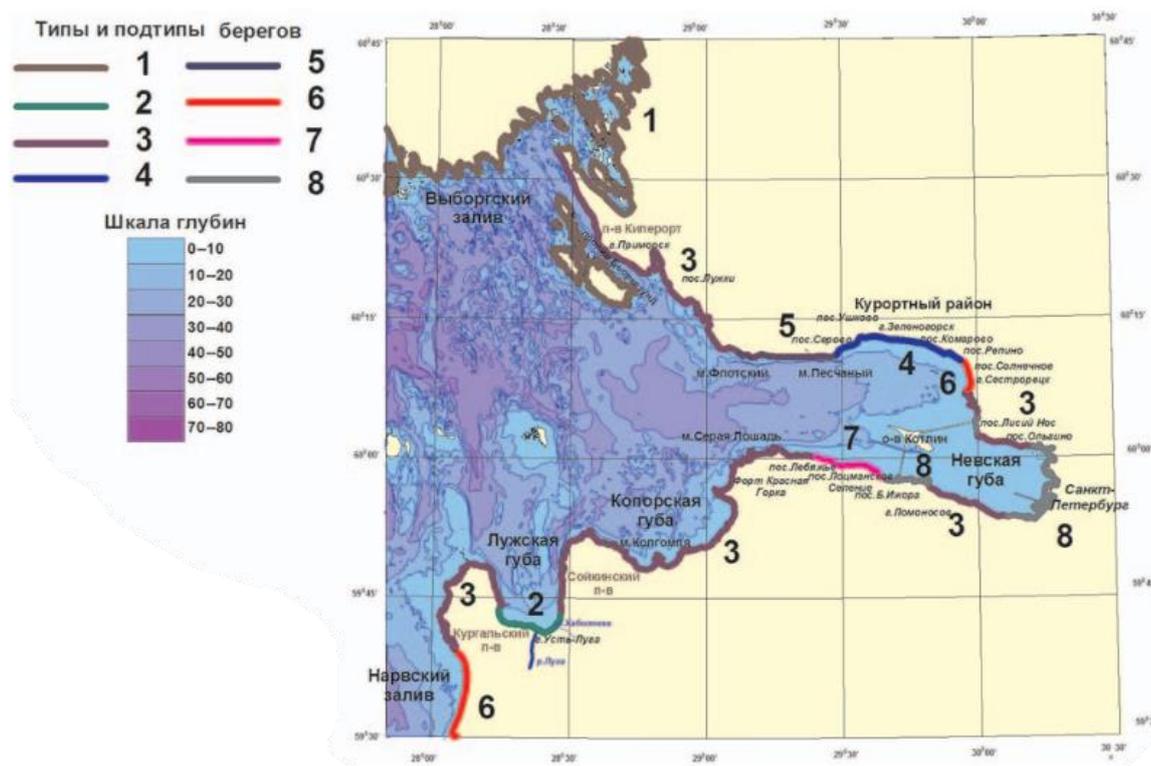


Рисунок 1.3 Схема типов берегов Восточной части Финского залива.

1 – шхерный, 2 – аллювиальных равнин, 3, 4, 7 – абразионно-аккумулятивный бухтовый, 5 – абразионный, 6 – аккумулятивный, 8 – техногенный [5].

Береговая линия Российской Федерации в пределах Финского залива различается. Южный берег отличается своей низменностью и песчаным рельефом, который возник вследствие эрозии ледниковых отложений. Этот тип берега классифицируется как бухтообразный, причем в его составе присутствуют значительные заливы второго порядка и Копорская, Лужская и Нарвская губы. В числе крупнейших островов на данном участке побережья находятся острова Мощный и Котлин.

В свою очередь, северный берег, протягивающийся от Санкт-Петербурга до Приморского района, демонстрирует чередование валунных берегов с обширными песчаными пляжами. В западной части, начиная от Приморского района, он характеризуется присутствием кристаллических пород и проявляет признаки типичного шхерного побережья. В акватории

данного региона располагаются небольшие острова, основным материалом которых являются граниты или ледниковые образования. К таким островам относится Берёзовый архипелаг, включающий в себя Большой, Западный и Северный Берёзовые острова, а также остров Гогланд [1].

Финский залив свободно сообщается с открытыми районами Балтийского моря. Около половины от общего объема поступающей пресной воды в данный залив принадлежит Неве. Этот интенсивный поток пресной воды, поступающей из реки, осуществляет процесс опреснения морской воды в заливе. В результате происходит формирование сравнительно стабильного течения, которое имеет западное направление.

Наибольшее воздействие на залив оказывает, в первую очередь находящийся в циклоне. В зависимости от того, насколько сильны и продолжительны ветра, в Балтике формируются такие явления как длинная волна, нагон, сгон или сейша.

Финский залив сообщается с Невской губой через два пролива у острова Котлин, которые именуются Северными и Южными воротами. Процесс водообмена между пресноводными водами губы и солоноватыми водами залива осложняется вследствие ограниченного природного и антропогенного характера, обусловленного обоими воротами. Они служат барьером для препятствия проникновению ветровых волн из залива в пределы Невской губы [6].

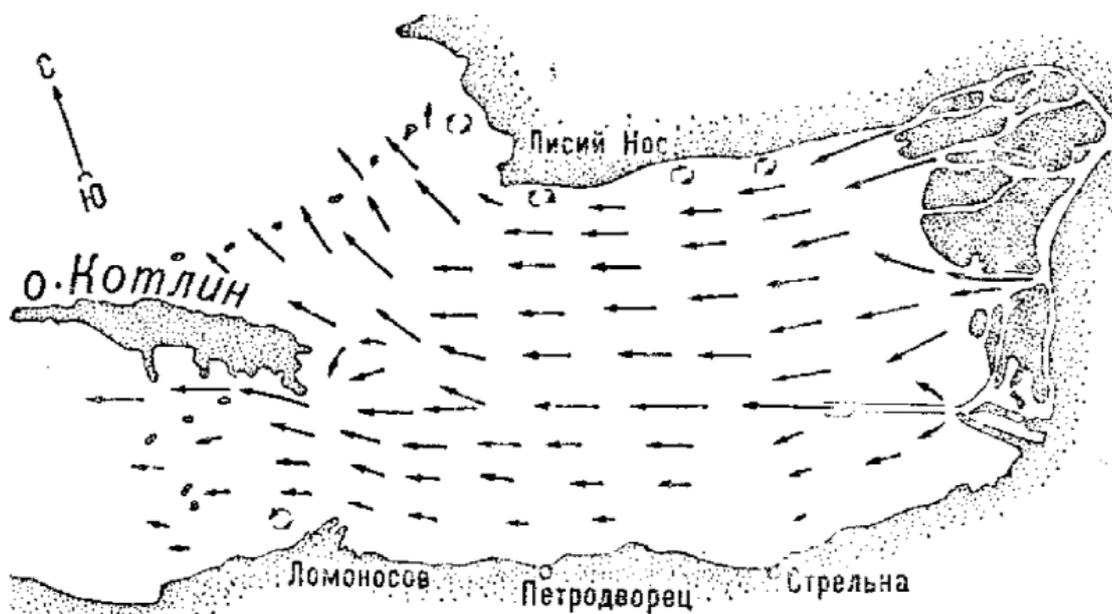


Рисунок 1.4 Схема сточных потоков в акватории Невской губы, когда вода не покрыта льдом [6].

Финский залив подвержен сильному антропогенному воздействию. Основными источниками выступают промышленные предприятия, расположенные в Санкт-Петербурге. Здесь расположен крупнейший порт России, город также является центром производственной деятельности в сфере металлургии, электротехнической промышленности, химической отрасли, текстильной и бумажной промышленности, а также в строительной индустрии. При этом следует подчеркнуть, что основными факторами, ведущими к загрязнению окружающей среды, являются выбросы промышленных предприятий, расположенных на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Кроме того, существенную роль играют стоки вод реки Невы, в которых содержатся высокие концентрации органических веществ и тяжёлых металлов, представляющих значительную угрозу.

Высокое антропогенное влияние также оказывают крупные города в прибрежной зоне, а именно Выборг, Петергоф, Кронштадт, Ломоносов и Репино. Объёмы сточных вод вышеперечисленных городов достаточно большие [1].

Одними из самых распространённых источников загрязнения Финского залива пластиковым мусором являются морское судоходство и рыболовная отрасль [7].

В береговой зоне Российской части Финского залива находятся “Горячие точки”, которые разделены на районы с неблагоприятной экологической обстановкой на сегодняшний день и участки, где экологическая ситуация может ухудшиться в будущем. К первой группе относятся: Невская губа, акватории портов в Ломоносове, Кронштадте и Выборге, Лужская губа и Копорская губа. Вторая группа включает районы строительства новых портов: береговая зона и акватории, примыкающие к портам Приморск и Высоцк, поселку Усть-Луга и бухте Батарейной [1].

Строительство намывных территорий г. Санкт-Петербург и гидротехнических сооружений является одним из основных и сильных источников антропогенной нагрузки на Финский залив. Они вызывают значительное увеличение тонкодисперсных взвешенных веществ в воде. Также на дне акватории присутствует большое количество техногенных объектов, представленные в основном затопленными судами [8].

Состояние биоразнообразия сильно зависит от вышеперечисленных факторов. Численность сапрофитных бактерий и бактериопланктона уменьшается по мере движения на запад, в соответствии с увеличением загрязнённости, что показывает зависимость биомассы от данного фактора. Количество фитопланктона достаточно бедное, так как солёность Финского залива не позволяет развиваться морским и пресноводным видам. Самым важным периодом является летний, когда происходит цветение сине-зелёных водорослей. Максимальная масса зоопланктона приходится также на летний период.

В пределах мелководных зон преобладает растительность, в основном представленная тростником и камышом. Эти растения служат убежищем для рыб и распространённым местом для гнездования некоторых видов птиц.

Мейобентос представлен низким таксонимическим разнообразием и служит показателем экологического состояния некоторых участков, например, показатели мейобентоса говорят о неблагоприятных экологических условиях в акваториях, прилегающих к Выборгскому заливу и Копорской губе. Бедно представлен в Финском заливе макрозообентос и распространён в хорошо прогреваемых и опреснённых местах. Его состояние также зависит от антропогенной деятельности.

Около 70 видов входит в ихтиофауну Финского залива. Самым большим промысловым значением обладает салака, далее идут шпроты, корюшка, ёрш, плотва и судак.

Кольчатая нерпа и серый тюлень наиболее яркие представители морских млекопитающих Финского залива. Начиная с середины XX века началось резкое сокращение численности и сейчас оба вида занесены в Красные книги различного ранга. Самыми главными причинами такого изменения служило активное применение ДДТ в сельском хозяйстве, а также охота на животных [1].

Изменение в численности и распределении видов и сообществ в Финском заливе связана и изменениями солёности, кислорода и температуры с течением времени. В Балтийском море за последние 80 лет произошло несколько изменений режима, вызванных изменчивостью климата, эвтрофикацией, а также браконьерством и рыболовством.

Взросшее антропогенное давление на морскую среду Финского залива и Балтийского моря способствовало значительным изменениям в биоразнообразии. В настоящее время существует в общей сложности 59 видов и 16 биотопов, которые считаются находящимися под угрозой исчезновения и/или исчезающими, поэтому их будущая устойчивость зависит от защитных мер.

Одним из важнейших факторов является ценность биоразнообразия данного региона. Наиболее ярким примером служит высокая стоимость некоторых видов рыбы на рынке. Биоразнообразие Финского залива, как и

Балтийского моря в целом, представляет разнообразные товары и услуги, например, производство морепродуктов и других продуктов питания, а также предоставление услуг рекреационной деятельности [9].

Хельсинская комиссия (HELCOM, 1998) в настоящее время оценила экологическое состояние биотопов Российской части Финского залива. Она насчитывает 40 биотопов из 73 представленных, что составляет 55 % их суммарного числа. То есть Финский залив представляет более половины биоразнообразия Балтийского моря в целом [1].

1.2 Проблема загрязнения морской среды пластиковым мусором

Термин “морской мусор” применяется для описания антропогенных отходов, которые заносятся в морскую среду и вымывается на побережья. Данный тип мусор обладает всегда антропогенным происхождением и включает в себя такие материалы, как пластик, металл, стекло, древесина, бумажные и картонные изделия, резину, текстиль. Согласно исследованиям, ежегодно в океан заносится свыше 6 миллионов тонн такого мусора, причем прогнозируется, что в ближайшие годы этот показатель снижаться не будет

Приблизительно 80% морского мусора связано с наземными источниками, что свидетельствует о неправильном обращении с отходами. Изучение материалов, собранных на берегах различных побережий, показывает, что в основном они представляют собой отходы потребительских товаров или их упаковку, которые были сброшены в районах, прилегающих к крупным городам или популярным туристическим зонам.

Однако существует много различий в составе мусора в зависимости от местоположения. Данные о об этом из разных мест по всему миру показывают, что морские источники иногда доминируют над наземными источниками, особенно в местах, которые удалены от крупных населённых пунктов и туристических центров. Состав мусора, найденного на пляжах и

собираемого в отдалённых местах мира, может фактически происходить от многих источников с более крупных территорий и за более длительные периоды времени [7].

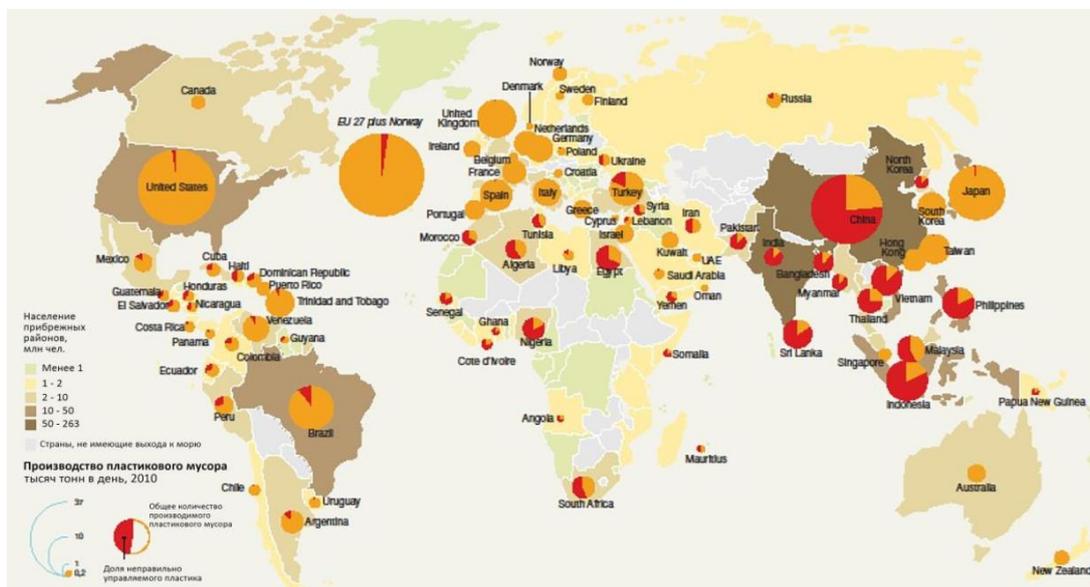


Рисунок 1.5 Карта производимого и неправильно управляемого пластикового мусора [10].

Сток мусора, попадающего в морскую среду из наземных источников, включает в себя продукты сельскохозяйственной деятельности, частицы из очистных сооружений, строительные отходы, пластиковые изделия, а также изделия для личной гигиены и медицинские предметы. По оценкам, более половины пластикового мусора поступает в водные ресурсы в результате нерегулируемых потоков отходов. К потенциальным источникам загрязнения водной среды относятся рыболовство, аквакультура, судоходство и туризм. В последние годы наблюдается значительное увеличение объемов таких отходов, как средства индивидуальной защиты, широко используемые в период пандемии коронавируса. Микрочастицы пластика также могут находиться в системах очистки сточных вод и стоках с сельскохозяйственных площадей [11].

Реки представляют собой основной канал для попадания пластмассовых изделий в океан. Они могут являться основными источниками загрязнения, так как речные системы переносят значительное количество пластика в океан, особенно, если бассейны расположены в районах с высокой плотностью населения и развитой промышленной деятельностью. Для минимизации количества пластиковых отходов, попадающих в водные экосистемы, критически важно осуществлять грамотное управление системой канализационных стоков и твердыми бытовыми отходами [10].

На сегодняшний день в Мировом океане находится более 300 млн. тонн пластикового мусора, сконцентрированных в определенных точках, называемых мусорными пятнами. Их формирование обусловлено общей циркуляцией вод Мирового океана. Это приводит к появлению таких пятен в Индийском, Тихом и Атлантическом океанах. На текущий момент самым большим мусорным пятном является Северное тихоокеанское, соответственно называющееся Большое тихоокеанское мусорное пятно, растянувшееся от Японии до Северной Америки. Данное пятно включает в себя фрагменты восточного и западного мусорных участков, первый из которых расположен между штатами Гавайи и Калифорния, а второй находится вблизи Японии. Эти два участка мусорного пятна соединены между собой течением, возникающем в результате слияния холодных арктических вод с тёплыми тихоокеанскими. Эта зона представляет собой транзит, обеспечивающий перемещение мусора из одних участков в другие. Карта с основными скоплениями мусора в Мировом океане представлена на рисунке 1.6 [7].



Рисунок 1.6 Карта основных скоплений мусора в Мировом океане [7].

Пластик зафиксирован от арктических до антарктических регионов. Особое внимание привлекает остров Хендерсон, на котором также обнаружен пластик, несмотря на то, что он входит в состав Всемирного наследия ЮНЕСКО, и расположен на расстоянии 5000 км от ближайшего населенного пункта. По приблизительным данным, по береговой линии острова разбросано около 38 миллионов кусков пластика, а основная масса этого мусора скрыта под слоем песка и не видна на первый взгляд. Такая обстановка обусловлена тем, что остров расположен вблизи Южного тихоокеанского круговорота. Схожая ситуация наблюдается в Северном полушарии, в частности, на пляже Камило на Гавайях, который находится вблизи Северного тихоокеанского круговорота и также характеризуется значительным скоплением пластиковых отходов [7].

Исследования по изучению морского мусора в России проводятся в финском заливе и Калининградской области.

В Калининградской области основным видом мусора являются остатки синтетических материалов, используемых в строительной промышленности. Наиболее встречающиеся типы антропогенного мусора представлены пластиком, пенополистиролом и сигаретными фильтрами.

Основными источниками мусора являются туризм, строительство и рыболовство.

Пластиковый мусор встречается повсеместно на побережьях Калининградской области и на это влияет не антропогенная нагрузка, а течения и транспорт пластика в данной зоне [12].

На побережьях Финского залива самым распространённым типом мусора также является пластик. Наиболее загрязнённые пляжи находятся в черте Санкт-Петербурга, а наименее загрязнённые вдали от города.

Одним из факторов, способствующих интенсивному загрязнению, является ограничение акватории Невской губы Западным скоростным диаметром и комплексом инженерных сооружений, предназначенных для защиты от наводнений, что позволяет накапливаться мусору, поступающего с водами Невы.

Восточная часть Финского залива испытывает большую антропогенную нагрузку, так как на его берегах проживает более 5 миллионов человек [13].

Морской мусор делится на категории в зависимости от его размера: частицы с диаметром более 25 мм классифицируются как макромусор, от 5 до 25 мм – как мезомусор, а менее 5 мм – как микромусор.

В 2004 году профессор Ричарда Томпсон из Плимутского университета Великобритании впервые использовал термин "микропластик" в своей статье "Lost at sea: where's all the plastic?". Микропластик является результатом расщепления больших объемов морского мусора на микроскопические частицы, слишком мелкие для обнаружения невооруженным глазом и не поглощаемые сетями для очистки воды. Этот тип загрязнения не знает географических пределов и может быть обнаружен как в непосредственной близости от места своего возникновения, так и перемещаться по океану под воздействием водных течений и ветров. Такие частицы могут оседать на морском дне, а затем вновь перемещаться в верхние слои воды [7].

Микрочастицы и фрагменты пластмасс наиболее чаще всего обнаруживаются в прибрежных районах. Они могут нарушать репродуктивный процесс и угрожать выживаемости морских существ. Более того, пластик оказывает воздействие на круговорот углерода, что может спровоцировать климатические изменения, влияя на биологическое производство в морских, пресноводных и наземных экосистемах [11].

В данной работе был изучен макропластик. Его можно заметить на поверхности воды, а также легко производить сбор на побережьях. Тем не менее, его наличие отрицательно воздействует на биосистемы и их здоровье [7].

Морской мусор оказывает значительное воздействие на морскую фауну, особенно когда животные запутываются в его фрагментах, плавающих на поверхности воды. Эта проблема является глобальной и затрагивает все высшие таксоны. Она часто приводит к острым или хроническим заболеваниям у животных, а порой и к их гибели. По статистике, у половины горбатых китов, обитающих в водах США, обнаружены шрамы от взаимодействия с мусором. Эксперты предполагают, что ежегодно от 57 до 135 тысяч ластоногих и гладких китов становятся жертвами мусора, не говоря уже о рыбах, тюленях, птицах и черепахах, страдающих от поглощения морских отходов. Такой уровень травматизма становится причиной роста смертности среди морских обитателей, а для некоторых видов тюленей и черепах он может стать решающим фактором в их вымирании.

Огромное количество морских животных поглощают пластиковый мусор. Часто такие случаи становятся известными лишь после вскрытия находимых на берегу останков животных, что указывает на то, что настоящее количество пострадавших животных остается неизвестным. Зафиксировано большое количество пластиковых пакетов и плёнок в кишечниках морских черепах и зубатых китов.

Коралловые рифы особенно уязвимы перед угрозами, которые несут с собой брошенные или утерянные рыболовные сети и оборудование. Сильные повреждения могут быть нанесены кораллам в результате перемещения сетей и канатов под влиянием ветров и морских течений [10].

Морской мусор, включая пластмассы и их микрочастицы, оказывает негативное воздействие не только на морские виды, но и вносят свой вклад в ухудшение здоровья людей при употреблении в пищу морских продуктов. В зависимости от типа, размеров и местоположения, пластиковый мусор способен вызывать смерть или заболевания за счет токсических веществ, связанных с пластмассами. Плавающий пластик может переносить в прибрежные зоны химические загрязнители и патогенные бактерии, что представляет опасность как для экосистем, так и для здоровья людей [11].

Пластиковый мусор может содержать самые разнообразные химические вещества. К ним могут относиться те, которые возникли во время производства, например, мономеры и химические компоненты, а также химические вещества, поглощаемые из окружающей среды, если пластик контактирует с морской водой или отложениями. Они могут присутствовать в относительно высоких концентрациях в некоторых прочных пластиках (производство электронных товаров) и могут представлять потенциальный риск для здоровья живых организмов, поскольку некоторые из них обладают свойствами, нарушающими работу эндокринной системы [14].

Птицы являются обладателями высокой чувствительностью к изменениям в окружающей среде, мгновенно реагируя на различные виды загрязнения. Так, например, нефтяные аварии могут привести к смерти или потере способности летать, а также к загрязнению мест обитания и кормления. Изменение видового разнообразия может быть результатом разрушения или преобразования мест обитания, включая замену растительных сообществ в местах гнездования [15].

Морские птицы относятся к наиболее изученному виду биоты с точки зрения загрязнения пластиком. Первые упоминания о проглатывании пластика серебристыми чайками и белобрюшки относятся к 70-м годам XX в. И были замечены в Арктическом регионе. Всего на данной территории гнездится 51 вид морских птиц, и в числе которых широко распространено заглатывание пластика. Среди 12 видов морских птиц российской Арктики это обычное явление, например, около 60% гнезд чаек в Чаунской губе содержали комки пластика, источниками которого, вероятно, были близлежащие свалки. Глупыш является наиболее широко изучаемым видом по потреблению пластика в Арктике и во всем мире. С 2001 года его образцы неоднократно отбирались в нескольких арктических регионах. Уровни потребления пластика варьируются в зависимости от широты, при этом образцы глупышей, отбирающихся ближе к полюсу, имеют более низкие уровни (87% обследованных птиц), чем птицы из других регионов, что может отражать более низкую степень загрязнения в местах их кормления.

Регистрировались случаи запутывания арктической крачки на Шпицбергене и семи других видов морских птиц в российской Арктике. Также было обнаружено, что тринадцать видов морских птиц включают в свои гнезда пластиковый мусор, что приводило к запутыванию животных. Было замечено, что почти все гнезда двух существующих колоний северной олуши на Мурманском побережье и 10% колонии белой чайки в Карском море содержали пластик [16].

1.3 Биологическое разнообразие птиц региона Финского залива

1.3.1 Орнитофауна Финского залива

Орнитофауна региона Финского залива обладает высоким видовым составом, и она является наиболее разнообразной группой позвоночных, обитающих на данной территории. В течение последних двух десятилетий

видовой состав, численность и распределение птиц в этом регионе значительно преобразились под влиянием множества факторов. Некоторые виды птиц практически исчезли из мест своего гнездования в прибрежной зоне восточной части Финского залива. Однако, при этом, были зафиксированы новые виды, которые ранее не были зарегистрированы на данной территории. [17].

В летние месяцы и миграционный период на данной территории наблюдается максимальное разнообразие орнитофауны, достигающее 260 видов птиц. Этот показатель составляет более 80% от общего числа видов птиц, зарегистрированных на территории Ленинградской области [18].

Основные виды, наиболее часто встречающиеся в регионе Финского залива это гагары, отряд поганок, веслоногих, пластинчатоклювых, журавлеобразные, ржанкообразные, отряд воробьиных [1].



Рисунок 1.7 Серая ворона



Рисунок 1.8 Серебристая чайка.



Рисунок 1.9 Баклан большой.

Птицы достаточно избирательны при определении мест для кормления и гнездования. Такие территории, обеспечивающие необходимые условия для их биологической активности, определяются как естественные ареалы. В пределах этих ареалов можно различать разнообразные биотопы, каждый из которых играет свою роль, например, как места для гнездования или

кормления. Благодаря такому разнообразию биотопов в этих районах наблюдается присутствие представителей различных экологических групп птиц.

Финский залив играет ключевую роль в миграционных маршрутах птиц, которые размножаются в северных регионах страны и готовятся к сезонному перемещению на юг. В ходе миграционных перелётов птицы преодолевают Финский залив, создавая в процессе многочисленные скопления на его поверхности и на суше для осуществления кормёжки и отдыха перед продолжением пути. Темпы и сроки перелёта могут изменяться в зависимости от метеорологических условий и специфики условий в местах зимовки. Несмотря на это, ежегодно в период весенних и осенних миграций в регионе фиксируются сотни тысяч мигрирующих птиц [18].

Мигранты, когда попадают в регион Финского залива, как правило, задерживаются в течение некоторого времени, что делает данную местность своеобразным мостом, соединяющего Балтийское море с Ладожским, Онежским озерами и Белым морем. Также побережье Финского залива характеризуется небольшой глубиной, что способствует образованию участков с обилием воздушно-водной и подводной растительности. Такие экосистемы представляют собой благоприятные условия для гнездования и проживания разнообразных видов птиц [19].

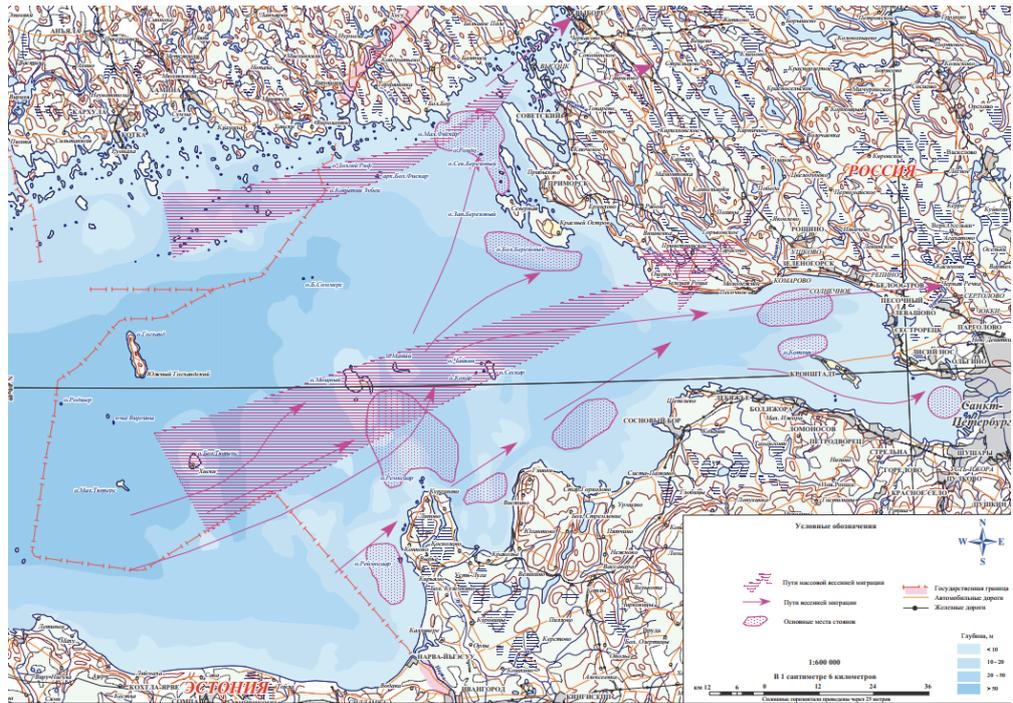


Рисунок 1.10 Пути пролёта и основные места стоянок морских уток весной [1].

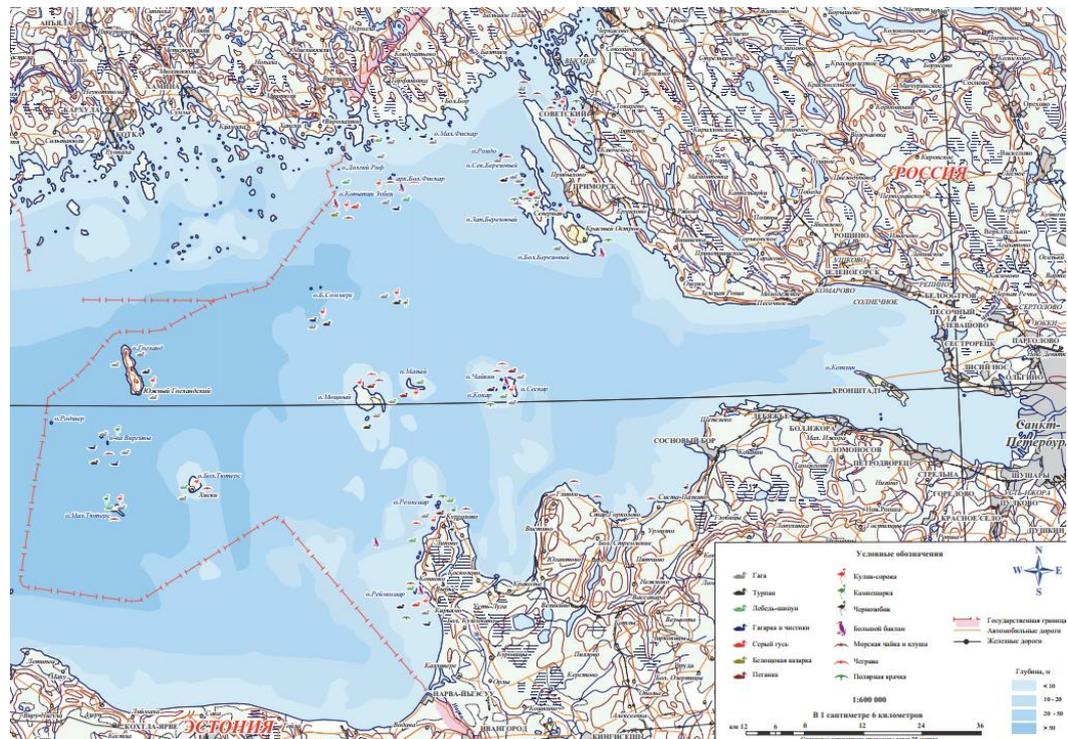


Рисунок 1.11 Распределение представителей балтийской орнитофауны в весенне-летний (гнездовой) период [1].

В Российской части акватории Финского залива определены 10 орнитологических территорий всемирного или общеевропейского значения. Они выявлены ассоциацией общественных организаций в защиту птиц и природы Bird Life International, которая проводит всемирную программу “Important Bird Areas” (ИВА) и выявляет такие важные территории, где обитают находящиеся под угрозой исчезновения и редкие виды птиц, а также образуются их массовые скопления [1].

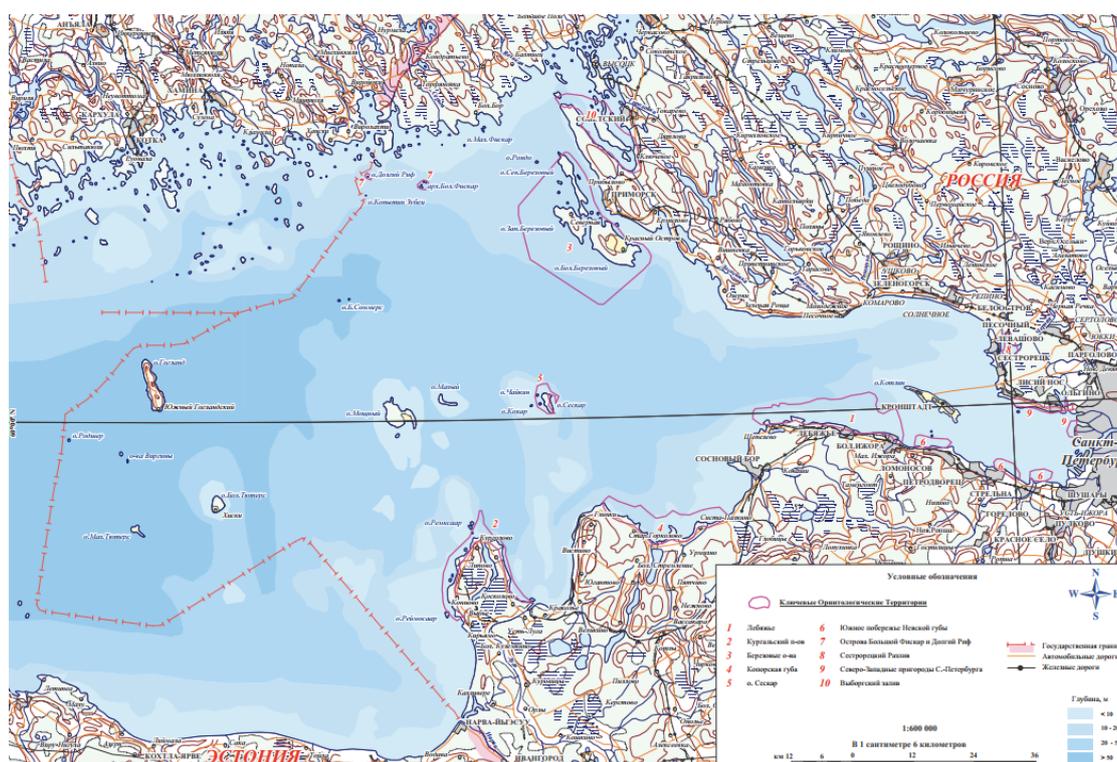


Рисунок 1.12 Ключевые орнитологические территории (ИВА) всемирного и общеевропейского значения [1].

1.3.2 Красная книга птиц региона Балтийского моря

В Красную книгу Балтийского моря включено 56 гнездящихся видов. Малая чайка и черная кайра встречаются с двумя подвидами в районе Балтийского моря. Такой вид как крачка-чайка, в прошлом регулярно размножался, однако сегодня считается регионально вымершим. Категория «находящиеся в критическом состоянии» также включает кентскую ржанку,

которая раньше регулярно размножалась в Дании, Швеции и Германии, но после 2000 года наблюдалась только с отдельными парами в Швеции и Германии. В список видов, которым грозит опасность исчезновения, входят черозубок, терский кулик, средиземноморская чайка и черноногая моевка. Восемь видов признаны уязвимыми. В категорию «Находящиеся под угрозой исчезновения» входят девять таксонов, а в категорию «Вызывающие наименьшие опасения» — 35.

В Красную книгу зимующих птиц Балтийского моря включены 58 зимующих видов. Большой баклан, гуменник, остроклюв и черная кайра — встречаются с двумя подвидами в районе Балтийского моря. Обыкновенная кайра, встречается в двух разных популяциях в районе Балтийского моря. Всего в Красную книгу были занесены 16 зимующих видов, подвидов или популяций. Количество видов краснозобой и чернозобой гадюк резко сократилось и на данный момент они классифицированы как находящиеся под угрозой исчезновения. Категория «Находящиеся под угрозой исчезновения» включает семь видов, в их число входят пять видов морских уток. Три таксона отнесены к категории «Уязвимые», а четыре — к категории «Находящиеся под угрозой исчезновения». Категория «наименее опасные» включает 31 вид.

В настоящее время на территории Финского залива существует угроза для таких видов птиц как орланы-белохвосты, а также другие виды хищных птиц. Было обнаружено, что они страдают от загрязнения свинцом, вызванного высоким уровнем данного металла на территории Финского залива. Ещё один вид, подверженный отравлению свинцом – гаги. Также одной из причин сокращения видов - смерть от пуль в следствии браконьерства.



Рисунок 1.13 Орлан-белохвост.

Исследования на юге о. Гогланд показали, что ежегодно несколько десятков тысяч длиннохвостых уток погибают от загрязнения нефтью.

Присутствие диких американских норок привело к существенному сокращению численности гнездящихся птиц в тех районах, где их плотность достигает высокой плотности. Было обнаружено, что хищничество норки является наиболее важным фактором смертности черных кайр, размножающихся в Финском заливе [20].

Глава 2. Материалы и методы исследования

2.1 База данных iNaturalist и обработка информации

В качестве базы данных для выполнения исследования был использован сайт iNaturalist, а именно проект «Animals and Plastic», созданный сотрудниками отдела природоохранных проектов Ленинградского зоопарка, на котором размещены фотографии взаимодействия птиц и пластикового мусора в регионе восточной части Финского залива, в том числе в г. Санкт-Петербург. Страница проекта представлена на Рисунке 2.1

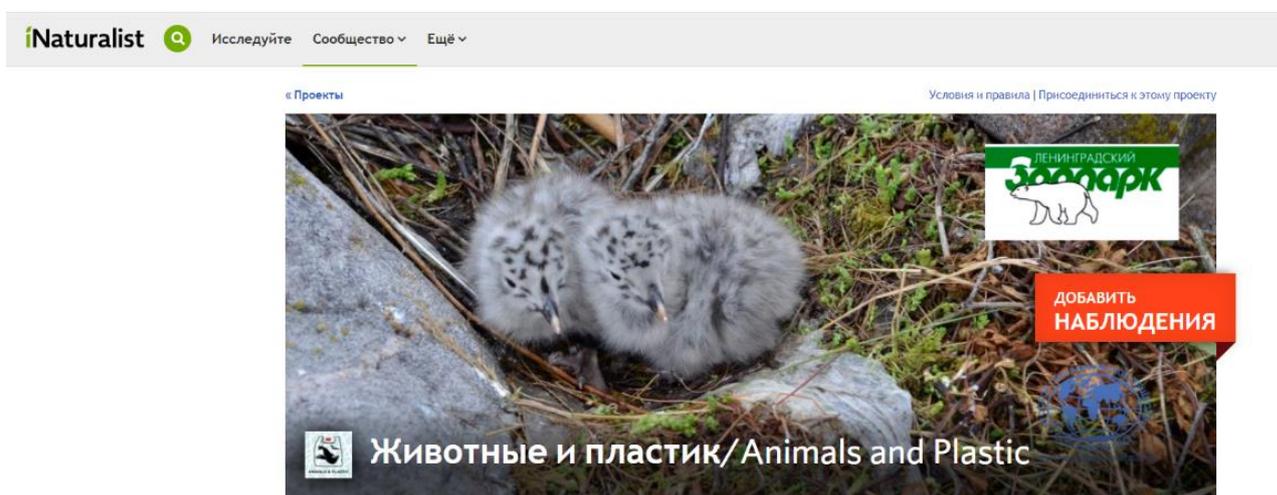


Рисунок 2.1 Страница проекта «Animals and Plastic» на сайте iNaturalist

База данных содержит фотографии птиц и объектов, которые демонстрируют пластик или другой синтетический материал, а также сведения о видах птиц, типе мусора, дате и координатах его нахождения. Пример размещения данных представлен на рисунках 2.2 и 2.3.

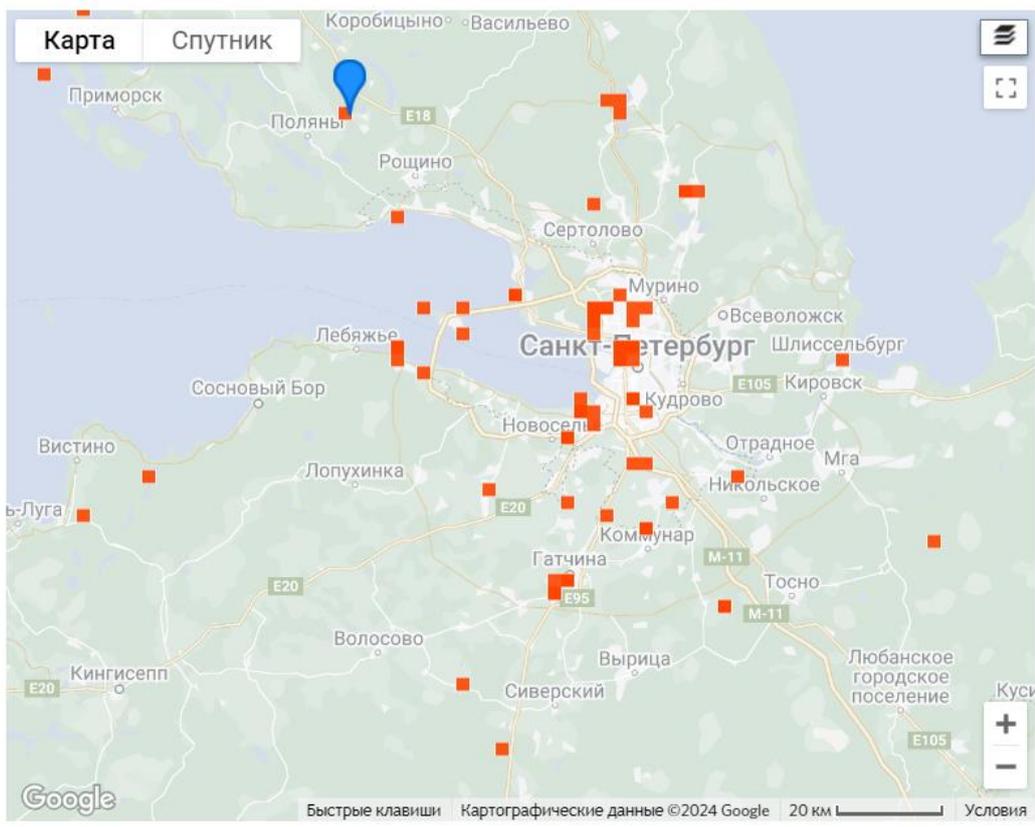


Рисунок 2.2 Карта региона с местом нахождения объектов фотосъёмки

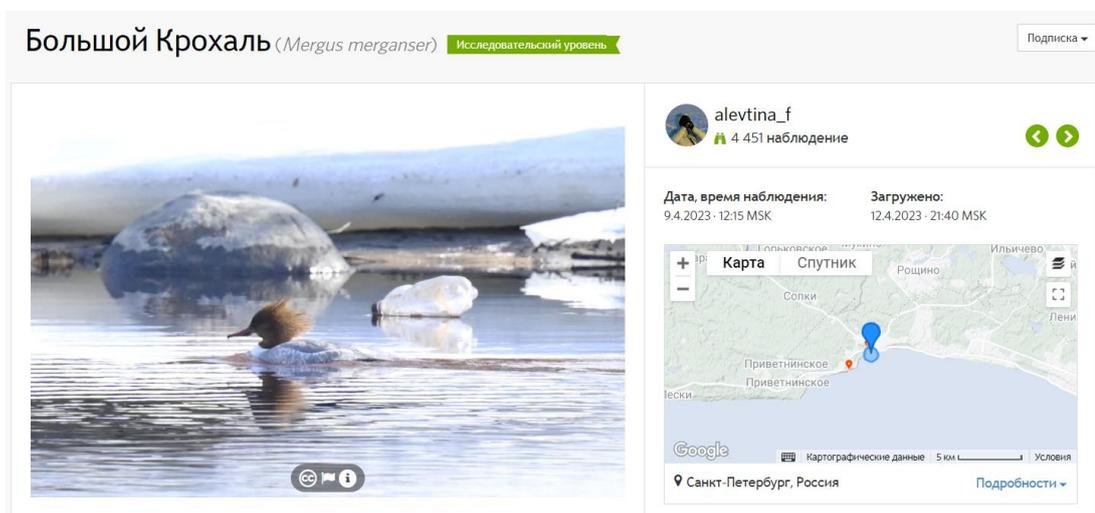


Рисунок 2.3 Пример фотофиксации взаимодействия птицы с пластиком, а также название вида, дата наблюдения и координаты.

Некоторые координаты скрыты, т.к. данный вид птиц находится под угрозой, и с целью ограничения вмешательства в жизнь птиц они не указываются в открытом доступе.

Проводился анализ каждого фото, виды птиц, вид мусора по международному классификатору – OSPAR. Данная система была предложена в 1992 г. и стала унифицированной методикой мониторинга морского мусора. В таблицу мониторинга входят 11 типов загрязнителей: пластик или полистирол, металл, бумага и картон, дерево, санитарные отходы, ткань, резина, стекло, керамика, санитарные и медицинские отходы.

Наблюдения ведутся с 2009 года, однако наибольшее количество фотофиксаций приходится на последние 4 года (2020-2024 гг.). Всего было собрано 117 фотофиксаций.

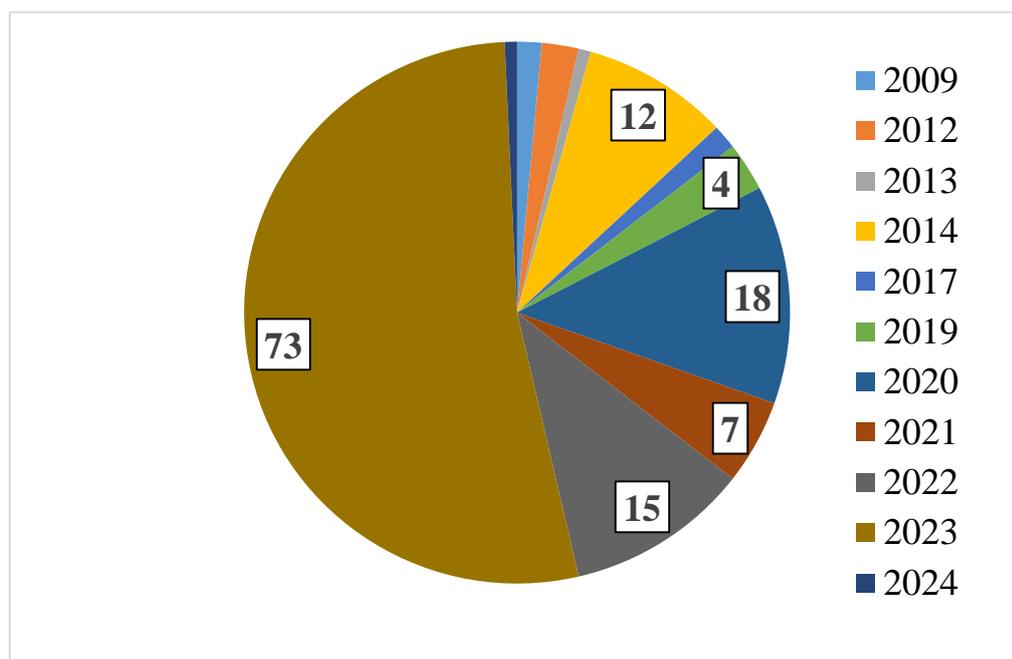


Рисунок 2.4 Количество фотофиксаций в период исследований.

Примеры фотофиксаций морского мусора в регионе Финского залива по данным представлены на рисунках 2.5 и 2.6.



Рисунок 2.5 Спасательный круг в гнезде баклана большого.



Рисунок 2.6 Венок в гнезде серебристой чайки.

2.2 Методы мониторинга морского мусора побережий Финского залива в 2023 г.

Мониторинг – это постоянное наблюдение за различными природными и антропогенными процессами, происходящими как в окружающей среде, так и в обществе. В течение данного процесса происходит сбор натуральных данных и описание объекта на основе их изучения, а также прогнозирование и моделирование состояния в перспективе.

Мониторинг морского мусора представляет собой комплекс мероприятий, направленных на определение вида, количества и распространения отходов, а также выявления причин их поступления. В результате данного процесса должна быть получена общая картина загрязнения морской среды, что может позволить разработать и применить меры по уменьшению поступления мусора.

Существует несколько методов мониторинга морского мусора. Они распределяются на группы в зависимости от среды распространения: водная среда, побережья, пляжевые и донные отложения, снег и лёд.

Исследования пляжей проходят по методам ОСПАР, разработанным для более детального изучения морского мусора по фракциям специально для побережий Балтийского моря. Такие методики дают возможность проводить исследования как по всей протяжённости пляжа, так и в зоне заплеска волн.

Метод «Frame» - метод «рамки» и метод «Sand Rake», означающий «грабли», используются для оценки накопления мусора различных фракций в верхнем слое песка, т.е. от зоны заплеска до линии растительности. Благодаря этим двум методам можно определить источники поступления мусора и факторы, влияющие на этот процесс. При проведении данного метода проводится описание участка и условия, при которых проводится мониторинг. Записываются различные характеристики, такие как погода и

время проведения. Также делается фотофиксация места и его визуальный анализ, при котором осуществляется оценка мусора и при возможности его подсчёт и взвешивание.

Для определения микромусора используется «Frame» метод. Процесс начинается с отбора проб, которые берутся из двух квадратных участков размером 1 м^2 – T1 и T2. Первый из них, T1, находится в точке наибольшего загрязнения в зоне заплеска. Второй квадрат, T2, располагается на удалении трех метров от границы первого участка (Рисунок 2.7). В процессе работы применяются специальные инструменты: металлическое сито с ячейкой 2 мм, металлический шпатель и ведро. Чтобы гарантировать точность полученных данных, рекомендуется провести контрольное исследование на полигоне, который должен быть расположен в 10 метрах от любой другой исследуемой точки по линии воды.

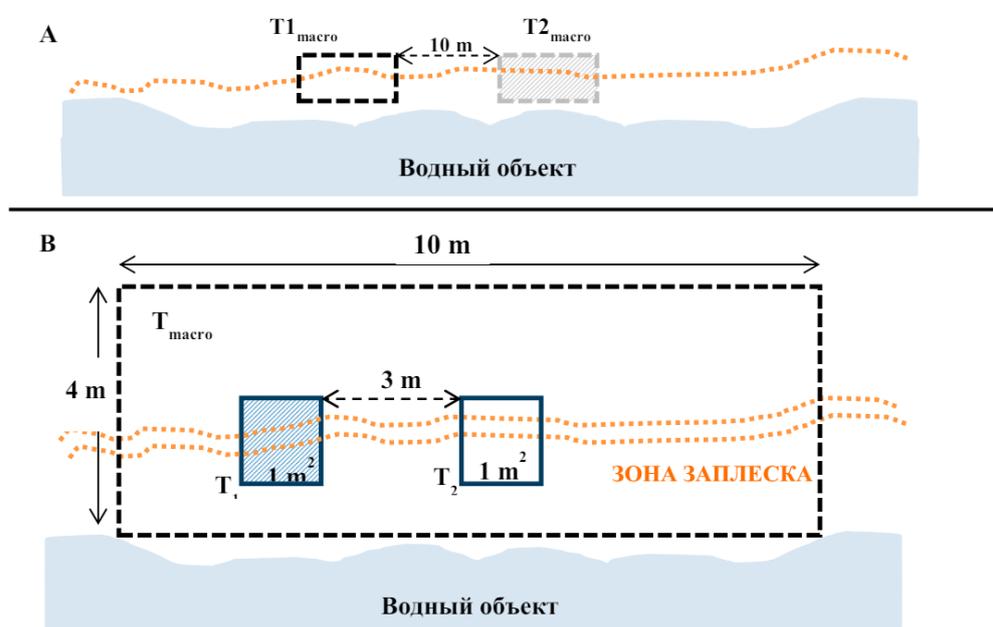


Рисунок 2.7. Полигоны для отбора микромусора «Frame» методом.

«Рейк-Метод» обычно применяется между линиями воды и растительности поперек всего пляжа и при его проведении каждые 5 м устанавливается маркер (флаг). В процессе проведения работ используется

инструмент грабли с ячейкой 2 мм, чтобы просеивать песок. Он просеивается по сегментам размеров 0,5 м * 5 м, площадь стандартного сегмента 2,5 м². В граблях могут быть найдены частицы мусора различных фракций. Глубина отбора проб должна быть от 3 до 5 см. Для надёжных результатов необходимо провести две или 3 полосы, чтобы количество мусора составляло не менее 20 единиц [7].

Мониторинг пляжей Финского залива осуществлялся с применением метода «Frame» на территории следующих пляжах: Парк 300-летия, Лахта, Жемчужный пляж, пляж Золотой, парк Александрия.

Пляж в Парке 300-летия. Тип берега – техногенный, осадки отсутствуют, температура воздуха 25°С, ветер северо-западный, 5 м/с, волны небольшие, 1-2 б. Сгон 2,5 м.

Пляж городской, убирается каждый день, подвергается большой рекреационной нагрузке, находится в парке отдыха. Песок мелкозернистый, находится рядом с устьем. Пляж техногенный, возобновляемый. Судоходство активное. До ближайшей точки сбора мусора 200 метров. Пример полигона представлен на рисунке 2.8.



Рисунок 2.8 Полигон 40 м² и квадрат 1 м² на пляже в парке 300-летия.

Пляж Лахта. Берег представлен техногенным типом и характеризуется наличием мелкозернистого песка. Это дикий пляж, в течение сезона волонтерские работы проводятся 3-4 раза. Вблизи расположены станции для сёрфинга и пристань гидроциклов. Судоходство отсутствует. Средний уровень воды, ветер 1-2 м/с, северо-западный, погода +24°C, осадки отсутствуют. Находится рядом с населенным пунктом. В Ольгино находится северная станция аэрации. Пример полигона представлен на рисунке 2.9.



Рисунок 2.9 Полигон 40 м² на пляже Лахта.

Пляж Жемчужный. Техногенный пляж с песком мелкой и средней фракции. Активное судоходство – рядом находится порт. На берегу очень много тростника в 5 метров шириной от уреза воды и в 15 см высотой, пляж не адаптирован под отдых граждан на нём, не убираемый (только волонтерскими движениями), ближайшая точка сбора мусора не найдена. В воде большое количество водорослей, ближе к урезу превращается в сплошную линию шириной в 0,3 метра по всему пляжу. Пример полигона представлен на рисунке 2.10.



Рисунок 2.10 Полигон 40 м² на Жемчужном пляже.

Пляж Золотой, г. Зеленогорск. Городской часто убираемый пляж, находится возле парка культуры и отдыха. Ширина 65 м. Благоустроенный, есть урны для мусора. Берег выровненный, аккумулятивного типа. Песок преимущественно среднезернистый, возле уреза - крупнозернистый. Справа от полигонов находится лодочная станция. Температура воздуха 22°С. Ветер восточный, вначале работы на пляже имел скорость 2,5 м/с, под конец – 4 м/с. Вначале изучения волны отсутствовали, но с увеличением времени работы – увеличились, с изменением уровня воды на 50 см. Нагон средний. Облачность 50%, без осадков. Пример полигона представлен на рисунке 2.11.



Рисунок 2.11 Полигон 40 м² на пляже Золотой.

Пляж Александрия. Пляж находится в парковой зоне. Ширина 100 м, неблагоустроенный. Берег выровненный, техногенного типа. Песок крупнозернистый с включением гранита и гальки. Недалеко от берега расположена стекольная мануфактура. Температура воздуха 26°C. Ветер южный, скорость 2 м/с. По мере изучения интенсивность волн изменялась - увеличивалась в зависимости от проплывания теплоходов «Метеоров». Нагон средний. Облачность 20%, без осадков. Пример полигона представлен на рисунке 2.12.



Рисунок 2.12 Полигон 40 м^2 на пляже в парке Александрия.

Глава 3. Результаты исследования

Заключение

В данной работе было выполнено изучение степени вовлеченности пластикового мусора в жизненный цикл птиц в регионе Финского залива на основе натурных данных. Проведён анализ данных натурных наблюдений по базе данных фотофиксаций встречаемости пластикового мусора в местообитаниях птиц. Получены следующие выводы: самым распространённым типом пластикового мусора на побережьях и островах восточной части Финского залива и в г. Санкт-Петербург, вовлеченным в жизнедеятельность птиц, являются пластиковые пакеты, а также их кусочки, значительное количество такого типа мусора, как шнуры и провода. Ещё один наиболее часто встречаемый вид мусора – бутылки, синтетические салфетки и пластиковые упаковки.

В результате анализа было выявлено, что Финский залив оказался достаточно загрязнённой акваторией. Мусором загрязнены и береговая линия, и сам водный объект. Воздействие пластика на организмы и жизнедеятельность птиц в целом в регионе Финского залива достаточно большое. Пластиковый мусор был найден как в городских местообитаниях, что связано с антропогенной нагрузкой, так и на отдалённых и даже особо охраняемых территориях.

Изучены особенности видового разнообразия экосистемы Финского залива. Исследования показали, что Финский залив имеет богатое биоразнообразие, составляющее более половины видового разнообразия Балтийского моря. Жизнедеятельность большей части видов сильно зависит от экологического состояния водоёма, они являются одним из основных индикаторов здоровья экосистем.

Была изучена проблема загрязнения морской среды пластиковым мусором. Результаты показали, что загрязнения акватории Финского залива значительные. Главными источниками являются высокая рекреационная нагрузка пляжей, в следствии неправильное обращение с отходами, а также

строительный мусор, который поступает в Финский залив с плохо очищенными сточными водами производств.

Проведён анализ содержания пластикового мусора на берегах Финского залива по данным натурных исследований 2023 года. Были получены следующие результаты: самыми подверженными загрязнению мусором являются пляж парка Александрия, пляж Лахта и пляж Жемчужный, наименьшее количество мусора было найдено на пляже парка 300-летия и на пляже Солнечный г. Зеленогорск. Основным загрязнителем всех пляжей является макуромусор.

Проведена сравнительная оценка загрязненности побережий Финского залива и местообитаний птиц морским мусором. Было получено, что наиболее часто встречаемый мусор - это пластиковые пакеты и его куски, служащие материалом для строительства гнёзд. Не редко встречаются провода и шнуры, а также синтетические салфетки. Неоднократно можно заметить бутылки на водной поверхности, в местах времяпрепровождения птиц и другие пластиковые изделия и упаковки. Весь вышеперечисленный мусор относится к бытовому и именно данный тип мусора является наиболее встречаемым на побережьях Финского залива, из чего следует, что именно человек является главной причиной взаимодействия пластика с птицами.

Для региона Финского залива проблема является актуальной, т. к. с каждым годом число птиц, в жизнедеятельность которых включён пластик, становится только больше.

Для решения проблемы необходимо продолжать исследование, а конкретно собирать больше информации, которой на данный момент мало и пополнять базу данных. Кроме того, нужно минимизировать поступление мусора в экосистему Финского залива, а именно пластиковых изделий и строительного мусора, источниками которых являются промышленные производства, не полностью очищенные сточные воды, а также сам человек. Нужно информировать население о правильном обращении с отходами и

объяснять, что пластиковый мусор может оказывать негативное влияние не только на саму природу, но и животных.

Список использованных источников

1. Погребов, В. Б. Природоохранный атлас Российской части Финского залива / В. Б. Погребов, Р. А. Сагитов. — Санкт-Петербург : Тускарора, 2006. — 56 с.
2. Климат Финского залива // ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=2> (дата обращения: 05.05.2024).
3. Добровольский А. Д., Залогин Б. С. Моря СССР. М., Изд-во МГУ, 1982 г. С ил., 192 с.
4. Буданов Л. М. Геоэкологическое районирование дна восточной части Финского залива / Л. М. Буданов, А. Ю. Сергеев, Д. В. Рябчук, В. А. Жамойда, В. И. Хориков // Региональная геология и металлогения. – 2019. – № 79. – С. 23–34.
5. Спиридонов М.А. Изменение береговой зоны восточной части Финского залива / Д. В. Рябчу, К. К. Орвику Л. Л. Сухачев, Е. Н. Нестерова, В. А. Жамойда // Геоэкология. – 2010. № 41. – С. 107–118.
6. Нежиховский, Р. А. Река Нева и Невская губа / Р. А. Нежиховский. — Ленинград : Гидрометиздат, 1981. — 112 с.
7. Ершова А.А., Еремина Т.Р. Пластиковое загрязнение Мирового океана / Учебное пособие – Санкт-Петербург: РГГМУ, 2022. – 170 с.
8. Атлас геологических и эколого-геологических карт Российского сектора балтийского моря / Гл. ред. О. В. Петров. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2010. 78 с. (Федеральное агентство по недропользованию, ФГУП «ВСЕГЕИ»).
9. HELCOM, 2009 Biodiversity in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment on biodiversity and nature conservation in the Baltic Sea. Balt. Sea Environ. Proc. No. 116B.
10. Морской мусор // UNEP - UN Environment Programme [Электронный ресурс]. URL: <https://www.unep.org/ru/issleduyte-temy/okeyany->

i-morya/nasha-deyatelnost/rabota-po-regionalnym-moryam/morskoy-musor
(дата обращения: 01.03.2024).

11. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (2021). «Проблема загрязнения и ее решение: Глобальная оценка загрязнения морской среды мусором и пластмассами». Сводный доклад. Найроби.

12. Чубаренко, И.П. Микропластик в морской среде: монография / И.П. Чубаренко, и др. Москва : Научный мир, 2021. – 520 с. : 20 с. цв. ил. ISBN 978-5-91522-513-7.

13. Кузьмина А. С., Ершова А. А. Загрязнение микрочастицами морского мусора песчаных побережий восточной части Финского залива Балтийского моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2022. № 2. С. xx–xx. doi:10.22449/2413-5577-2022-2-xx-xx.

14. GESAMP (2019). Guidelines on the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean (Kershaw P.J., Turra A. and Galgani F. editors), (IMO/FAO/UNESCO-IOCC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP/ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 99, 130p.

15. Бубличенко Ю.Н. Птицы // Природная среда и биологическое разнообразие архипелага Березовые острова (Финский залив) / Отв. ред. Н.Н. Цвелев, ред.: Е.А. Волкова, Е.А. Глазкова, Г.А. Исаченко, В.Н. Храмцов. – СПб., 2007. – С. 289–316.

16. Plastic pollution in the Arctic // REVIEWS [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nature.com/natrevearthenviron/> (дата обращения: 01.03.2024).

17. Бубличенко Ю.Н. 2014. Гнездовые биотопы береговой зоны восточной части Финского залива // Региональная экология. N 1- 2 (35), СПб, РАН. С. 56 – 61.

18. Бубличенко Ю.Н., Бубличенко А.Г. Птицы и млекопитающие региона Финского залива. 2020. СПб. 219 с.

19. Носков Г.А., Рымкевич Т.А. Санкт-Петербургский регион в системе миграционных путей птиц Западной Палеарктики // Тр. Карельского научн. центра РАН. – 2016. – № 1. – С. 45–56.

20. HELCOM, 2013 HELCOM Red List of Baltic Sea species in danger of becoming extinct. Balt. Sea Environ. Proc. No. 14

Приложение А. Таблица собранных данных о мусоре, вовлечённом в жизнедеятельность птиц на побережьях и островах восточной части Финского залива и в г. Санкт-Петербург за период исследования.