



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

(магистерская диссертация)

На тему «Оценка воздействия антропогенных объектов на  
орнитофауну Баренцева моря»

Исполнитель Левковская Софья Вадимовна

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук

(ученая степень, ученое звание)

Ершова Александра Александровна

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю» Заведующий кафедрой

*В.В. Дроздов*

(подпись)

кандидат географических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович

(фамилия, имя, отчество)

«01»

*декабрь*

2023 г.

Санкт-Петербург

2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ГЛАВА 1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	6
1.1 Общая характеристика Баренцева моря .....	6
1.2 Особенности экосистемы Баренцева моря.....	11
1.3 Орнитофауна Баренцева моря.....	15
ГЛАВА 2 АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ В РЕГИОНЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ .....	20
2.1 Виды хозяйственной деятельности .....	20
2.1.1 Деятельность в открытой части акватории .....	20
2.1.2 Деятельность в шельфовой части акватории .....	23
2.1.3 Северный Морской путь .....	24
2.2 Особенности антропогенного воздействия на береговую зону Баренцева моря.....	26
2.3 Крупные инфраструктурные проекты Мурманской области.....	30
ГЛАВА 3 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	36
3.1 Методы биоиндикации. Индикаторный метод. ....	36
3.2. Виды-индикаторы Баренцева моря. Синантропные виды. ....	40
3.3 Анализ орнитофауны и местообитаний по данным натуральных обследований.....	45
ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ .....	52
4.1 Анализ опыта в исследованиях воздействий техногенной инфраструктуры на орнитофауну в других регионах .....	52
4.2 Негативные и позитивные воздействия техногенной инфраструктуры на орнитофауну Мурманской области .....	53
4.3 Практические рекомендации .....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	64
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	66

## ВВЕДЕНИЕ

В Арктической зоне Российской Федерации реализуется множество проектов по освоению природных ресурсов, в частности в береговой зоне: нефте- и газодобыча на шельфе, развитие Северного Морского пути, портовых инфраструктур, «зеленой» энергетики, увеличение добычи биологических ресурсов морей. Все это ведет к деградации хрупкой экосистемы Арктики, поэтому важно учитывать необходимость минимизации ущерба природной среде прибрежных зон.

Регион Баренцева моря является одним из наиболее изученных акваторий Арктики. Особые климатические условия делают его привлекательным для развития и дают гарантии бесперебойной работы незамерзающего порта Мурманск, стратегически важного для нашего государства. Мурманская область – один из ключевых регионов Российской Арктики, на ее территории реализуется множество инвестиционных и социальных проектов, поэтому здесь сосредоточена основная техногенная инфраструктура в исследуемом регионе.

В связи с активным развитием хозяйственной деятельности в Баренцевом море необходимо отслеживать изменения, происходящие в его экосистеме. Объективным показателем изменений является уровень биологического разнообразия. В контексте промышленного освоения территории и реализации масштабных инфраструктурных проектов птичье население может быть использовано как репрезентативный индикатор изменений биологического разнообразия. Это связано с многочисленностью птиц как во время летнего гнездования, так и расположения в пределах исследуемой территории крупного Балтийско-Беломорского миграционного пути.

Для оценки влияния антропогенных объектов на экосистемы рациональнее всего использовать группы морских и водно-болотных птиц, которые на одном или нескольких этапах своего жизненного цикла связаны с береговыми биотопами.

Цель работы – оценить возможные воздействия техногенных объектов на орнитофауну береговой зоны Баренцева моря.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать особенности экосистемы, в частности орнитофауны Баренцева моря;
2. Рассмотреть основные виды хозяйственной деятельности исследуемого региона, а также особенности антропогенного влияния на прибрежную зону Баренцева моря;
3. Определить индикаторные и синантропные виды птиц для Баренцева моря;
4. Выявить воздействия техногенной инфраструктуры на орнитофауну Баренцева моря.

Актуальность и значимость исследования для региона заключается в необходимости устойчивого развития приморского освоения территорий с учетом важности сохранения и восстановления чувствительных прибрежно-морских экосистем, организации сбора необходимой информации об их состоянии по программам мониторинга и охраны редких видов орнитофауны.

Научная новизна работы заключается во впервые осуществленной оценке и анализе индикаторов состояния орнитофауны (обилие, видовой состав) и показателей устойчивости природных и природно-технических систем. При этом рассматривается не только негативное воздействие антропогенной деятельности в береговой зоне (в форме создания техногенных объектов), но и позитивное на орнитофауну.

Исследование влияния масштабных техносферных объектов на устойчивость природных экосистем имеет весьма обширную методологию. При том, что вопрос по изучению негативных эффектов проработан достаточно хорошо, оценки позитивных эффектов воздействия крупных техносферных объектов для экосистем практически отсутствуют. В частности, нет оценки возможности их использования представителями орнитофауны в качестве новых искусственных биотопов, которые появляются в процессе строительства и эксплуатации крупных техногенных объектов.

В работе была исследована и проверена гипотеза о том, что крупный техносферный объект, оказывая воздействие на окружающую среду, вызывает в ней не только негативные, но и позитивные эффекты в рамках влияния на уровень общей экологической стабильности. Так как арктические экосистемы крайне уязвимы, что связано с изменениями климата и с постоянно растущей антропогенной нагрузкой, важно использовать именно такой подход. Он позволяет комплексно оценить и учесть множество факторов при воздействии крупных техносферных объектов на экосистемы прибрежных районов Арктики в целом, и на их особо уязвимые компоненты — в частности.

# ГЛАВА 1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

## 1.1 Общая характеристика Баренцева моря

Баренцево море является самым западным арктическим морем Российской Федерации. Западной границей принято считать линию м. Южный (о. Шпицберген) — о. Медвежий — м. Нордкап, на юге Баренцево море граничит с Белым морем, а также ограничено материком. С востока море ограничено западным побережьем островов Вайгач и Новая Земля и далее линией м. Желания — м. Кользат, на севере граница проходит по островам архипелага Земли Франца-Иосифа к архипелагу Шпицберген (Рисунок 1.1).

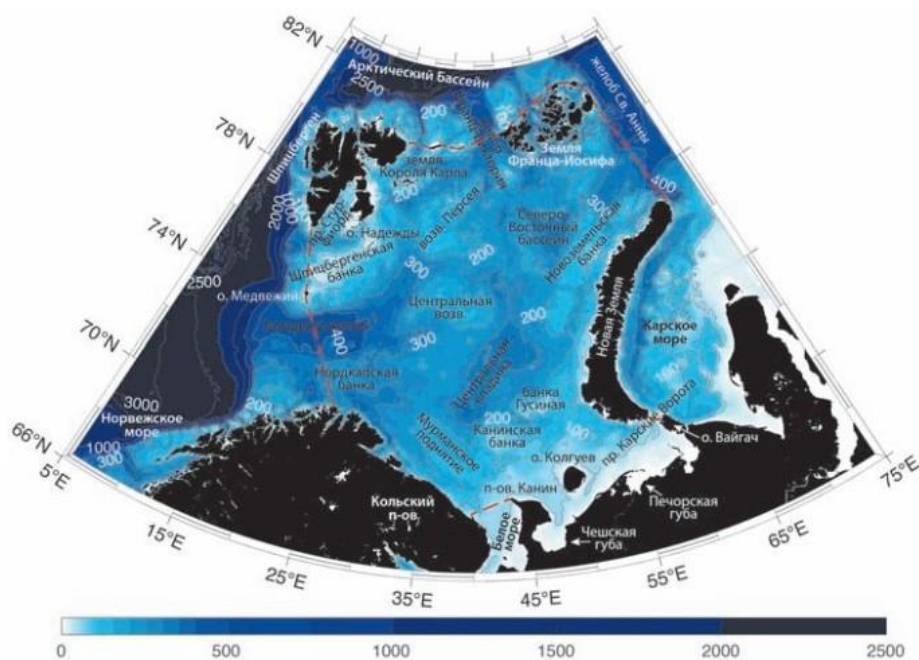


Рисунок 1.1 – Официальные границы Баренцева моря (красный пунктир).

[21]

На климат Баренцева моря значительное влияние оказывают теплое Норвежское море и холодные районы Арктического бассейна. Через Баренцево море проходят траектории многих североатлантических теплых циклонов,

которые движутся в арктическую область. Но часто происходит и обратное: холодные арктические воздушные массы проникают далеко на юг. Важно отметить, что погодные условия крайне не стабильные, а синоптические процессы в этом район развиваются стремительными темпами. Климатические условия данного региона отличаются от остальных арктических море высокими температурами воздуха, большим количеством осадков и мягкими зимами.

Средние температуры самых холодных месяцев на побережье  $-10 - 15^{\circ}\text{C}$ , на северных островах  $-20 - -22^{\circ}\text{C}$ . В июле средняя температура в различных районах колеблется от  $+1^{\circ}\text{C}$  до  $+7^{\circ}\text{C}$ . [48]

Климат на всей акватории Баренцева моря неоднородный (от арктического на севере до умеренных широт на юге), поэтому выделяют четыре крупных региона:

1. Юго-западный (Медвеженский)
2. Юго-восточный (Колгуево - Вайгачский)
3. Северо-западный (Восточно - Шпицбергенский)
4. Центральный и северо-восточный. [21]

Особое влияние на экосистему Баренцева моря оказывает водообмен с морями, которые расположены рядом, и в значительной мере поступление атлантических теплых вод. С этими водами поступает большое количества тепла, которое согревает Баренцево море. Оно считается одним из самых теплых арктических морей. На большей части акватории круглогодично наблюдаются положительные температуры, и соответственно не образуется лед. Данное явление наблюдается до  $75^{\circ}\text{с.ш.}$  [1]

Зимой температура воды на юге колеблется в пределах  $+4 - +5^{\circ}\text{C}$ , в центральное части немного ниже и составляет  $3 - 5^{\circ}\text{C}$  тепла, а на севере температура достигает отрицательных значений.

Многолетние наблюдения за температурой воды, показывают, что с 1980 года появились тенденции к потеплению, а также колебания между холодными и теплыми годами стали меньше. 2016 год ознаменовался, как самый теплый, за всю историю наблюдений. Это было вызвано расширением смешанных и

теплых атлантических водных масс и резким сокращением арктических вод и зимнего морского льда. [35]

С 2000 г. площадь покрытая теплой водой была самой маленькой в 2003 году, в последующие годы значение так низко больше не опускалось. На рисунке 1.2 представлена площадь, покрытая водами различной температуры на глубине 50м и дна в Баренцевом море в период 2000 – 2020 гг. [57]

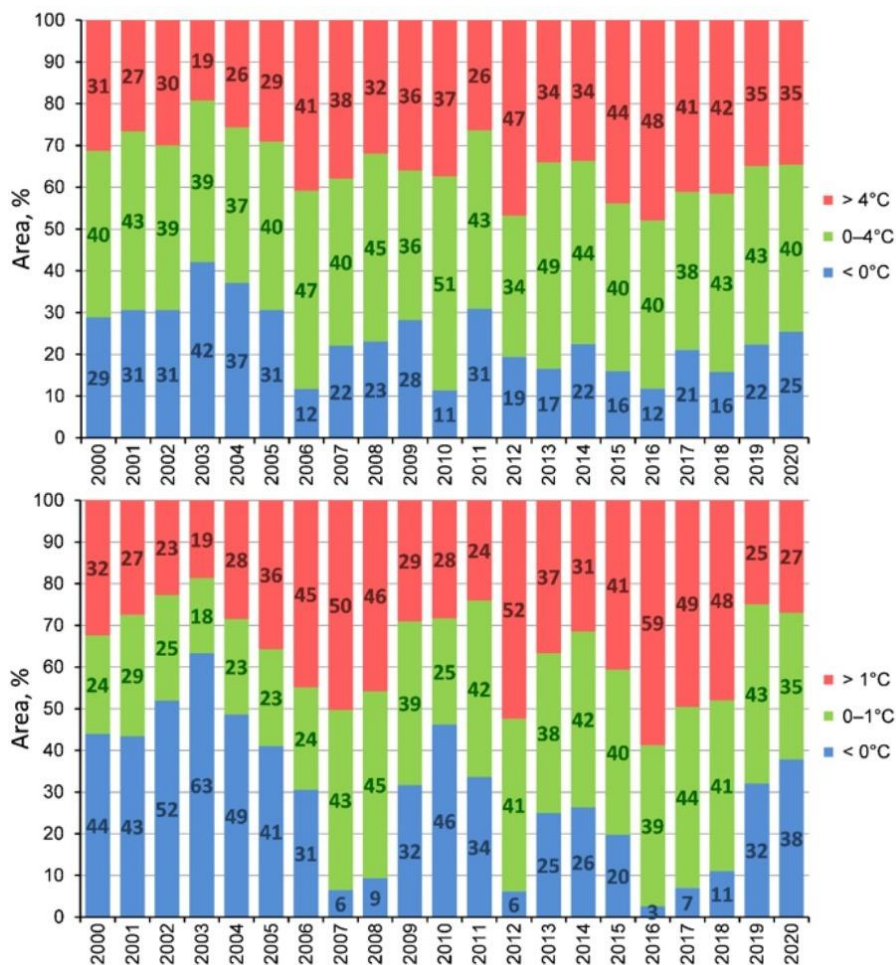


Рисунок 1.2 - Площадь, покрытая водами различной температуры на глубине 50 м (вверху) и у дна (внизу) в Баренцевом море (71–79° с. ш., 25–55° в. д.) в августе – октябре 2000–2020 гг. [57]

Система поверхностных и глубинных течений в исследуемом регионе достаточно сложно устроена, их основным свойством является движение против часовой стрелки (Рисунок 1.3). [57]



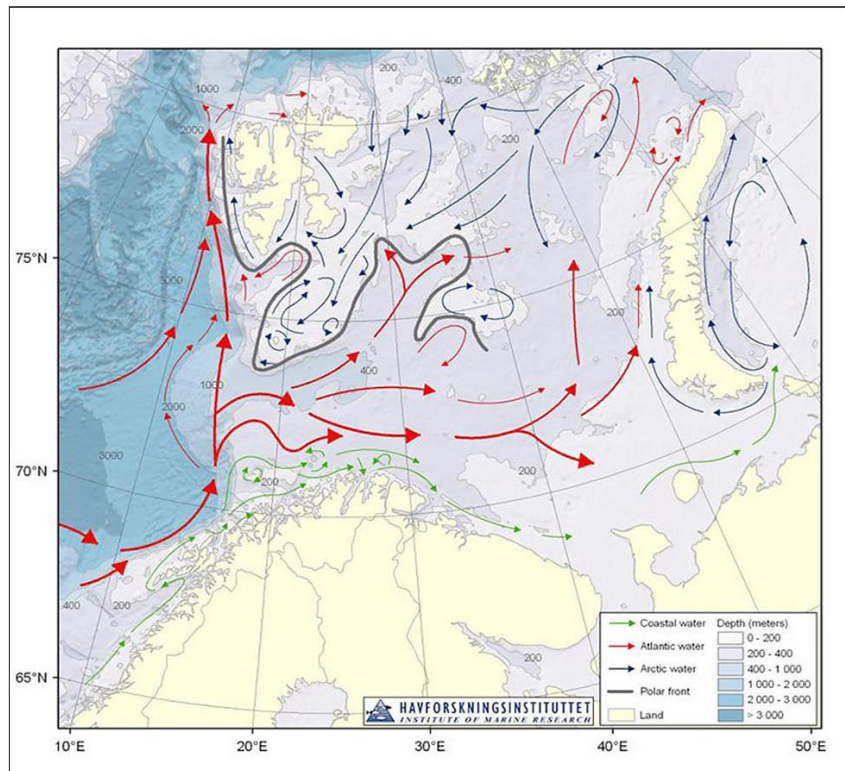


Рисунок 1.3 – Основные течения и системы переноса водных масс в районе Баренцева моря. [58]

Структура Баренцева моря включает в себя четыре различные водные массы: атлантические, арктические, прибрежные и баренцевоморские воды. Теплые и соленые атлантические воды поступают с юго-запада, севера и северо-востока из Арктического бассейна. Поверхностные течения, идущие с севера, приносят арктические воды, которые характеризуются пониженной соленостью и отрицательными температурами. Прибрежные воды приходят с материковым стоком, а баренцевоморские образуются непосредственно в самом море под влиянием локальных условий. [48]

Гидрологический режим Баренцева моря обуславливает наиболее сильный и стабильный поток – теплое Нордкапское течение. Оно пересекает море с запада на восток и в процессе движения разделяется на более мелкие потоки. [6]

Соленость в Баренцевом море обусловлена многими факторами: поступлением атлантических вод, системой течений, рельефом дна, процессами

образования и таяния льда, речным стоком и перемешиванием вод. Данная акватория имеет хорошую связь с океаном, а материковый сток достаточно маленький, поэтому соленость почти такая же, как в океане, но есть части, в которых есть и значительные отклонения.

Рядом с Нордкапским желобом на юго-западе акватории соленость воды наибольшая и составляет 35‰, к югу и северу она понижается за счет таяния льдов. В юго-восточной части воды распреснены (32-34‰), т.к. происходит активное таяние льдов и поступают материковые стоки.

Наблюдаются сезонные и вертикальные изменения солености. В холодное время года соленость выше, в теплый период она уменьшается. Соленость изменяется по вертикали неоднородно в разных районах моря. Такая неоднородность связана с рельефом дна и с притоком атлантических и речных вод. В большей части акватории она увеличивается от 34,0‰ на поверхности до 35,10‰ у дна. Над подводными возвышенностями соленость изменяется в меньших пределах. [57]

Гидрохимический состав вод Баренцев моря по своим характеристикам схож с океаническими водами, т.к. исследуемая акватория тесно взаимодействует с Атлантическим и Северным Ледовитым океанами, а речной сток незначительный. В Баренцевом море водные слои хорошо перемешиваются, поэтому воды достаточно аэрированы, а дефицит содержания кислорода почти отсутствует. Также с хорошим перемешиванием вод связано распределение и содержание биогенных веществ и газов по всей толще воды.

Исследуемая акватория является типично материковой, располагается на шельфе Северного Ледовитого океана, ее глубина колеблется от 100 до 350 м (Рисунок 1.4).

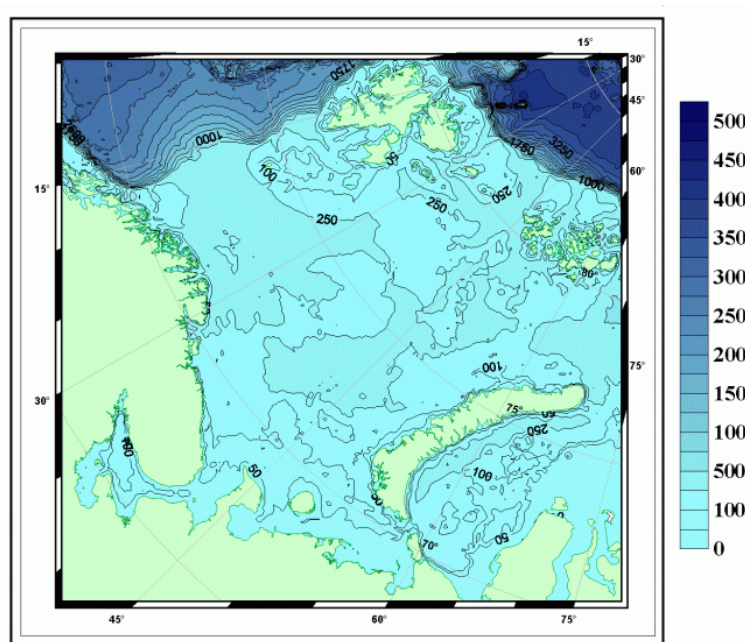


Рисунок 1.4 - Рельеф дна Баренцева моря [62]

Рельеф дна Баренцева моря сильно расчлененный; он состоит из множества пологих подводных понижений и возвышенностей. Юго-восточная и северо-западная части представлены в значительной мере мелководьями с глубинами до 50м. Дно акватории представлено равнинами (Центрально плато), желобами (Западный - максимальная глубина 600 м, Франц - Виктория - 430 м), впадинами (Центральная - максимальная глубина 386 м) и возвышенностями (Центральная, Персея - минимальная глубина 63 м). Максимальные глубины отмечаются в западной части моря.

Большая часть дна состоит из песчаных илов, но также встречаются пески, илистые отложения, скопления валунов и скалистые участки. [62]

## 1.2 Особенности экосистемы Баренцева моря

В Северном Ледовитом океане выделяются две группы больших морских экосистем: к одной относятся экосистемы, которые находятся под влиянием Северной Атлантики, а другой - побережье Сибири и Северной Америки. Большие морские экосистемы – районы Мирового океана, которые характеризуются особой гидрографией, продуктивностью и трофическими

взаимодействиями. Баренцево море относится к первой группе и характеризуется высокой биопродуктивностью и большими запасами промысловых видов рыб. [15]

Согласно современным схемам биогеографического районирования Земли, весь арктический шельф, арктический бассейн, в том числе Баренцево море, относятся к аркто-бореальной зоне, которая характеризуется преобладанием диатомовых водорослей.

Важно отметить, что для Баренцева моря проблема климатических колебаний очень актуальна. Исследования показывают, что экосистема данной акватории адаптирована к постоянным изменениям природных условий, но при этом нельзя сказать, что ее постоянные перестройки между холодными и теплыми периодами положительно влияют на экологическое равновесие моря. Все чаще возникающие аномальные ситуации не позволяют функционировать экосистеме в сложившихся стационарных режимах, а заставляют постоянно адаптироваться. [16]

Главную роль в формировании экосистемы Баренцева моря несомненно играет влияние климата, в особенности температурные колебания. В разных экологических группах это влияние проявляется неодинаково. Так на распределение представителей зоопланктона влияют температура воды и адвекция атлантических вод, т.к. они не могут мигрировать самостоятельно. В свою очередь на популяцию морских рыб климатические изменения оказывают более сильное влияние, приводя к изменениям ареалов и путей миграций. А в донных сообществах ответ на климатические колебания может отставать от 3 до 7 лет. [15]

Районы Норвежского и Гренландского морей являются неделимой частью исследуемого региона, т.к. между ними не существует физического барьера. В этих районах нерестятся и зимуют многие виды рыб, которые обитают в Баренцевом море. [7,8] На рисунке 1.5 представлено видовое разнообразие икhtiофауны Баренцева моря.

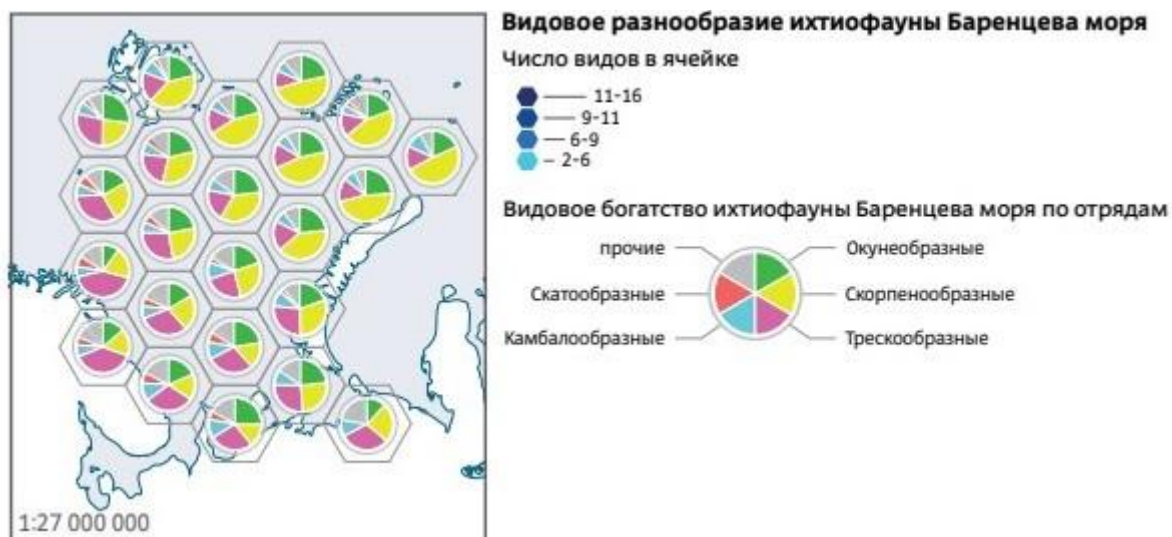


Рисунок 1.5 – Видовое разнообразие ихтиофауны Баренцева моря [18]

Ихтиофауна Баренцева моря представлена 7 видами экологических групп рыб. Половина из морских и приходных видов рыб, которые обитают в данной акватории, относятся к донным рыбам. Остальные виды: придонные, придонно-пелагические, нерито-пелагические, эпипелагические составляют от 7 до 15% каждый. Самый малочисленный вид, который составляет всего 1,1% от всех обитателей, криопелагический. Доминирование донного вида обусловлено сравнительно небольшими глубинами Баренцева моря. Мезо- и батипелагические виды приходят в акваторию чаще всего из Норвежского и Гренландского морей. [18]

Также в ихтиофауне Баренцева моря выделяется 7 зоогеографических видов рыб. Наиболее распространенными видами являются boreальные и арктические виды, которые составляют 31,9 и 27,2% соответственно. Кроме этих видов присутствуют аркто-boreальные, широко распространенные и южноboreальные. Последние составляют всего лишь 1% от общего количества. Соотношение видов в большей степени зависит от района моря. В северной части преобладают арктические виды, а в южной – boreальные.

В зависимости от условий Баренцева моря (соленость, глубина и температура) выделяются экологические группировки рыб. В зависимости от

каждого критерия выделяются определенные типы. По солености выделяют следующие:

- Прибрежный тип (европейский керчак, песчанки, лиманда)
- Эврихалинный тип (треска, пикша, камбала-ерш)
- Океанический тип (черный палтус, окуно-клювач, северный скат)

По глубине выделяют:

- Мелководный тип (европейский керчак, песчанки)
- Основной тип (треска, пикша, камбала-ерш)
- Глубоководный тип (черный палтус, окуно-клювач, северный скат)

По температуре выделяют:

- Холодноводные виды (сайка, полярный триглопс)
- Тепловодные виды (тресочка Эсмарка, мерланг, длинная камбала)
- Эвритермные виды (треска, камбала-ерш)

В Баренцевом море большое видовое разнообразие морских млекопитающих, которое включает в себя 25 видов, принадлежащих к 19 родам, 8 семействам и 2 отрядам. [14] Фауна данной территории состоит как из бореальных видов, так и из арктических, это связано с влияем Северо-Атлантического течения. В акватории Баренцева моря постоянно обитают белые медведи, 7 видов ластоногих и 5 видов отряда Китообразных. В сезонной миграции участвуют 12 видов китообразных. В юго-восточной части в ледовый и не ледовый периоды года фауна значительно отличается. [28]

У большинства морских млекопитающих высокий трофический уровень. Главными хищниками Баренцева моря являются белый медведь и косатка. А синие и гренландские киты питаются на низком трофическом уровне, в основном они употребляют криль и копепод. Морж питается мелкими донными беспозвоночными.

Все морские млекопитающие не только играют роль звеньев пищевой цепи, но и выполняют важную роль в функционировании сообществ. Они выполняют роль транспорта для питательных веществ в воде. Так популяция

планктона в воде существует и развивается благодаря тому, что крупные животные своими отходами делают среду более питательной. [3]

Некоторые виды морских млекопитающих можно считать индикаторами благополучия экосистемы. Для Баренцева моря и в целом Арктики можно выделить белого медведя. Он характерен для региона Баренцева моря, его численность достаточно велика и он находится на данной территории круглогодично, а также есть возможность его исследовать. Совокупность этих факторов позволяет считать его индикаторным видом.

Белые медведи ведут одиночный образ жизни, основу питания составляют кольчатая нерпа и морской заяц, но иногда они могут добывать хохлачей и гренландских тюленей. [19]

Изменение климата может стать для данного вида значимой угрозой. Аномальные оттепели и снижение площади ледяного покрова могут привести к негативным физиологическим изменениям, снижению выживаемости, появлению новых болезней. [20]

### 1.3 Орнитофауна Баренцева моря

В данном регионе постоянно гнездятся примерно 6 миллионов пар морских птиц. Если учитывать неполовозрелых и неразмножающихся птиц, то их количество суммарно весной и летом составляет около 20 миллионов особей, из которых основными видами являются толстоклювая кайра, малая гагарка, атлантический тупик, глупыш и обыкновенная моевка. [59]

Гнездование поселений морских птиц (Рисунок 1.6) определяется двумя основными факторами: наличие защищенных от наземных хищников территорий и благоприятных трофических условий. В Баренцевом море основная часть колоний морских птиц сосредоточена в местах с высокой биологической продуктивностью. Бореально-атлантический и арктический типы морских птиц являются основными в данной акватории. Эти типы имеют привязку к атлантической и арктической водным массам. [13]



Рисунок 1.6 – Птичий базар губы Дворовой Баренцева моря в Мурманской области [59]

По данным с 2012 по 2019 гг наиболее многочисленными являются семейство Чистиковых и Чайковых птиц, отряд Трубноносых птиц и подотряд Куликов. [45] На рисунке 1.7 представлены встречающиеся виды птиц и их численность в период 2012 – 2019гг. в акватории Баренцева моря.

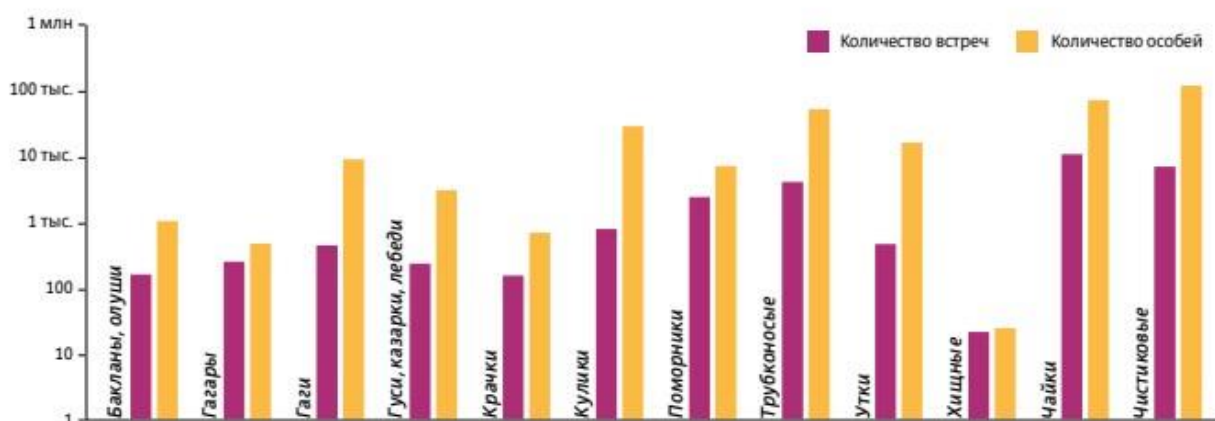


Рисунок 1.7 – Видовой состав и численность птиц, зарегистрированных за период 2012 – 2019гг [18]



Состояние орнитофауны юго-западной части Баренцева моря можно охарактеризовать как благополучное. Это объясняется умеренным антропогенным воздействием и маленькой плотностью населения. Не смотря даже на такой уровень антропогенной нагрузки, отмечаются снижение численности видов, сокращение ареалов, а также неустойчивость популяций. Перелетные птицы, которые мигрируют в весенний и осенний периоды, наиболее подвержены этому воздействию. Особенно сильно на их численность влияют факторы воздействия в местах зимовок и на пути миграции.

Важно отметить, что из-за потепления климата из более южных регионов приходят виды-вселенцы и постоянно увеличивают свою численность. Вследствие этого процесса орнитофауна региона становится больше похожей на европейскую. [10]

Природные особенности региона определяют состав орнитофауны Мурманской области [10]. К ним относятся: холодный климат, чередование полярного дня с полярной ночью, обилие пресноводных водоемов и высокая продуктивность прибрежно-морских вод. Данные особенности оказывают влияние на видовой состав и характер пространственных связей, а именно — преобладание перелетных птиц. [29] Еще одной особенностью орнитофауны юго-западной части Баренцева моря является ярко выраженная сезонность всех видов активности. Так например, в период полярного дня происходят все активности, которые связаны с размножением.

Основной пролет мигрантов проходит в непосредственной близости к южному побережью и над ним [5]. Основу мигрантов составляют гагарообразные (доминирующий вид — чернозобая гагара) и гусеобразные (гуменник, морянка, обыкновенная гага (Рисунок 1.8) и кулики).



Рисунок 1.8 – Обыкновенная гага

Баренцево море является важной зоной гнездования для морских птиц. Кроме этого данная акватория служит существенной кормовой базой ранней осенью. Например, численность пелагических видов морских птиц, а именно атлантических тупиков, глупышей, толстоклювых кайр и обыкновенных моевок достигает максимального уровня сразу после гнездования в августе. Эти птицы мигрируют в Баренцево море из колоний, окружающих Норвежское море, в поисках корма. Также в период с августа по сентябрь у чистиковых видов случается линька, и они не могут летать несколько недель. Но уже к самому темному периоду в декабре – январе численность птиц достигает минимума, потому что сразу после кормового периода большая часть особей атлантического тупика, толстоклювой кайры, обыкновенной моевки, глупыша и малой гагарки покидают Баренцево море.

Важным наблюдением является то, что птицы из западных популяций покидают акваторию раньше и возвращаются позже, чем восточные колонии, а также восточные популяции часто остаются на зимовку в Баренцевом море. Птицы, которые мигрируют улетают на зимовку в северо-западную и северо-центральную части Северной Атлантики. Они располагаются в прибрежных районах Гренландии, в Датском проливе, на берегах Исландии, а также в морях

Ипмингера и Лабрадор. Тонкоклювые кайры с Мурманского побережья остаются на юге Баренцева моря на весь зимний период. [59]

Таким образом, орнитофауна Баренцева моря в целом изучена хорошо, но в большей степени для теплого периода года, когда отсутствует лед и для прибрежных акваторий. Распределение особей в акватории преимущественно зависит от распространения объектов питания, пищевого поведения и расположения мест гнездования. Сроки миграции от мест зимовки до мест летнего пребывания или гнездования влияют на показатели численности и видового разнообразия птиц в теплый период года.

Исследования по изучению распределения, численности и сезонных колебаниях этих показателей в открытой части акватории Баренцева моря затруднены, поэтому данных в настоящее время мало. В ряде акваторий можно сделать лишь предположения о составе фауны, основываясь на сведениях о расположении основных колоний морских птиц и знаниях об экологии вида. Основные колонии морских птиц в Баренцевом море располагаются на о-вах архипелагов Земля Франца Иосифа и Новая Земля, на побережье Кольского полуострова. [3]

## ГЛАВА 2 АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ В РЕГИОНЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

### 2.1 Виды хозяйственной деятельности

В регионе Баренцева моря активно ведется хозяйственная деятельность. Основными источниками антропогенного воздействия являются промышленное рыболовство, использование акватории, как транспортной артерии, деятельность портов и добыча углеводородного сырья.

#### 2.1.1 Деятельность в открытой части акватории

Промышленное рыболовство широко распространено в акватории Баренцева моря. В целом, Северный бассейн имеет большую значимость в рыбном промысле и считается вторым после Дальневосточного. Под Северным бассейном подразумевают акватории Баренцева и Белого морей, в частности последнее часто рассматривается как обширный залив Баренцева моря.

По данным портала «Баренцево море» в исследуемой акватории насчитывается 147 видов рыб и рыбообразных, которые относятся к 53 семействам. Около трети таксонов представлены рыбами бореального комплекса, которые достаточно редко заходят в акваторию с запада. В море постоянно обитают немного больше половины насчитываемых видов (90-95), из которых только около 30 имеют промысловое значение. В южной и западной частях видовое разнообразие рыб выше, чем в северной и восточной. В разных районах Баренцева моря состав ихтиофауны сильно отличается, так как с изменениями климатических условий по всей акватории ареалы многих видов рыб также меняются.

Трансграничные виды являются основными объектами рыбного промысла в Северном бассейне, а управление запасами осуществляется совместно Российской Федерацией и другими странами.

К основным видам рыб, добыча которых составляет около 95%, относятся: мойва, треска, пикша, сайда, сайка, атлантическо-скандинавская сельдь, окунь-клювач, золотистый окунь, черный палтус, полосатая зубатка, пятнистая зубатка, синяя зубатка, морская камбала и камбала-ерш. Также важным объектом промысла является атлантический лосось из-за своей высокой стоимости (Рисунок 2.1). Также ведется добыча беспозвоночных гидробионтов, наиболее значимым видом является северная креветка, а в последние 10-15 лет стали активно вести добычу исландского гребешка. В 60-е годы прошлого столетия новым видом-вселенцем для Баренцева моря стал камчатский краб, добыча которого также имеет высокое значение.



Рисунок 2.1 – Атлантический лосось [45]

В Российской и Норвежской экономических зонах с 2007 года промысел камчатского краба регулируется отдельно.

С 2004 года в Российской экономической зоне Баренцева моря осуществляется коммерческий промысел камчатского краба. В области рыболовства действуют определенные нормативно-правовые акты, которые регулируют вылов. Самцов крабов, у которых ширина карапакса больше или равна 150 мм, разрешается ловить только при помощи ловушек. В 2005 – 2006 гг. интенсивно велась добыча камчатского краба, что привело к истощению популяции, соответственно снизив эффективность промысла. В 2011 году была снижена промысловая нагрузка, что положительно повлияло на численность

популяции: был отмечен ее рост, а также нормализовались промысловые запасы (Рисунок 2.2). В последние годы наблюдается увеличение общего вылова; по данным на 2020 год общий вылов камчатского краба составил 10,8 тыс. тонн. [60]

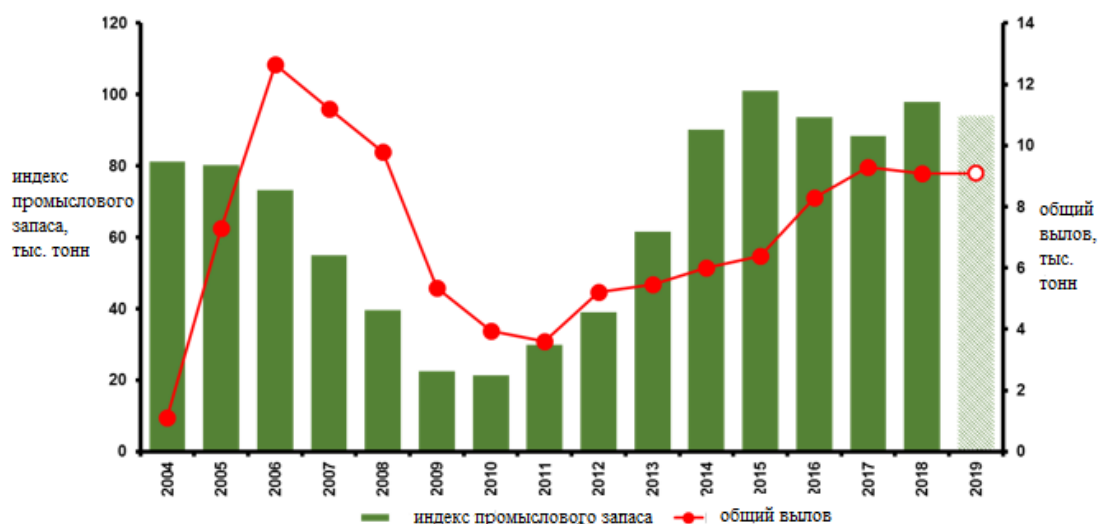


Рисунок 2.2 - Индекс промыслового запаса и общий вылов камчатского краба в российской экономической зоне Баренцева моря в 2004–2019 гг. [60]

Кроме добычи рыбы, беспозвоночных гидробионтов и камчатского краба в Баренцевом море распространен китобойный и тюленебойный промысел. Рабочая группа Международного совета по исследованию моря (ICES) по гренландскому тюленю и хохлячу (WGHARP) раз в два года проводит оценку запасов гренландского тюленя в Северо-восточной Атлантике. Оценки основываются на популяционной модели, которая дает достаточное количество информации, чтобы составить рекомендации, касающиеся состояния и промыслового потенциала запасов.

Моделирование дает возможность сделать оценку общего размера популяции на текущий момент времени, основываясь на данных об улове за прошлые периоды, оценках пополнения и значений репродуктивных показателей за прошлые периоды. Данная популяционная модель используется для получения данных о размере будущих популяций.

С 2003 года отмечается резкое сокращение воспроизводства гренландского тюленя. Такие данные были получены в результате длительных наблюдений по средствам российской аэрофотосъемки новорожденных детенышей гренландского тюленя в Белом море.

В 2019 году рабочая группа Международного совета по исследованию моря (ICES) по гренландскому тюленю и хохлачу (WGHARP) провела оценку, в результате которой общее поголовье гренландских тюлений составило 1 497 190 (доверительный интервал 95 %, 1 292 939–1 701 440) особей. [61]

### 2.1.2 Деятельность в шельфовой части акватории

Кроме того, в акватории Баренцева моря ведутся геолого-разведочные работы. Для ПАО «Газпром» континентальный шельф данной акватории является важным регионом прироста сырьевой базы добычи газа. По официальным данным запасы российской части шельфа оцениваются в более чем 38 млрд. т. у.т. При проведении геолого-разведочных работ были обнаружены 14 месторождений углеводородов, среди которых Штокмановское газоконденсатное месторождение является уникальным по своим запасам. В настоящее время деятельность на 29 лицензионных участках Баренцева и Печорского морей осуществляют компании, относящиеся к Группе «Газпром» (11 участков недр) и ПАО «Нефтяная компания «Роснефть» (14 участков), а также АО «Северная нефтегазовая компания» (3 участка) и АО «Арктикшельфнефтегаз» (1 участок).

ПАО «Газпром» за последние десятилетие проделало большую работу по геологической разведке в акватории Баренцева моря, в том числе осуществлялась сейсморазведка МОГТ-3D. Также организация планирует ежегодное бурение поисково-разведочных скважин в центральной части акватории вплоть до 2031 г. [61]

ПАО «НК «Роснефть» в августе 2023 года совместно с Федеральным агентством по недропользованию осуществили научно-исследовательскую

экспедицию в моря Восточной Арктики (Баренцево море и море Лаптевых). Была разработана новая технология синхронной инженерной геофизики и 2D съемки, которая позволяет увеличить точность геолого-разведочных работ, а также ускорить их проведение. Данная технология применялась в экспедиции в широкополосных инженерных и нефтегазовых сейсмических исследованиях. [52]

### 2.1.3 Северный Морской путь

Также важно отметить, что через акваторию Баренцева моря проходит крупная транспортная артерия – Северный морской путь (СМП). На рисунке 2.3 схематично изображен СМП. Развитие Арктической зоны Российской Федерации во многом зависит от СМП, т.к. он является самым коротким путем, связывающим арктические субъекты страны. [2]

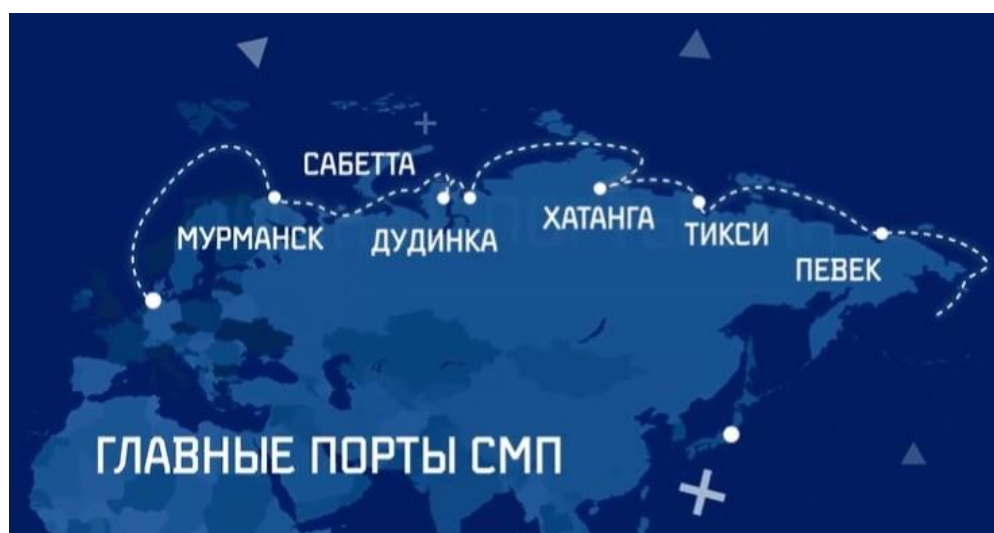


Рисунок 2.3 – Схема расположения Северного морского пути с основными портами [49]

Правительство Российской Федерации ведет активную работу над развитием инфраструктурных объектов СМП. В 2022 году был принят план его развития до 2035 года. Основной целью является обеспечение безопасной



перевозки грузов и создание почвы для реализации проектов в Арктической зоне Российской Федерации. Данный план насчитывает более 150 мероприятий, которые включают в себя строительство терминалов сжиженного газа, нефтеналивных терминалов, береговых и гидротехнических сооружений, транспортно-логистических узлов и другого. [53]

В настоящий момент ведется разработка цифровой экосистемы СМП, которая позволит прокладывать наиболее безопасный путь с высокой точностью. Планируется, что на судах, самолетах и вертолетах будут установлены бортовые автоматизированные информационно-измерительные комплексы. Они повысят точность получаемых данных о навигационной и метеорологической обстановках. [54]

При осуществлении хозяйственной деятельности в акватории СМП предъявляются высокие требования к надежности судов, к использованию технологий нефтедобычи и оборудованию, т.к. природа Арктики крайне уязвима к любым антропогенным воздействиям. Все компании, которые осуществляют проекты в Арктической зоне Российской Федерации, используют наилучшие доступные технологии. Для обеспечения экологической безопасности был построен флот ледокольных танкеров, позволяющий безопасно работать в суровых условиях Арктики.

Для снижения риска аварийных ситуаций танкеры имеют повышенную маневренность, а в носовых частях судов есть погрузочные устройства, которые обеспечивают необходимое расстояние от места загрузки нефти (Рисунок 2.1.3.2). Вероятность пожара на таких судах практически исключена: на борту одновременно находится несколько систем пожаротушения. [50]

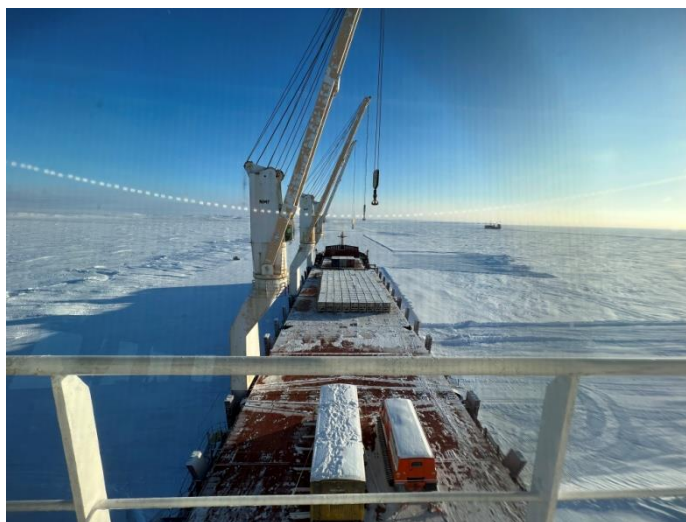


Рисунок 2.4 – разгрузка судна [46]

Не смотря на использования высоких технологий, одной из основных проблем все-таки является возможность аварийных разливов нефтепродуктов и сжиженного газа при транспортировке, а также повреждение подводных трубопроводов. Риск аварийных ситуаций сильно увеличивают суровые климатические условия и ледяной покров. Авторами научной статьи были проанализированы 650 аварий в акваториях Российской Федерации: чаще всего к гибели судов и повреждению корпуса приводят ледовые сжатия и подвижки и недостаточное ледокольное сопровождение либо его отсутствие. [30]

В условиях акватории Северного морского пути нанесенный ущерб от разливов нефти наиболее опасен в отличие от других регионов. Это связано с трудозатратами при очистке акватории от нефти из-за ледяного покрова.

Кроме того, на судах образуются бытовые отходы, отходы от очистки сточных вод, строительный мусор, остатки грузов и эксплуатационные отходы, которые могут попадать в море, тем самым загрязнять гидросферу. [23]

## 2.2 Особенности антропогенного воздействия на береговую зону Баренцева моря

Формирование техносферы (в том числе — в прибрежно-морской зоне) происходит путем трансформации естественной среды в результате ее

преобразования человеком и размещения объектов, которые могут быть рассмотрены как особые компоненты среды. Более сложный объект имеет большее количество составляющих элементов, которые могут оказывать как негативное, так и положительное воздействие на природную среду, в некоторых случаях даже расширяя возможности ареала обитания для некоторых представителей фауны. [33]

Приморские территории и прилегающие акватории Мурманской области включают прибрежные и высокоширотные морские трассы, зоны вылова ценных пород рыб и других гидробионтов, портово-промышленные комплексы, зоны нефте- и газодобычи, инфраструктуру и зоны деятельности ВМФ и пограничных войск, особо охраняемые природные территории (ООПТ) и акватории и другие важные для развития Арктики объекты. Таким образом, можно утверждать, что большая часть приморских территорий и прилегающих акваторий Мурманской области относятся к, так называемым, полиресурсным территориям, характерной особенностью которых является совмещение различных видов морепользования в одной относительно компактной зоне.

Исходя из описания Мурманской области, как приморского региона, можно выделить основные экономические активности побережья и прилегающей акватории. Однако, нужно понимать, что этот список не может быть исчерпывающим и статичным в каждый момент времени. Интенсивность разных видов морской деятельности зависит от множества факторов.

На сегодняшний день, к основным экономическим активностям побережья и прилегающей акватории Мурманской области можно отнести:

- рыбный промысел (промышленный и прибрежный) и вылов других видов гидробионтов,
- рыбоводство,
- аквакультура и марикультура,
- заводы по переработке рыбы и других гидробионтов,
- нефтедобыча и газодобыча,

- геологоразведка,
- транспортировка углеводородов, заводы по переработке углеводородов,
- судоходство, ледовое судоходство, порты и другая необходимая для судоходства инфраструктура,
- дноуглубительные работы, создание искусственных островов и другие мероприятия по созданию инфраструктуры,
- деятельность по охране государственных границ и мероприятия по нормальному обеспечению этой деятельности (патрулирования, учения, разведка, временные закрытия зон для прохода судов и т.п.),
- туризм (обеспечение путей, охрана туристических объектов, создание туристической инфраструктуры, в т.ч. сохранение ООПТ) и др. [17]

Порт Мурманск (Рисунок 2.5) делится на три части: рыбная, торговая и пассажирская. Рыбный порт занимается комплексным обслуживанием судов рыбопромыслового флота. На территории порта осуществляются погрузочно-разгрузочные работы, хранение грузов, обеспечение судов связью, водой и электроэнергией. Для того, чтобы предприятие функционировало полноценно, оно полностью обеспечено комплексом инженерных сооружений и системой энергоснабжения, теплоснабжения и водоснабжения. В торговой части порта производят перевалку грузов. Порт специализируется на экспорте угля, металлической руды, окатышей, апатитов и минеральных удобрений. Пассажирский порт осуществляет внутренние и международные рейсы. [12]



Рисунок 2.5 – Порт Мурманск [44]

В целом, антропогенная нагрузка на данную территорию характеризуется как высокая. Регионы, расположенные в береговой зоне Баренцева моря входят в десятку субъектов Российской Федерации с самым загрязненным атмосферным воздухом. Также в Мурманской области очень высокий показатель сброса загрязненных сточных вод в водные объекты. Данная ситуация осложняется тем, что природные системы в субарктическом и арктическом климате крайне уязвимы, восприимчивы к антропогенному воздействию и экологически не устойчивы.

Основная часть выбросов формируется на предприятиях цветной металлургии Мурманской области, а загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами повышает риск разработка месторождений в Ненецком автономном округе. Влияние также оказывает накопление шламов и вывод из пользования сельскохозяйственных земель.

Деятельность по охране государственных границ предполагает расположение в данном регионе крупных военных баз и аэродромов. Проведение здесь ядерных испытаний и захоронение твердых и жидких радиоактивных отходов несет в себе потенциальную угрозу ухудшения радиологической обстановки. [27]

В арктических широтах рекреационная нагрузка с каждым годом возрастает: ежегодно количество туристов увеличивается. Всемирный фонд

дикой природы проводил исследование, которое показало, что большую часть туристов составляют жители Северной Европы. [26 посмотри в списке] Посещение национального парка «Русская Арктика», который является вторым по площади арктическим ООПТ в Российской Федерации, в большей степени осуществляется на круизных лайнерах. В свою очередь порт Мурманска, имеющий незамерзающий залив, может стать крупным центром морских круизов в Баренцево море. [24]

### 2.3 Крупные инфраструктурные проекты Мурманской области

Мурманская область является приграничным регионом России, входящим в состав Баренцева Евро-Арктического региона (БЕАР). Область располагается на Кольском полуострове, входит в Северо-Западный федеральный округ (СЗФО) Российской Федерации, имеет общие границы с Норвегией и Финляндией. На территории области разведано большое количество месторождений апатит-нефелиновых руд, руд редких и редкоземельных металлов, железных и медно-никелевых руд, запасов поделочных и полудрагоценных камней, материалов для строительства и другого важнейшего минерального сырья. На шельфе Баренцева моря разведаны большие запасы нефти и газа. Доля области в общероссийском производстве концентрата железной руды составляет 11 %, рафинированной меди — 7 %, никеля — почти 50%, а нефелиновые, бадделитовые и апатитовые концентраты производятся только в Мурманской области. На территории области функционирует Кольская атомная электростанция (КАЭС), и более четверти всего произведенного в регионе электричества поступает за пределы области. Доля городского населения в области составляет почти девяносто два процента. Средняя плотность населения в регионе — менее шести человек на квадратный километр, площадь — около ста сорока пяти тысяч квадратных километров, а численности населения, включая коренные малочисленные народы Севера, — семьсот восемьдесят тысяч человек, из которых около полутора тысяч — саамы

(саами). Кольский полуостров обладает большим потенциалом в области развития регионального туристско-рекреационного комплекса (официальный портал).

Протяженность береговой линии Мурманской области составляет примерно две тысячи километров. Она омывается двумя морями — Белым и Баренцевым. Внутренние воды и акватории богаты различными биоресурсами, развиваются аква- и марикультура. Общероссийская доля региона по вылову гидробионтов составляет более пятнадцати процентов. На территории региона высока концентрация стратегических объектов (включая военные и секретные) — баз северного морского флота, ледокольного флота, нескольких крупных портов, включая незамерзающий мурманский морской порт, включенный в структуру северного морского пути.

В Стратегии социально-экономического развития Мурманской области описывается план реализации так называемой «кластерной политики» для Мурманской области. Состав создаваемых кластеров и их особенности обусловлены специализацией экономики региона, основные отрасли которой формируются вокруг добычи и переработки природных ресурсов. В этой связи, основные экономические активности Мурманской области, в том числе и основные экономические активности побережья и прилегающей акватории, будут обуславливаться типами создаваемых и поддерживаемых в регионе кластеров.

Первоочередной задачей региональной кластерной политики Мурманской области является создание и развитие базовых кластеров, которые должны стать драйверами дальнейшего развития региона: технологического кластера обеспечения шельфовой добычи в Арктике, производственного и транспортно-логистического кластера, горно-химического и металлургического кластера, рыбохозяйственного кластера и туристско-рекреационного кластера (Рисунок 2.6).

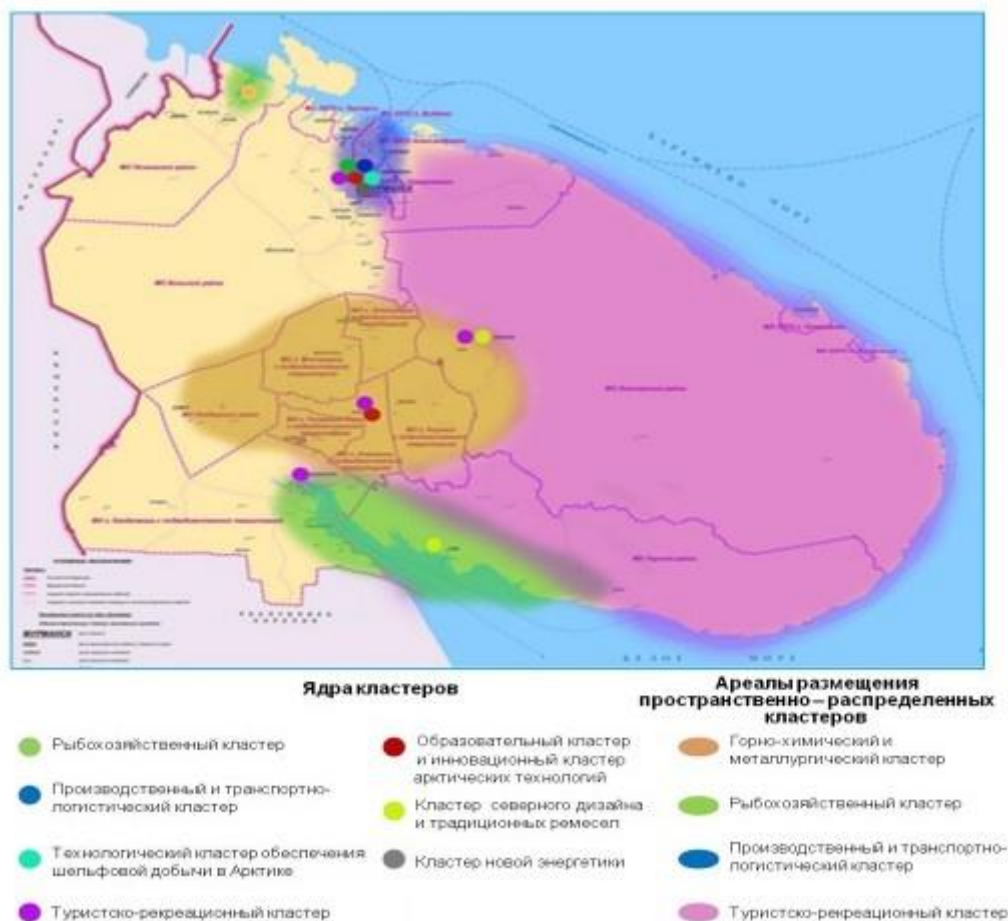


Рисунок 2.6 – Пространственное развитие на основе кластерного подхода

Следующим шагом реализации региональной кластерной политики предусмотрено создание кластеров «второй очереди»: регионального морехозяйственного сервисного кластера, экспортно ориентированного продовольственного кластера, кластера северного дизайна и традиционных ремесел, кластера новой энергетики, инновационного кластера арктических технологий, образовательного кластера, и других.

В работе [17], коллектив авторов высказывается в поддержку, выдвинутого в Стратегии социально-экономического развития Мурманской области, предложения о выделении побережья Мурманской области в отдельный полифункциональный морехозяйственный макрорегион. В доказательство особой важности приморских территорий и прибрежных акваторий для развития области, авторы приводят схему морехозяйственной



деятельности, осуществляемой на побережье Мурманской области. Выделение такого макрорегиона позволит лучше учитывать его социально-экономическую специфику и эффективнее решать как уже существующие, так и потенциально возможные в будущем противоречия отраслей морехозяйственного комплекса и конфликты, возникающие при ведении различных видов морской деятельности на данной территории. Этот макрорегион является полиресурсной территорией, отлично подходящей для ведения и развития практически всех видов морской деятельности.

Комплексный анализ текущего состояния и перспектив социально-экономического развития Мурманской области как ключевого арктического региона Российской Федерации можно провести на основе индикаторного подхода с помощью аналитического, индикаторного и геоинформационного методов, при использовании анализа статистической информации, получаемой из открытых источников. В результате применения совокупности указанных методов и разработанной методики была получена унифицированная и количественно обоснованная многофакторная оценка устойчивости, что дало возможность не только провести анализ полученных численных оценок факторов устойчивости, но оценить и проанализировать тренды развития береговых эко-социо-экономических систем.

Для районного пространственного уровня при учете средне- и долгосрочных изменений в качестве составляющих рассматривались три фактора устойчивости:

– экономический фактор устойчивости (6 индикаторов). Определялся исходя из таких параметров, как величины приведенных доходов местного бюджета и инвестиций в основной капитал, уровень развития районной транспортной инфраструктуры, туристического потенциала, уровень развития имеющихся сельских хозяйств и величины сельскохозяйственной продукции, устойчивость предприятий, зарегистрированных и функционирующих на территории района.

– социально-демографический фактор устойчивости (7 индикаторов).  
Определялся исходя из таких параметров, как уровень естественного прироста населения, обеспеченность населения объектами социальной инфраструктуры, транспортная доступность для людей административных центров района и региона, величина миграционного притока/оттока населения, размер приведенных дотаций в бюджет района из бюджетов субъекта Российской Федерации, величина оплаты труда и устойчивость ее выплаты.

– природно-экологический фактор устойчивости (4 индикатора).  
Определялся исходя из таких параметров, как общий размер (площадь) особо охраняемых природных территорий, расположенных на территории района, величина выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от предприятий, функционирующих на территории района, величина затрат из местного бюджета на природоохранные мероприятия и процент обезвреженных загрязняющих веществ, поступающих от предприятий.

При выборе факторов и параметров оценки устойчивости районных муниципальных образований учитывались два основных принципа:

– воздействия, которые прямо или косвенно влияют на состояние окружающей среды;

– наличие статистической, находящейся в открытом доступе официальной информации тех параметров, по которым прямо или косвенно можно оценить состояние окружающей среды.

Использование индикаторного метода комплексной оценки устойчивости районных муниципальных образований позволяет оценить их состояние, давая возможность показать иерархию районов и составить прогноз изменчивости и уязвимости. Индикаторный подход также использовался для оценки каждого из факторов устойчивости по отдельности. При разработке системы и методов показателей расчета были сделаны следующие предположения для всех разработанных индикаторов:

– значение индикатора должно быть безразмерным и принимать значения в диапазоне от -1 до +1;

– требуется отказ от использования весовых функций при расчете интегральных показателей, так как это приведет к неоднозначности и противоречиям в оценке важности каждого показателя.

Комплексный интегральный показатель оценки устойчивости в виде интегрального индекса устойчивости рассчитывается как среднее из всех 17 показателей и рассматривается отдельно для каждого районного муниципального образования, показывая ситуацию на территории данного района. При этом учет указанных параметров и факторов дал возможность проведения комплексной оценки текущей устойчивости данной береговой эко-социо-экономической системы, включающей в себя не только интегральный показатель, но и комплексные покомпонентные факторные оценки устойчивости.

## ГЛАВА 3 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 3.1 Методы биоиндикации. Индикаторный метод.

Антропогенное воздействие на экосистемы с каждым годом все возрастает, и анализ и оценка состояния окружающей среды крайне необходимо. Существуют разнообразные методы, и важное место в современном мониторинге состояния окружающей среды занимает методы биоиндикации. Их преимущества состоят в том, что данные методы имеют высокую надежность, объективность, возможности оценить реакцию экосистемы на множество факторов.

В настоящее время известно более 300 методов биологической индикации, в том числе различных модификаций. Общепринятой классификации индикаторов на данный момент нет, но учитывая различные критерии можно выделить из общего разнообразия.

По характеру реакции выделяют неспецифические биондикаторы, которые имеют сходную реакцию на широкий спектр влияний, и специфические – чувствительные к определенному типу воздействия. Также выделяют простые, комплексные и комбинированные индикаторы. Простые биоиндикаторы отражают всего один компонент экосистемы, например численность или биомасса вида. Комплексные или интегральные индексы характеризуются свойством экосистемы на основе оценки нескольких компонентов, а комбинированные – сочетание сразу нескольких индикаторов и несколько компонентов экосистемы. В зависимости от уровня организации биосистемы выделяют следующие биоиндикаторы: организменный и суборганизменный, популяционно-видовой, сообщества и экосистемы в целом.

Почти любые организмы, а также их популяции и сообщества могут использоваться как биоиндикаторы. [20]

Будучи наиболее заметными и доступными для наблюдения компонентами морской экосистемы, морские птицы являются хорошими

показателями состояния местных экологических сообществ. При этом важно, что регулярный анализ результатов исследований морских птиц в целом более экономичен, чем измерение самих запасов добычи. В связи с тем, что морские птицы занимают верхнюю часть пищевой пирамиды и аккумулируют достаточно большое количество загрязняющих веществ, их часто используют в качестве биоиндикаторов местных и региональных уровней загрязнения. Кроме того, с момента начала нефтяных разработок и их эксплуатации приложены значительные усилия для выявления и количественного выражения любых изменений численности морских птиц. Большое число видов особенно чувствительно к нефтяному загрязнению, а несколько крупных разливов нефти привели к гибели десятки тысяч птиц.

Арктические и субарктические морские экосистемы представляют собой наименее загрязнённые районы моря с более низким, чем в средних и низких широтах, уровнями концентрации хлорорганических соединений и тяжёлых металлов. Баренцево море не является исключением, но исследования последних лет показали, что загрязнение присутствует на всех трофических уровнях морской экосистемы, и значения его показателей в ряде районов существенны, например, концентрации хлорорганических соединений в северо-западной части моря (Медвежьи о-ва). Поскольку арктической морской экосистеме свойственны низкое видовое разнообразие и преобладание морских млекопитающих и птиц, простота связи хищник-жертва позволяет относительно легко определять пищевые цепи. Благодаря своей высокой численности, морские птицы, занимающие разные трофические уровни (при наличии ключевых видов, составляющих основу их питания), являются хорошими объектами для определения географических и временных различий в содержании хлорорганических соединений и тяжёлых металлов, накапливающихся по мере перехода по пищевой цепи. Эти исследования можно проводить либо добывая самих птиц, либо исследуя их яйца.

Другие факторы: нефтяное и радиоактивное загрязнение, антропогенное беспокойство, разрушение местообитаний, а также возможность повышения

температуры воды в океане при общем потеплении, — также несут потенциальную угрозу для морских экосистем. И хотя на популяционном уровне ещё не обнаружено влияний ни одного из вышеназванных загрязнений, включая хлорорганических соединений и тяжёлые металлы, признан необходимым и рекомендован систематический надзор за морскими и прибрежными водно-болотными птицами.

Рассматривать антропогенное воздействие на птиц можно как с точки зрения непосредственного влияния объектов техносферы, так и возможности расширения ареала некоторых видов. В целях оценки используются обе группы показателей.

Для того чтобы орнитофауна могла нормально существовать необходима совокупность факторов, которые могут дать определенные возможности. К таким факторам можно отнести: подходящие природные условия, местообитание, кормежка, гнездование, укрытие от воздействия хищника и наличие негативного антропогенного воздействия.

Подходящие природные условия, могут определять возможность благополучного существования вида, в частности они обуславливают места миграционных стоянок. Местообитание птиц включают в себя их места отдыха, насесты, места для пения, участки кормления, места гнездования и места ночлега. Для всех птиц важно, чтобы было много разных источников питания, также разнообразная пища, а для морских и водно-болотных птиц, в частности, наличие мелководий и приливных областей. Важно отметить, что каждый тип птиц имеет специфические условия природной среды для гнездования. Наличие негативного антропогенного воздействия может приводить к сокращению ареалов обитания, сокращению кормовой базы, нарушению мест стоянок на путях миграции, мест гнездования.

Для оценки состояния орнитофауны используются различные индикаторы. Они позволяют оценить обилие, видовое разнообразие на определенной территории, численность, равномерность распределения,

постоянство гнездования вида, выживаемость гнезд и в дальнейшем выживаемость выводка.

Можно оценивать непосредственно воздействие техногенных объектов на орнитофауну. По масштабу такого воздействия можно выделить несколько уровней: точечный, локальный, линейный и региональный. На точечном уровне влияние оказывается на территории одного техногенного объекта. Локальный уровень или площадной охватывает территорию техногенного объекта и примыкающую к нему область в радиусе 1 км. На линейном уровне шириной техногенного объекта пренебрегают (должны позволять определенные условия) и наблюдаются 1 км вдоль такого объекта. Региональный уровень охватывает самую большую площадь. В таких условиях могут изменяться пути миграции птиц и ареалы обитания, а также образовываться новые биотопы антропогенного происхождения.

Для оценки обилия и видового разнообразия орнитофауны на побережьях могут применяться две группы индикаторов. Эти группы характеризуются положительными и негативными воздействиями. К положительным воздействиям можно отнести площади прибрежных зарослей, приливных отмелей, зеркала воды и прудов аквакультуры. Последнее относится к антропогенному воздействию. Негативно сказываются на состоянии орнитофауны все виды городской застройки, в частности протяженные участки дорожно-транспортной сети. [41]

К общим индикаторам, которыми можно охарактеризовать состояние орнитофауны относятся индикаторы обилия, численности, сезонного разнообразия и индекс разнообразия Шеннона–Уивера. [31]

Для определенного местообитания можно проводить оценку орнитологического сообщества, оценивая обилие методом ординации [32]

Одновременно можно рассматривать индикаторы факторов воздействия в городской среде и показатели состояния орнитофауны. Сопоставление индикаторов факторов воздействия и состояния непосредственно орнитофауны,

позволит комплексно оценить степень влияния антропогенных факторов на определенные показатели состояния.

Среди индикаторов факторов воздействия городской среды можно выделить следующие:

- метеорологические условия;
- химическое, световое и шумовое загрязнение;
- развитость дорожной сети;
- особенности строений (этажность, разнообразие);
- озеленение [40].

Совместно с этими индикаторами используются показатели состояния непосредственно орнитофауны:

- видовое богатство;
- видовой состав;
- наличие редких видов;
- появление экзотических видов;
- постоянство гнездований и выживаемость гнезд;
- количество пар, гнездование, выживаемость гнезд и выводка [31].

Для получения более полных результатов необходимо создать матричную систему индикаторов для оценки природно-экологической устойчивости и сохранности экосистем прибрежной зоны Мурманской области.

### 3.2. Виды-индикаторы Баренцева моря. Синантропные виды.

В Баренцевом море располагается большая часть российского ареала многих видов морских птиц, а также данная акватория является восточным и северо-восточным пределом распространения в Атлантике многих из них. В колониях морских птиц западной и юго-западной частей преобладают толстоклювая кайра, глупыш и моевка. На арктических архипелагах самыми многочисленными являются глупыши, люрики, толстоклювые кайры и моевки.



По данным Атласа «Виды – биологические индикаторы состояния морских арктических морей» к индикаторным видам можно отнести следующие виды птиц: обыкновенная гага, тонкоклювая кайра, чистик, морская чайка и моевка.

Обыкновенная гага – самый крупный вид среди рода гаг. У данного вида, как и большинства представителей семейства утиных ярко выражен половой диморфизм. Обыкновенная гага распространена в голарктике, места гнездования расположены арктической и бореальной зонах. Данный вид встречается на всем морском побережье Мурманской области.

Обыкновенная гага является одним из самых многочисленных видов среди морских уток. На побережье Кольского полуострова популяция этого вида насчитывает около 95 тыс. особей, в свою очередь другие виды – почти в 4 раза меньше. Для обыкновенной гаги свойственно колониальное гнездование, а формирование скоплений происходит в течение остального годового цикла (линька, миграция и зимовка).

Тонкоклювая кайра (Рисунок 3.1) – птица семейства чистиковых средних размеров. Половой диморфизм у этого вида не выражен. Тонкоклювая кайра распространена между 40 и 75°с.ш. в Северной Атлантике, отмечаются на удалении от антропогенных объектов в Мурманской области. Данный вид на берегу находится только в период гнездования. Основные места – скалистые берега побережий и островов (широкие карнизы и полки). Высота гнездования над морем составляет от нескольких метров до нескольких сотен метров.

Тонкоклювые кайры массовый вид в Российской Арктике, удобные для наблюдения и являются хищниками высшего порядка – все эти свойства являются индикаторными и позволяют оценить состояние экосистемы.

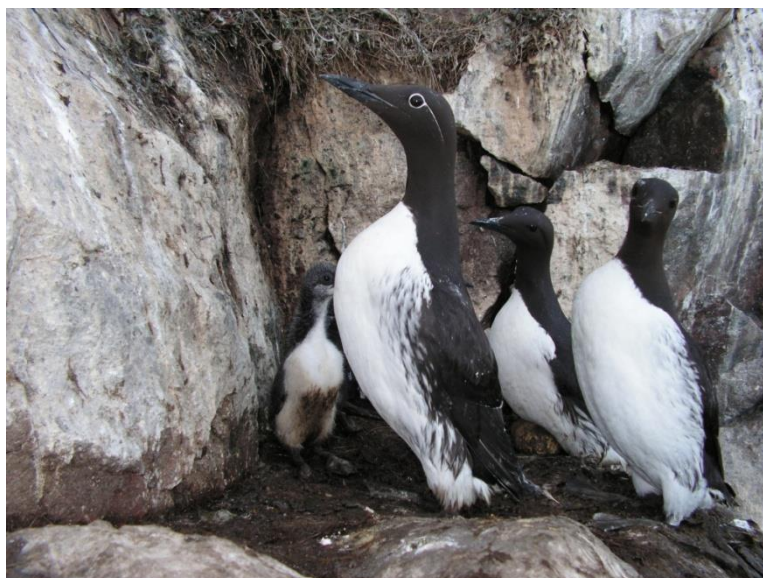


Рисунок 3.1 – Тонкоклювая кайра [59]

Чистик (Рисунок 3.2) – морская птица из семейства чистиковых средних размеров. Половой диморфизм у этого вида не выражен. Ареал вида охватывает арктические, субарктические и частично бореальные моря. Отмечается в Мурманской области только на удалении от антропогенных объектов, но может обитать вблизи мест прохождения судов. Данный вид гнездится в укрытиях в прибрежных зонах островов, иногда – материков. Высота гнездования варьируется в больших пределах: от отметки над линией прилива до сотен метров.

Для чистиков характерна низкая миграционная активность, что позволяет использовать этот вид как индикатор местных условий. Также к индикаторным свойствам вида можно отнести характерность популяции для арктической зоны и широкое распространение.



Рисунок 3.2 – Чистик [59]

Морская чайка (Рисунок 3.3) является самой крупной чайкой арктических морей, половой диморфизм отсутствует. В Российской части Арктики данный вид распространен в Архангельской области, Ненецком автономной округе и Мурманской области. Встречается чаще всего на нарушенных территориях Мурманской области (вблизи портовых сооружений, в селитебной и промышленной зоне городов). Гнездование морских чаек происходит на плоских островах вместе с другими птицами, например серебристыми чайками.

Морская чайка массовый вид в Российской Арктике, удобные для наблюдения и являются хищниками высшего порядка – все эти свойства являются индикаторными и позволяют оценить состояние экосистемы.



Рисунок 3.3 – Морская чайка [59]

Моевка (Рисунок 3.4) – чайка среднего размера, половой диморфизм отсутствует. Ареал охватывает арктические и бореальные моря, широко распространены в Мурманской области как вблизи антропогенных объектов, например, портовые сооружения, так и вдали от антропогенных объектов (отвесные скалы). Гнездятся на скалистых берегах материка и островов.

Данный вид хорошо изучен, широко распространен в Баренцевом море, особи этого вида открыто гнездятся – все эти свойства позволяют считать моевку индикаторным видом.



Рисунок 3.4 – Моевка [59]

Также важно отметить, что для региона Мурманской области характерны синантропные виды птиц. На территории городов чаще всего присутствуют значительные участки природных ландшафтов, которые являются средой обитания для многих птиц. Некоторые виды способны обитать на данной территории только пока есть эти участки. Но есть и представители орнитофауны, которые могут существовать и без естественных ландшафтов: в период гнездования они выбирают здания и сооружения для гнездования, убежища и отдыха, а во время зимовки используют корма антропогенного происхождения, искусственное освещение, убежища в сооружениях – их и принято считать синантропными или городскими видами. [25]

На территории Кольского полуострова встречаются следующие городские виды птиц: серая ворона, сизый голубь, сорока и домовый воробей.

Серая ворона широко распространена на Кольском полуострове, чаще всего встречается в селитебной части городов и вблизи промышленных объектов, если есть источник пищевых отходов, часто селятся на побережьях водоемов, в частности моря. Иногда данный вид встречается и вдали от населенных пунктов. Перед наступлением зимы серые вороны улетают на зимовку в южном направлении, но часть остается в Мурманской области. Наибольшее количество птиц, которые не улетают, сконцентрировано на побережье Баренцева моря западнее с. Териберка. Наличие литорали позволяет им питаться морскими беспозвоночными. [11] Сорока наблюдается как в пределах населенных пунктов, так и в пригородных лесах. Реже использует пищевые отходы, чем серая ворона и больше тяготеет к лесам, чем к строениям.

Сизый голубь появился на Мурманской области 30 - 40-х годах прошлого столетия, с развитием городов их количество увеличивалось. Не смотря на экстремальные климатические условия, данный вид хорошо приспособился: в условиях полярной ночи их суточная активность остается практически такой же, как и летом за счет искусственного освещения. Обитают сизые голуби в селитебной части городов и вблизи промышленных объектов, если есть источник пищевых отходов. Не встречается на удалении от населенных пунктов. [26] Домовый воробей часто обитает в селитебной части городов и вблизи промышленных объектов, если есть источник пищевых отходов. Гнездится в строениях, и важно отметить - не боится работающей техники.

### 3.3 Анализ орнитофауны и местообитаний по данным натурных обследований

В рамках исследования «Мониторинг влияния крупных техногенных объектов на природно-экологическую устойчивость и сохранность экосистем

береговой зоны Мурманской области на основе изменчивости орнитофауны», руководителем которого является ведущий научный сотрудник, д.г.н., к.б.н., профессор Шилин М.Б., были изучены 6 района Мурманской области: полуостров Рыбачий, Кольский залив, Териберка, Гавриловские острова, Дальние Зеленцы и пролив Иоканьгский пролив (Рисунок 3.5). Мурманская область, территория которой составляет примерно 150 тыс. кв. км, охватывает весь Кольский полуостров, а также территории, прилегающие к нему на юго-западе, и прибрежные острова. Для области характерна развитая сеть соединенных между собой водоемов (до 100 тыс. озер) и водотоков.



Рисунок 3.5 – Схема расположения обследованных участков побережья Баренцева моря

Также были изучены 4 большие группы птиц: водно-болотные, морские, лесные и кустарниковые, тундровые птицы и синантропные. На рисунке 3.6 представлено распределение птиц на территории Мурманской области.



Рисунок 3.6 – Схема распределения групп птиц на территории Мурманской области

Полуострова Рыбачий и Средний представляют собой северо-западную окраину баренцевоморского побережья России. Благодаря теплomu Нордкапскому течению акватория не замерзает и доступна для наблюдения за птицами круглый год. В районе Рыбачьего пролегалa миграционный путь большинства морских куликов, гусей, уток и чаек, которые пересекают российско-норвежскую границу в обоих направлениях, отправляясь на зимовку или возвращаясь обратно. Здесь находятся крупные птичьи базары, формируются линные скопления водоплавающих птиц. Преимущественно для сохранения фауны птиц в 2014 г. создан природный парк регионального значения «Полуострова Рыбачий и Средний». На территории природного парка разрешены туризм, строительство капитальных и временных объектов, дорог и коммуникаций в соответствии с законодательством Российской Федерации, а также проведение научных исследований.

На полуостровах Рыбачий и Средний нет жилых населенных пунктов. Здесь расположены крупные пастбища для выпаса домашних оленей. В нескольких километрах к северу от мыса Городецкий на каменных уступах высоких скал располагается крупнейшая колония морских птиц в Мурманской области – Городецкие птичьи базары, которые тянутся вдоль берега на 7 – 8 километров. Условия жизни на островах и обилие кормовых ресурсов привлекают, помимо водоплавающих, большое количество дневных хищных птиц.

Следующим участком, который был рассмотрен в рамках исследования, является Кольский залив. Данная территория наиболее подвержена антропогенному воздействию среди исследованных участков. Вдоль Кольского залива вытянулся более чем на 20 километров крупнейший в мире расположенный за Северным полярным кругом город-порт Мурманск.

На территории порта Мурманск находится большое количество разнообразных инфраструктурных объектов. Среди них выделяют три основные группы: гидротехнические сооружения, здания и помещения и строения и сооружения. Группа гидротехнических сооружений включает в себя причалы, пирсы, берегоукрепления (наибольшую долю составляют пирсы и причалы). К зданиям и помещениям относятся административные и производственные помещения, к строениям и сооружениям – грузовые площадки, прожекторные мачты, дорожные, водопроводные, канализационные и электрические сети и теплотрассы. [55]

В Мурманской области в настоящее время (с 2011 года) реализуется проект «Комплексное развитие Мурманского транспортного узла». Данный проект включает в себя развитие морского, автомобильного и морского транспорта. В рамках проекта планировалось строительство Комплекса перегрузки угля «Лавна», а также железнодорожных подходов к нему. В декабре 2023 года порт «Лавна» должен начать свою работу. Сейчас ведутся работы по прокладыванию железнодорожных путей. Планируется проложить



45 км железнодорожных путей, которые будут включать в себя подходы к мосту через р. Тулома. [56]

Акватория Кольского залива в соответствии с особенностями геоморфологического строения распадается на три части (колена): северное, среднее и южное. Южное колено называют кутом, который простирается от мыса Великого (где находится самое узкое место залива) на юг на протяжении около 14,5 км. Кут Кольского залива является одновременно одной из наиболее интенсивно используемых трасс арктического судоходства (Рисунок 3.7) и местом круглогодичной концентрации морских и околотовных птиц, которых привлекает незамерзающая акватория и обширные литоральные отмели.



Рисунок 3.7 – Кольский залив

Особенно много птиц собирается в районе, где встречаются устья рек Колы и Туломы. В этом районе через р. Тулома завершилось строительство моста в 2021 году, и он был введен в эксплуатацию. Здесь происходит сильное распреснение воды. Побережье залива в южной и западной части покрыто плотной смесью природного песка. После отлива в южной части залива открывается обширная литораль, которая используется многими видами птиц (прежде всего – куликов) для поиска пищи.

Еще одним районом изучения стало село Териберка. Основную антропогенную нагрузку в данном районе составляет рекреация, и в 2021 году был создан Природный парк «Териберка», чтобы снизить эту нагрузку. Этот парк является первый в Мурманской области по посещаемости туристами, наиболее интенсивный туристический поток отмечается в теплое время года. [11]

Важно отметить, то примерно в 40 км от с. Териберка расположена самая крупная в мире ветряная электростанция в Арктике. Объект занимает 257 га земли. В инфраструктуре ветропарка расположено 60 км дорожных сетей, линии электропередач протянуты на 75 км и 57 ветроэлектрических установок.

Непосредственно в прибрежной зоне планируются проекты строительства приливной электростанции, завода по производству сжиженного природного газа и порта Териберка.

Средняя высота прилива на берегу достигает местами 4-х метров, глубина моря в отдельных точках – более 100 метров. Район губы Териберка представлен несколькими типами ландшафтов. В основном это – долины рек и озер, водораздельная тундра и морское побережье со скальными обнажениями и «бараньими лбами».

Помимо того, что в Териберке концентрируются водоплавающие и водно-болотные птицы, долины водоемов и водотоков привлекают также большое число кустарниковых видов орнитофауны, прежде всего – воробьиных птиц.

Гавриловский архипелаг с прилегающей акваторией заповеданы с 1969 г. Охрану угодья осуществляют сотрудники Кандалакшского заповедника. В связи с нахождением островов в пограничном районе, частично охраняют угодье и пограничные службы. Угодье включено в список ключевых орнитологических территорий международного значения.

Берега Гавриловских островов в большей части представляют собой крутые уступы, покрыты разломами, представляющими собой глубокие и узкие щели на отвесных стенах или же более широкие ложбины прорезающие редкие

пологие склоны. На островах отсутствуют участки древесно-кустарниковой растительности и, соответственно, птицы кустарниковых зарослей.

## ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ

В современной литературе очень мало уделяется внимания влиянию крупных техногенных объектов на природно-экологическую устойчивость и сохранность экосистем береговой зоны на основе изменчивости орнитофауны. В основном, авторы придерживаются мнения, что крупные техногенные объекты оказывают отрицательное воздействие на природно-экологическую устойчивость. А для получения иного результата обсуждается вопрос о представлении природно-технической системы, как уникальной системе, охватывающей все многообразие взаимоотношений инженерных сооружений (или объектов) с компонентами природной среды. И сохранение благоприятной среды для жизни людей и поддержание биоразнообразия возможно только на основе создания управляемых природно-технических систем.

### 4.1 Анализ опыта в исследованиях воздействий техногенной инфраструктуры на орнитофауну в других регионах Российской Федерации

В России исследование влияния крупных техносферных объектов на устойчивость природных экосистем осуществлено на примере морских портовых комплексов — таких, как Усть-Лужский морской торговый порт, Кандалакшский морской порт, аванпорт Бронка и Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений.

Создание портового комплекса может влиять на птичье население различным образом. Так, при строительстве портового комплекса Усть-Луга в Финском заливе Балтийского моря прибрежные ветленды Лужской губы были практически уничтожены; соответственно, водно-болотные птицы исчезли. При строительстве порта Бронка в Невской губе часть ветлендов также была уничтожена, однако создание особо охраняемой природной территории «Южный Берег Невской губы» сыграло компенсирующую роль. Кроме того,

неподалеку от порта возникли новые ветленды, примыкающие к дамбе Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. Это позволило сохранить численность и видовое разнообразие орнитофауны. Наконец, при строительстве порта Сабетта в Обской губе Карского моря появление в тундре новых биотопов привлекло новые виды птиц, численность и разнообразие которых увеличилось [отчет 4,22].

Наблюдения за изменениями биоты в районах размещения крупных техногенных объектов показали, что некоторые компоненты техносферы оказывают положительное воздействие на сопредельные биоценозы. Для таких техногенных объектов применяется определение «environmentally friendly» («экологически дружелюбный»), показывающее, что рассматриваемый объект снижает или наносит минимальный ущерб экосистемам и окружающей среде. Применительно к портам концепция «экологической дружелюбности» впервые использована при разработке экологической стратегии развития замерзающего в зимнее время морского порта «Усть-Луга» (Финский залив Балтийского моря) в ходе выполнения проекта ENPISE747 Программы Приграничного сотрудничества «Юго-восточная Финляндия — Россия» и в дальнейшем адаптирована к портовым комплексам Арктики и Севера [9].

#### 4.2 Негативные и позитивные воздействия техногенной инфраструктуры на орнитофауну Мурманской области

В результате исследования воздействия антропогенных объектов на орнитофауну Баренцева моря изученные места обитания были классифицированы на 7 групп. В каждой группе выделяются основные факторы, оказывающие положительное или негативное влияние. Классификация экотопов представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Характеристика местообитания

№ п/п	Местообитание	Положительные факторы воздействия на орнитофауну	Негативные факторы воздействия на орнитофауну
1	Объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду первой и второй категории: предприятия нефтегазовой, угольной промышленности, объекты портовой инфраструктуры	Места обитания антропогенного происхождения	Беспокойство, нарушение или исчезновение естественных мест обитания
2	Участки береговой зоны, на которых располагаются хозяйствующие субъекты: предприятия рыбопромышленной отрасли, полигоны ТКО	Расширение кормовой базы	-
3	Неэксплуатируемые объекты техносферы: заброшенные гидротехнические сооружения	Места обитания антропогенного происхождения	-
4	Естественные биотопы, расположенные в населенных пунктах или на границе с ними	-	Беспокойство
5	Естественные биотопы за пределами населенных пунктов, но расположенные вблизи от объектов промышленности	-	Беспокойство
6	Участки леса в непосредственной близости к морю	Естественные места обитания для лесных птиц	Беспокойство
7	Особо охраняемые природные территории	Естественные места обитания, отсутствие фактора беспокойства	-

Первая группа местообитания наиболее характерна для побережья Кольского залива, а также для прибрежных экосистем в окрестностях ЗАТО «Город Островной». Такие участки отличаются низким видовым разнообразием авифауны. На территории АО «Мурманский морской торговый порт»

непосредственно на заброшенных зданиях располагаются колонии моевок (Рисунок 4.1).

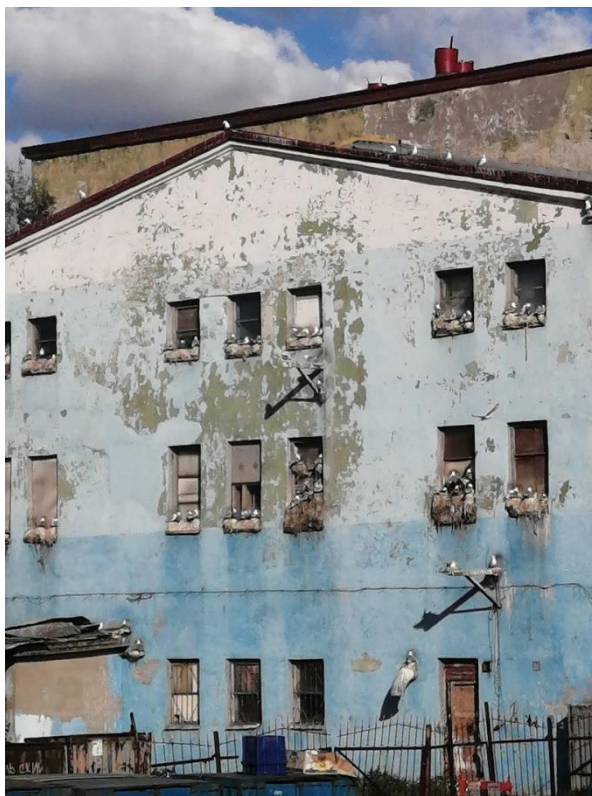


Рисунок 4.1 – Моевки на заброшенном здании на территории Мурманского морского торгового порта

На обследованных участках местообитаний второй группы отмечены в Кольском заливе и в губе Териберской. Орнитофауна представлена чайками, а также синантропными видами.

Третья группа местообитания приурочена к объектам прошлой хозяйственной деятельности на побережье Кольского залива, в губах Териберская и Ярнышная, на побережье пролива Иоканьгский Рейд (Рисунок 4.2). В таких местообитаниях отмечены фоновые виды птиц — например, кулик-сорока.



Рисунок 4.2 – Кулик-сорока на заброшенном судне в проливе  
Иокангский Рейд

Естественные местообитания, граничащие с селитебной зоной, а также расположенные в непосредственной близости от хозяйственных объектов, представлены на побережье Кольского залива, в губах Териберская и Ярнышная. На рисунке 4.3 показана колония моевок на скалах губы Териберской в непосредственной близости от участков, подвергающихся интенсивному рекреационному освоению.





Рисунок 4.3 – Колония моевок в губе Териберская

На всех обследованных участках побережья Баренцева моря, за исключением Гавриловских островов, имеются участки древесно-кустарниковой растительности, приуроченные к понижениям рельефа и руслам впадающих в морскую акваторию водотоков. В данных экотопах отмечались лесные виды птиц.

К ненарушенным и малонарушенным местообитаниям могут быть отнесены острова Гавриловского архипелага, входящие в границы ГПЗ «Кандалакшский» (Рисунок 4.4). Здесь отмечены виды, характерные для птичьих базаров: тонкоклювая и толстоклювая кайры, тупик, большой баклан и чистик. Также встречены виды, занесенные в Красные книги различных рангов (орлан-белохвост).

К данной группе экотопов может быть отнесена также природоохранная зона государственного природного парка «Полуострова Рыбачий и Средний».



Рисунок 4.4 – Кайры в акватории Баренцева моря у островов Гавриловского архипелага

Для первых трех групп групп экотопов характерна развитая сеть дорожно-транспортных структур. Основными элементами таких структур являются следующие объекты: переходы дорожного полотна, придорожная древесная растительность, элементы освещения, ограждения, линии электропередач, дорожные знаки и канавы. Схематическое изображение дорожно-транспортной инфраструктуры представлено на Рисунке 4.5.

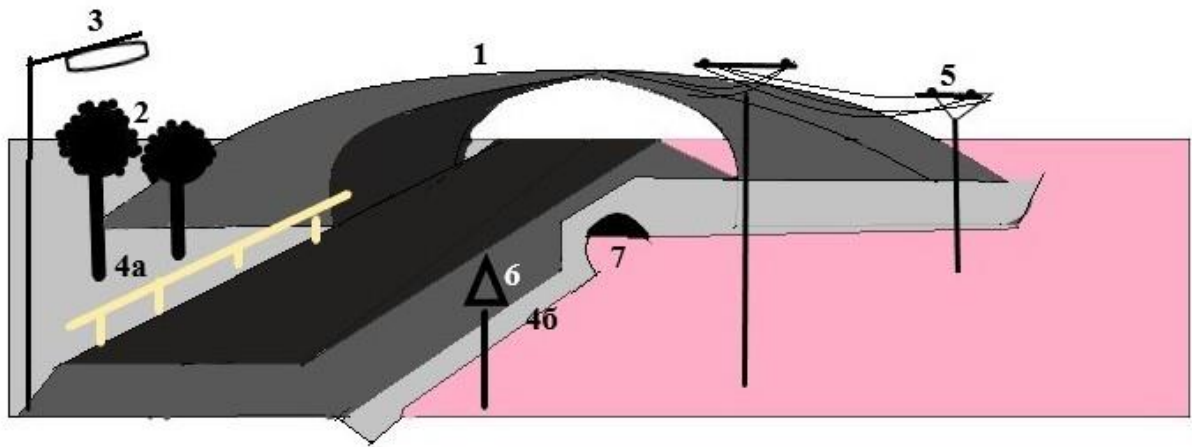


Рисунок 4.5 - Схематическое изображение дорожно-транспортной инфраструктуры. 1 - мосты; 2- лесополосы; 3 - фонари; 4 - барьеры: 4а - для людей; 4б - для животных; 5 - ЛЭП; 6 - дорожные знаки; 7 - кюветы

В составе сети дорожно-транспортных структур выделяют железнодорожные структуры. В них также выделяются особые элементы. К основным элементам относятся следующие виды: телекоммуникации, высоковольтные линии электропередач, сигнальные устройства, рельсы и шпалы, кюветы, железнодорожные стрелки, смотровые вышки, ограждения и системы электrorаспределения. На рисунке 4.6 представлено схематическое изображение железнодорожной инфраструктуры.

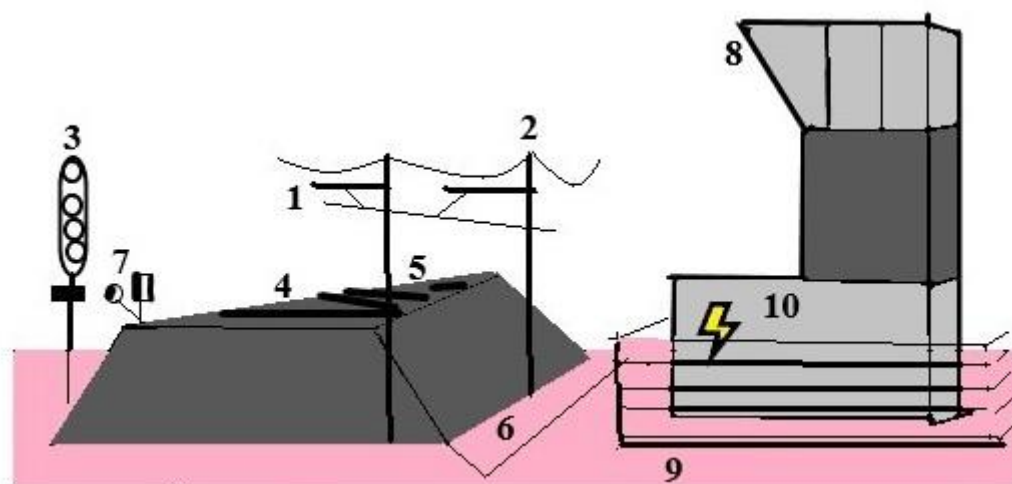


Рисунок 4.6 – Схематическое изображение железнодорожной инфраструктуры. 1 – системы связи, 2 – высоковольтные ЛЭП, 3 – светофоры, 4 – рельсы, 5 – шпалы, 6 – канавы, 7 – железнодорожные стрелки, 8 – смотровые вышки, 9 – барьеры, 10 – электрическая подстанция

Чаще всего автомобильные и железные дороги и связанные с ними сооружения ассоциируются с сокращением биологического разнообразия. Во время исследований было отмечено, что они могут иметь и положительный эффект. Дорожно-транспортные структуры могут обеспечивать альтернативные места кормления или гнездования. Основные положительные эффекты, связанные с определенными структурами можно классифицировать следующим образом:

- Дороги, шоссе обеспечивают среду обитания для кормления за счет снижения давления хищников, а также способствуют сохранению метаболической энергии за счет выделения тепла;

- Придорожная растительность и открытые пространства обеспечивают среду обитания для кормления за счет увеличения доступности пищи, создают экологические коридоры;

- Искусственное освещение вдоль дорог позволяет продлевать суточную активность зимой;

- Сооружения вдоль дорог обеспечивают насесты для охоты (на насекомых);

- Мосты, опоры дают возможность для гнездования;

- Основания опор ЛЭП, ветрозащитные полосы обеспечивают места гнездования, укрытия, позволяют избегать хищников.

На рисунке 4.7 представлено схематическое изображение основных положительных эффектов, которые автомобильные и железные дороги и связанные с ними сооружения могут оказывать влияние на птиц.

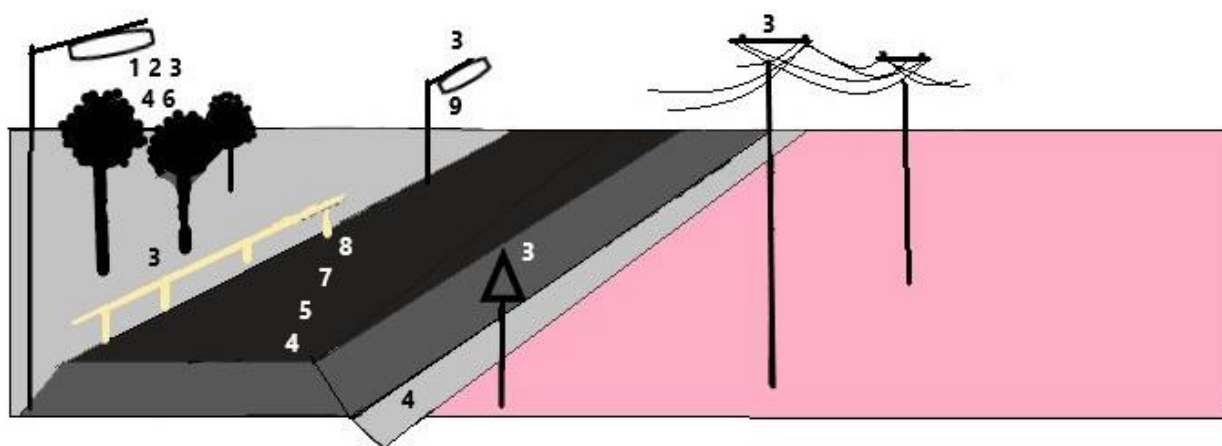


Рисунок 4.7 – Схематическое изображение основных положительных эффектов автомобильных и железных дорог, оказываемых на птиц. 1 – места гнездования, 2 – места убежищ, 3 – насесты для охоты, 4 – кормовая среда обитания, 5 – увеличение конкурентноспособности, 6 – экологические коридоры, 7 – места сохранения метаболической энергии, 8 – снижение давления хищников, 9 – продолжительность суточной активности

Таким образом, значительного снижения видового богатства орнитофауны в антропогенно трансформированных экотопах не зафиксировано. При этом качественный состав орнитокомплексов существенно различается. Так, в местообитаниях, расположенных в пределах и в непосредственной близости от хозяйственных объектов, увеличивается доля синантропных видов. Такие виды, как тупики и кайры, приурочены

исключительно к естественным биотопам и, в связи с этим, отмечены только на ненарушенных или малонарушенных участках морского побережья.

Для такого вида, как моевка, характерна пластичность: колонии этого вида встречались на скалах в границах ООПТ, на участках морского побережья, где ведется хозяйственная деятельность, а также и в экотопах антропогенного происхождения. Лимитирующим фактором распространения для данного вида, вероятно, является наличие кормовых ресурсов.

#### 4.3 Практические рекомендации

Птицы являются важными биоиндикаторами изменений природной среды. По изменениям границ ареалов, путей миграций, сроков сезонной активности и фаз годового цикла жизнедеятельности можно отслеживать климатические изменения и уровень антропогенного воздействия на экосистему.

В результате исследования было выявлено как негативное воздействие техносферных объектов на орнитофауну, так и положительное. Необходимо развивать подобные исследования в разрезе выявления положительных воздействий, особенно в условиях Арктики. Арктическая экосистема крайне уязвима, а развитие крупных техногенных объектов с преимущественно положительно влияющими компонентами, позволит сохранить ее.

Подобный мониторинг можно внедрять на государственном уровне при непосредственном содействии крупных предприятий на территории Арктической зоны Российской Федерации. Его можно организовать следующим образом: предприятия будут проводить наблюдения за орнитофауной, данные будут передаваться в систему Росгидромета для обработки, а подведомственный Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт сможет анализировать воздействия антропогенных объектов на орнитофауну. В дальнейшем этот анализ поможет разрабатывать

рекомендации и улучшать существующие технологии строительства и работы предприятий в условиях Арктики.

Кроме того, в рамках исследования были изучены прибрежные районы, но для комплексной оценки можно рассматривать и открытую часть морей. Для работ по оценке видового разнообразия и численности птиц в открытом море можно использовать методику маршрутных учетов. Наблюдения производятся во время движения судна. Данная методика позволяет обследовать большие территории, охватывая большой объем данных. Важно отметить, что она подходит больше для сбора данных во внегнездовой период.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Регион Баренцева моря является одновременно уникальной арктической экосистемой и регионом с активно развивающимся промышленным освоением. Сохранение арктических экосистем и их биологического разнообразия в условиях стремительно растущего антропогенного воздействия на них является важной задачей.

Особенностью данного региона являются постоянно изменяющиеся природные условия, к чему экосистема в ходе эволюции адаптировалась. Но изменения климата приводят к периодически возникающим природным аномалиям, которые нарушают стабильное функционирование системы. Климатические изменения влияют на фауну региона: изменяются ареалы обитания и пути миграции ее представителей, появляются виды-вселенцы. Важно отметить, что Баренцево море является важной зоной гнездования птиц, а на побережье Мурманской области располагается множество птичьих базаров.

В работе был проведен комплексный анализ текущего состояния и перспектив социально-экономического развития Мурманской области как ключевого арктического региона Российской Федерации, в том числе с учетом видов и характера функционирующих в регионах крупных инфраструктурных техносферных объектов.

Для оценки экологического состояния экосистемы Баренцева моря используют разные методы, одним из которых является метод биоиндикации, позволяющий объективно оценить реакцию экосистемы на множество факторов. В данной работе анализировались индикаторы состояния орнитофауны (обилие видов, состав) относительно индикаторов инфраструктуры региона.

Был проведен анализ разнообразия орнитофауны на участках побережья Баренцева моря, различающихся по степени и характеру антропогенного воздействия. Наибольшее разнообразие экотопов отмечено для побережья



Кольского залива, что проявляется и в максимальном количестве видов птиц, отмеченных в ходе натуральных обследований.

В результате исследования были получены новые систематизированные данные арктической орнитофауны в ключевых районах формирования и функционирования крупных техногенных объектов на территориях Мурманской области с учетом сезонности их пребывания. Для анализа видов воздействия антропогенных объектов на орнитофауну Баренцева моря использовался системный подход.

Значительное влияние на орнитофауну Баренцева моря оказывают крупные техносферные объекты прибрежной зоны. В ходе исследования было выявлено, что данное воздействие может иметь негативные и положительные эффекты. К положительным воздействиям можно отнести появление новых биотопов антропогенного происхождения и дополнительные кормовые ресурсы. Среди негативных воздействий можно выделить беспокойство, изъятие естественных биотопов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андров Н.М., Формирование структуры вод Баренцева моря в осенне-зимний период // Комплексные исследования природы северных морей. Апатиты – Изд. КФ АН СССР – 1982 – С. 20–22.
2. Бабич С.В., Яковлева А.А., Транспортно-логистический потенциал Северного Морского Пути в Евразийском экономическом пространстве // Российская Арктика. – 2019. – С. 5-14
3. Беликова С.Е., Гаврило М.В., Горин С.Л., Иванов А.Н. и др., Атлас биологического разнообразия морей и побережий российской Арктики. – 2011. – С. 238 – 239
4. Богуш, А.И. Анализ, типизация и оценка эффективности компенсационных мероприятий для снижения негативного воздействия на прибрежно-морскую зону при строительстве и функционировании объектов портовой инфраструктуры / А.И. Богуш, М.А. Мамаева, М.Б. Шилин // Экологическая деятельность и экологическое просвещение: региональный аспект: мат. Всеросс. науч. конф. 16.12.2020. – СПб.: Лен. гос. ун-т им. А.С. Пушкина, 2020. – С. 251–254.
5. Горяев, Ю.И. Орнитофауна Баренцева моря в весенний период 2016 года / Ю.И. Горяев // Тр. КНЦ РАН. – 2017. – № 2-4 (8). – С. 95–101.
6. Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. М., Изд-во МГУ, 1982. – 192 с.
7. Долгов А.В. Видовой состав ихтиофауны и структура ихтиоценов Баренцева моря. Известия ТИНРО – 2004. – т. 137, С. 177–195
8. Долгов А.В. Состав, формирование и трофическая структура ихтиоценов Баренцева моря. Мурманск, Изд-во ПИНРО – 2016. – С. 393
9. Жигульский, В.А. Экологически дружелюбный порт в Арктике / В.А. Жигульский, М.Б. Шилин // Арктика: геополитические и политико-экономические проблемы освоения: IX межд. конф. по географии и

картографированию океана. – СПб.: Русское Географическое общество, 2015. – С. 185–190.

10. Коблик Е. А. Список птиц Российской Федерации / Е. А. Коблик Я.А. Редькин, В. Ю. Архипов. – М.: Товарищество научных изданий КМК. – 2006. – 256 с.

11. Кожин М.Н., Шулина М.В., Боровичев Е.А., Современная Териберка: природоохранные и рекреационные аспекты. Вестник Кольского научного центра РАН. – 2022. – С. 10 – 15

12. Конторович А.Э. Нефть и газ российской Арктики: история освоения в XX веке, ресурсы, стратегия на XXI век. Наука из первых рук. 2015, №61 (1), с. 46–65.

13. Краснов Ю.В., Матишов Г.Г., Галактионов К.В., Савинова Т.Н. Морские колониальные птицы Мурмана. Санкт-Петербург, Наука. – 2015. – С. 226

14. Лукин Р.Л., Огнетов Г.Н. Морские млекопитающие Российской Арктики: эколого-фаунистический анализ. Екатеринбург, УрО РАН. – 2009. – С. 203

15. Макаревич П.Р., Ишкулов Д.Г., Влияние климатических факторов на структуру и видовое разнообразие пелагических и донных биоценозов Баренцева моря// Наземные и морские экосистемы. – 2011. – Коллектив авторов. – С. 155 – 168

16. Матишов Г.Г., Денисов В.В., Дженюк С.Л., Макаревич П.Р., Большие морские экосистемы шельфовых морей российской Арктики//Наземные и морские экосистемы. – 2011. – Коллектив авторов. – С. 78 – 102

17. Матишов, Г.Г. Морское природопользование в западном секторе Арктики: проблемы и решения / Г.Г. Матишов, В.В. Денисов, А.П. Жичкин // Вестник Кольского научного центра РАН. – Апатиты: Кольский научный центр РАН, 2015. – № 2(21). – С. 103–112.

18. Мокиевский В.О. и др., Экологический Атлас. Баренцево море. – 2020. – С. 205 – 225
19. Мокиевский В.О. и др., Виды – биологические индикаторы состояния морских экосистем. – 2020. – С. 252 – 254
20. Мокиевский В.О. и др., Виды – биологические индикаторы состояния морских экосистем. – 2020. – С. 43 – 48
21. Писарев С.В., Обзор гидрологических условий Баренцева моря// Система Баренцева моря. – 2021. – С.153-154
22. Плавни Невской губы / В.А. Жигульский, В.Ф. Шуйский, Е.Ю. Чебыкина, В.А. Федоров, В.В. Паничев, А.А. Успенский, Д.В. Жигульская, Т.С. Былина, М.М. Булышева, А.М. Булышева. – Спб.: Реноме, 2020. – 304 с.
23. Проблемы обеспечения экологической безопасности при развитии судоходства в Беринговом проливе // Научно-технический отчет. Владивосток. – 2015. – С28 – 31
24. Радьков А.В. Развитие туризма на северных территориях. Арктический вестник. 2013, № 3 (7), С. 38–43.
25. Резанов А. Г Синантропизация птиц: географическая классификация, центры происхождения и расселение синантропных популяций / А.Г. Резанов, А.А. Резанов // Современные проблемы эволюционной биологии. - Т. 1. - Брянск: БГУ, 2009. - С. 207-213.
26. Русский орнитологический журнал. Экспресс-выпуск 410. – 2008. – С. 519-520
27. Саркисов А.А. Проблемы радиационной реабилитации арктических морей, способы и пути их решения. Арктика: экология и экономика. 2017, №. 1, С. 70–82.
28. Светочев В.Н., Светочева О.Н. Морские млекопитающие: биология, питание, запасы. Биологические ресурсы Белого моря: изучение и использование. Исследования фауны морей. Т. 69.(77). Санкт-Петербург. – 2012. – С. 261–286

29. Халланаро, Э.Л. Природа Северной Европы / Э.-Л. Халланаро, М. Пюльвяняйнен, М. Гаврило. – Копенгаген: Совет Министров Северных Стран, 2001. – 351 с.
30. A. Tezиков, A. Afonin, V. Kljuev, Research of Quantitative Indicators of Tightness of the Northern Sea Route (NSR) // Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea.
31. Evans, K.L. Habitat influences on urban avian assemblages / K.L. Evans, S.E. Newson, K.J. Gaston // *Ibis*. – 2009. – Vol. 151, Issue 1. – P. 19–39. – DOI: 10.1111/j.1474-919X.2008.00898.x.
32. G. Graells, J.L. Celis-Diez, D. Corcoran, S. Gelcich// Bird Communities in Coastal Areas. Effects of Anthropogenic Influences and Distance From the Coast // *Frontiers in Ecology and Evolution*. – 2022. – Vol. 108. – 807280. – DOI:10.3389/fevo.2022.807280.
33. J.E. Malo, E.L. García de la Morena, I. Hervás, C. Cristina Mata, J. Herranz // Cross-scale changes in bird behavior around a high speed railway: from landscape occupation to infrastructure use and collision risk *Railway ecology* / Eds. L. Borda-de-Água, R. Barrientos, P. Beja, H.M. Pereira. – Cham: Springer Nature, 2017. – Chapter 8. – P. 117–134. – DOI:10.1007/978-3-319-57496-7\_8.
34. Hamza, F. The effect of microhabitat features, anthropogenic pressure and spatial structure on bird diversity in southern Tunisian agroecosystems / F. Hamza, S. Hanane // *Annals of Applied Biology*. – 2021. – Vol. 179, No 2. – P. 195–206. – DOI: 10.1111/aab.12690.
35. ICES. 2019. The Working Group on the Integrated Assessments of the Barents Sea (WGIBAR). ICES Scientific Reports. 1:42. 157 pp.
36. M.A. Melo, P.M. Sanches, D.F. Silva Filho, A.J. Piratelli //Influence of habitat type and distance from source area on bird taxonomic and functional diversity in a Neotropical megacity / *Urban Ecosystems*. – 2022. – Vol. 25, Issue 2. – P. 545–560. – DOI: 10.1007/s11252-021-01169-5.

37. P.L. Mancini, A. Reis-Neto, L.G. Fischer, L.F. Silveira, Ya. Schaeffer-Novelli //Differences in diversity and habitat use of avifauna in distinct mangrove areas in São Sebastião, São Paulo, Brazil *Ocean & Coastal Management*. – 2018. – Vol. 164, 1. – P. 79–91. – DOI:10.1016/j.ocecoaman.2018.02.002.
38. R.K.A. Kularatne, Ja.M. Harris, P. Vinobaba, S. Thanusanth, Sh. Kishoran, Ch.E. Kankanamge //Use of habitats by aquatic and terrestrial avifauna in tropical coastal lagoons / *Regional Studies in Marine Science*. – 2021. – Vol. 47. – 101926. – DOI: 10.1016/j.rsma.2021.101926.
39. Roman J., McCarthy J.J. The Whale Pump: Marine Mammals Enhance Primary Productivity in a Coastal Basin. *PLoS ONE*. 2010, vol. 5(10), e13255. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013255>
40. Seress, G. Habitat urbanization and its effects on birds / G. Seress, A. Liker // *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. – 2015. – Vol. 61, Issue 4. – P. 373–408. – DOI: 10.17109/AZH.61.4.373.2015.
41. X. Yang, Zh. Duan, Sh. Li, Ch. Zhang, M. Qu, G. Hua, X. Niu, H. Hu, D.Yu // Factors Driving the Abundance of Wintering Waterbirds in Coastal Areas of Guangdong Province, China / *Frontiers in Ecology and Evolution*. – 2022. – Vol. 9. – DOI:10.3389/fevo.2021.808105.
42. X. Yang, Zh. Duan, Sh. Li, Ch. Zhang, M. Qu, G. Hua, X. Niu, H. Hu, D.Yu //Factors Driving the Abundance of Wintering Waterbirds in Coastal Areas of Guangdong Province, China / *Frontiers in Ecology and Evolution*. – 2022. – Vol. 9. – DOI:10.3389/fevo.2021.808105.
43. Wiig., Amstrup S., Atwood T., Laidre K., Lunn N., Obbard M., Regehr E. & Thiemann G. *Ursus maritimus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015. URL: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T22823A14871490.en>
44. АО «Мурманский Торговый порт» [электронный ресурс]// Режим доступа: <http://www.portmurmansk.ru/ru/> (20.09.2023)
45. Баренцево море [электронный ресурс]//Режим доступа: <https://barentzevo.arktiskfish.com/ryba-barentseva-morya/atlanticheskij-blagorodnyj-losos-ryba-barentseva-morya> (08.09.2023)

46. Гласевморпуть Росатом [электронный ресурс]// Режим доступа: [https://nsr.rosatom.ru/o-kompanii/novosti/?ELEMENT\\_ID=167185](https://nsr.rosatom.ru/o-kompanii/novosti/?ELEMENT_ID=167185) (15.09.2023) (
47. Единая государственная система информации об обстановке в мировом океане [электронный ресурс] // Режим доступа: [http://esimo.oceanography.ru/esp2/index/index/esp\\_id/5/section\\_id/2/menu\\_id/2944](http://esimo.oceanography.ru/esp2/index/index/esp_id/5/section_id/2/menu_id/2944) (29.01.2023)
48. ЕСИМО - Единая государственная система информации об обстановке в мировом океане [электронный ресурс] // Режим доступа: [http://esimo.oceanography.ru/esp2/index/index/esp\\_id/5/section\\_id/6/menu\\_id/2649](http://esimo.oceanography.ru/esp2/index/index/esp_id/5/section_id/6/menu_id/2649) (29.01.2022)
49. Инвестиционный портал Арктической зоны России [электронный ресурс]// Режим доступа: <https://arctic-russia.ru/northsearoute/> (15.09.2023)
50. Инвестиционный портал Арктической зоны России [электронный ресурс]// Режим доступа: <https://arctic-russia.ru/article/neftegazovyy-flot-arktiki-na-chem-vyvozyat-bogatstva-severa-na-bolshuyu-zemlyu/> (19.09.2023)
51. Лобанов В.А. Ледовые качества и ледовая аварийность флота внутреннего и смешанного плавания // Интернет-журнал «Наукоедение» [электронный ресурс]// Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/70tvn413.pdf> (15.09.2023)
52. ПАО «НК «Роснефть» [электронный ресурс]// Режим доступа: <https://www.rosneft.ru/press/news/item/215693/> (13.09.2023)
53. Правительство России [электронный ресурс]// Режим доступа: <http://government.ru/docs/46171/> (15.09.2023)
54. Правительство России [электронный ресурс]// Режим доступа: <http://government.ru/docs/47546/> (15.09.2023)
55. Росморпорт [электронный ресурс]// Режим доступа: [https://www.rosmorport.ru/filials/mur\\_port\\_facilities/](https://www.rosmorport.ru/filials/mur_port_facilities/) (01.10.2023)
56. ФКУ «Ространсмодернизация» [электронный ресурс]// Режим доступа: <https://ppp-transport.ru/o-retu/novosti-po-proektam/kompleksnoe-razvitiie->

[murmanskogo-transportnogo-uzla/na-blizhnikh-zhd-podkhodakh-k-portu-lavna-nachalas/](https://www.barentsportal.com/barentsportal/index.php/ru/status-2021/327-abiotic-ecosystem-components-data-from-2020/meteorological-and-oceanographic-conditions-2020/1049-water-masses) (03.10.2023)

57. BarentsPortal [электронный ресурс] // Портал «Баренцево море». Режим доступа: <https://www.barentsportal.com/barentsportal/index.php/ru/status-2021/327-abiotic-ecosystem-components-data-from-2020/meteorological-and-oceanographic-conditions-2020/1049-water-masses> (29.01.2023)

58. BarentsPortal [электронный ресурс] // Портал «Баренцево море». Режим доступа: <https://www.barentsportal.com/barentsportal/index.php/ru/general-description/108-abiotic-components/704-oceano> (29.01.2023)

59. BarentsPortal [электронный ресурс] // Портал «Баренцево море». Режим доступа: <https://www.barentsportal.com/barentsportal/index.php/ru/status-2021/322-biotic-ecosystem-components-data-from-2020/marine-mammals-and-seabirds-2020/1055-marine-mammals-and-sea-birds> (13.09.2023)

60. BarentsPortal [электронный ресурс] // Портал «Баренцево море». Режим доступа: <https://www.barentsportal.com/barentsportal/index.php/ru/status-2021/324-human-activity-data-from-2020/fisheries-and-other-harvesting-2020/1057-anthropogenic-impact-catches-of-shellfish> (01.03.2023)

61. BarentsPortal [электронный ресурс] // Портал «Баренцево море». Режим доступа: <https://www.barentsportal.com/barentsportal/index.php/ru/status-2021/324-human-activity-data-from-2020/fisheries-and-other-harvesting-2020/1058-anthropogenic-impact-whaling-and-seal-hunting> (01.03.2023)