



Общество с ограниченной ответственностью  
«Связь Проект Консалтинг Юг»

Свидетельство СРО-П-043-197-Р-2308127620-24032017 от 24 марта 2017г.  
Свидетельство N 1262 от 12 июля 2016 г

Заказчик ПАО «Мегафон»

Экз.№ \_\_\_\_\_

**ПРОГРАММА  
ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ ПО ОБЪЕКТУ  
«Строительство Арктической подводной кабельной системы»**

**Оценка воздействия на окружающую среду**

**Книга 1.**

**г.Краснодар, 2019**



Общество с ограниченной ответственностью  
«Связь Проект Консалтинг Юг»

Свидетельство СРО-П-043-197-Р-2308127620-03042017 от 24 марта 2017г.  
Свидетельство N 1262 от 12 июля 2016 г

Заказчик ПАО «Мегафон»

Экз.№ \_\_\_\_\_

**ПРОГРАММА  
ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ ПО ОБЪЕКТУ  
«Строительство Арктической подводной кабельной системы»**

**Оценка воздействия на окружающую среду**

**Книга 1.**

**Заместитель генерального директора  
- Директор филиала**

**К.Г.Воронин**

**ГИП**

**Д.С.Ильин**

## **СПИСОК ТОМОВ**

Книга 1. Оценка воздействия на окружающую среду

Книга 2. Приложения

Книга 3. Резюме нетехнического характера.

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>6</b>
<b>1. ОПИСАНИЕ ПЛАНИРУЕМЫХ РАБОТ</b>	<b>7</b>
1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	7
1.2. СОСТАВ И ВИДЫ РАБОТ, МЕТОДИКА ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ	8
1.2.1. Состав работ	8
1.2.2. Инженерно-геодезические изыскания	9
1.2.3. Инженерно-геологические изыскания	14
1.2.4. Инженерно-гидрометеорологические изыскания	18
1.2.5. Инженерно-экологические изыскания	22
1.3. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СУДА	25
1.4. ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	37
<b>2. ВИДЫ И ИСТОЧНИКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ</b>	<b>38</b>
<b>3. АНАЛИЗ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ</b>	<b>39</b>
3.1. «НУЛЕВОЙ ВАРИАНТ»	39
3.2. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	39
3.2.1. Альтернативы сейсмоакустических источников энергии	39
3.2.2. Альтернативы сейсмических приемников	40
3.2.3. Время проведения	40
3.3. СРАВНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОГО ВАРИАНТА	40
<b>4. ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА</b>	<b>42</b>
4.1.1. Западный регион арктических морей РФ (Баренцево и Карское моря)	44
4.1.2. Восточный регион арктических морей РФ (море Лаптевых, Восточно-сибирское и Чукотское моря)	69
4.1.3. Климат Дальневосточных морей РФ	102
<b>5. ОХРАНА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ</b>	<b>132</b>
5.1. ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ	132
5.1.1. Баренцево море	132
5.1.2. Карское море	134
5.1.3. Море Лаптевых	136
5.1.4. Восточно-Сибирское море	138
5.1.5. Чукотское море	141
5.1.6. Берингово море	143
5.1.7. Охотское море	146
5.1.8. Японское море	147
5.2. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ	154
<b>6. ОХРАНА ВОДНОЙ СРЕДЫ</b>	<b>156</b>
6.1. ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ	156
6.1.1. Гидрологическая и гидродинамическая характеристика. Западный регион арктических морей РФ (Баренцево и Карское моря)	156
6.1.2. Гидрологическая и гидродинамическая характеристика. Восточный регион арктических морей РФ (море Лаптевых, Восточно-сибирское и Чукотское моря)	175
6.1.3. Гидрологическая и гидродинамическая характеристика. Дальневосточный регион морей РФ	191
6.1.4. Гидрохимические условия	217
6.1.5. Загрязнение морей. Краткие сведения	246
6.2. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАЧЕСТВО ВОДНОЙ СРЕДЫ	256
6.3. ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ	257
6.3.1. Водопотребление	258
6.3.2. Водоотведение	259
6.3.3. Общий объем водопотребления и водоотведения	263
6.3.4. Организационно-технические мероприятия по предотвращению загрязнения морской среды	263
6.3.5. Выводы	264
<b>7. ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА МОРЯ</b>	<b>265</b>

7.1. СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА МОРЯ	265
7.1.1. Фитопланктон	265
7.1.2. Зоопланктон	266
7.1.3. Ихтиопланктон	268
7.1.4. Фитобентос	271
7.1.5. Зообентос	273
7.1.6. Ихтиофауна	274
7.1.7. Орнитофауна	284
7.1.8. Морские млекопитающие	287
7.2. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЖИВОТНЫЙ И РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР	292
7.2.1. Оценка воздействия на пелагические и бентосные сообщества	292
7.2.2. Оценка воздействия на морских млекопитающих	294
7.2.3. Оценка воздействия на морскую орнитофауну	296
7.3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЖИВОТНЫЙ МИР	298
7.3.1. Мероприятия по снижению неблагоприятных воздействий на морских млекопитающих	298
7.3.2. Мероприятия по снижению воздействий на орнитофауну	299
7.3.3. Ограничения производства работ по срокам их проведения исходя из сроков и мест нереста, зимовки, нагула, миграций водных биоресурсов.	300
<b>9. ОГРАНИЧИВАЮЩИЕ ФАКТОРЫ</b>	<b>318</b>
9.1. ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ (ООПТ) ПО ТРАССЕ КАБЕЛЯ	318
9.2. КЛЮЧЕВЫЕ ОРНИТОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕРРИТОРИИ	354
9.3. ВОДНО-БОЛОТНЫЕ УГОДЬЯ МЕЖДУНАРОДНОГО ЗНАЧЕНИЯ	356
9.4. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ООПТ	356
<b>10. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ</b>	<b>357</b>
10.1. ИСТОЧНИКИ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ	357
10.1.1. Акустический шум, распространяющийся в воздушной среде	358
10.1.2. Акустический шум, распространяющийся в подводной среде	359
10.1.3. Вибрационное воздействие	360
10.1.4. Электромагнитное воздействие	360
10.1.5. Световое воздействие	361
10.2. ОЖИДАЕМОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ	361
10.2.1. Воздействие источников воздушного шума	361
10.2.2. Воздействие источников подводного шума	368
10.2.3. Воздействие источников вибрации	370
10.2.4. Воздействие источников электромагнитного излучения	370
10.2.5. Воздействие источников светового излучения	371
10.3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ОТ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ	371
10.3.1. Защита от воздушного шума	371
10.3.2. Защита от подводного шума	372
10.3.3. Защита от вибрации	372
10.3.4. Защита от электромагнитного излучения	373
10.3.5. Защита от светового воздействия	374
10.4. ВЫВОДЫ	374
<b>11. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ</b>	<b>376</b>
11.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМОРСКОГО КРАЯ	376
11.2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ	377
11.3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАМЧАТСКОЙ КРАЙ	379
11.4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧУКОТСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА	380
11.4.1. Анадырский район	382
11.5. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)	383
11.6. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ	384
11.7. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА	386
11.8. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА	387
11.9. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	388
11.10. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	390
11.11. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ	392
<b>12. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ</b>	<b>393</b>
12.1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ	393

12.2. ОЦЕНКА РИСКА	394
12.3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	400
12.3.1. Общие вопросы	400
12.3.2. Разливы нефтепродуктов	401
12.4. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ И УМЕНЬШЕНИЮ РИСКА АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ	409
<b>13. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ</b>	<b>414</b>
13.1. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ	414
13.2. ПРОГРАММА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	418
13.3. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	420
13.4. ФОРМА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	422
<b>14. ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>423</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящий раздел «Оценка воздействия на окружающую среду» разработан к программе инженерных изысканий по объекту «Строительство Арктической подводной кабельной системы».

Прокладка новой подводной волоконно-оптической линии связи (ПВОЛС) в акватории всех российских арктических и дальневосточных морей планируется с целью развития магистрального направления «Европа-Азия» в связи с увеличением объема телекоммуникационного трафика, передаваемого между Европой и Азией.

Исполнитель работ – ООО «Связь Проект Консалтинг Юг». Работа по подготовке раздела «Оценка воздействия на окружающую среду» выполнена по договору на основании технического задания, являющегося неотъемлемой частью упомянутого договора.

Раздел выполнен на основе фундаментальной проработки российского законодательства в области природоохранной деятельности, детального изучения и анализа фонового состояния окружающей среды, покомпонентной оценки воздействия на окружающую среду строительства и эксплуатации волоконно-оптической линии связи, и мероприятий, направленных на минимизацию воздействия при изысканиях для прокладки кабеля связи на экосистемы арктических и дальневосточных морей.

Все исследования выполнены в соответствии с требованиями Федерального закона Российской Федерации «Об охране окружающей среды» и «Положения об оценке воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации».

При изучении вопросов по изысканиям для прокладки кабеля связи изучено возможное воздействие сейсмоакустических исследований на бентос, зоопланктон, фитопланктон, ихтиофауну.

Обоснование выбора трассы базировалось также на результатах изучения материалов, связанных с ограничениями по строительству по соображениям рыболовства, военными ограничениями, наличием свалок грунта, якорных стоянок и т.п.

На основании экологических исследований проведена оценка возможных последствий воздействия изысканий для прокладки подводного кабеля связи на экосистемы арктических и дальневосточных морей. Рассмотрен риск возникновения аварийных ситуаций и перечень необходимых мероприятий по предотвращению загрязнения морской воды. Предусмотрен комплекс мероприятий, обеспечивающих максимально щадящий режим работы изыскательского оборудования.

При подготовке ОВОС использовались программы УПРЗА «Эколог» версия 4.5. (для расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе) и «Эколог-Шум» версия 2.3.2.5458.

Проведение изысканий намечено на 2020-2021 годы с возможным переносом части работ на 2022-2023 годы из-за ледовых условий. Раздел «Оценка воздействия на окружающую среду» к программе инженерных изысканий по объекту «Строительство Арктической подводной кабельной системы» представлен в 3-х книгах и содержит 456 стр. в т.ч. 47 рисунков и 100 таблиц.

## 1. ОПИСАНИЕ ПЛАНИРУЕМЫХ РАБОТ

### 1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Программа изысканий разработана с целью подготовки комплексных морских инженерных изысканий по объекту «Строительство Арктической подводной кабельной системы». Основание для проектирования и инженерных изысканий - инвестиционный план ПАО "Мегафон".

Основное назначение проектируемой ПВОЛС – развитие магистрального направления «Европа-Азия» в связи с увеличением объема телекоммуникационного трафика, передаваемого между Европой и Азией.

Инженерные изыскания будут выполнены в акваториях Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского, Берингова, Охотского и Японского морей и Тихого океана в коридоре морской части трассы шириной 500 м, протяженностью 11243 км, площадью 5621,5 км<sup>2</sup> от уреза воды в Териберской губе на Кольском п-ве в районе с. Териберка до уреза воды в Анадырском лимане в районе г. Анадыря и далее до уреза воды в Уссурийском заливе в районе г. Владивостока. Проведение изысканий намечено на 2020-2021 годы с возможным переносом части работ на 2022-2023 годы из-за ледовых условий. Выполнение работ в обычных морях предполагается с марта по ноябрь, в морях с тяжелой ледовой обстановкой (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское) с июля по сентябрь.

Начальная, промежуточная и конечная точки коридора трассы изысканий представлены в табл. 1.1.

**Таблица 1.1.**  
**Координаты начальной, промежуточной и конечной точек трассы**

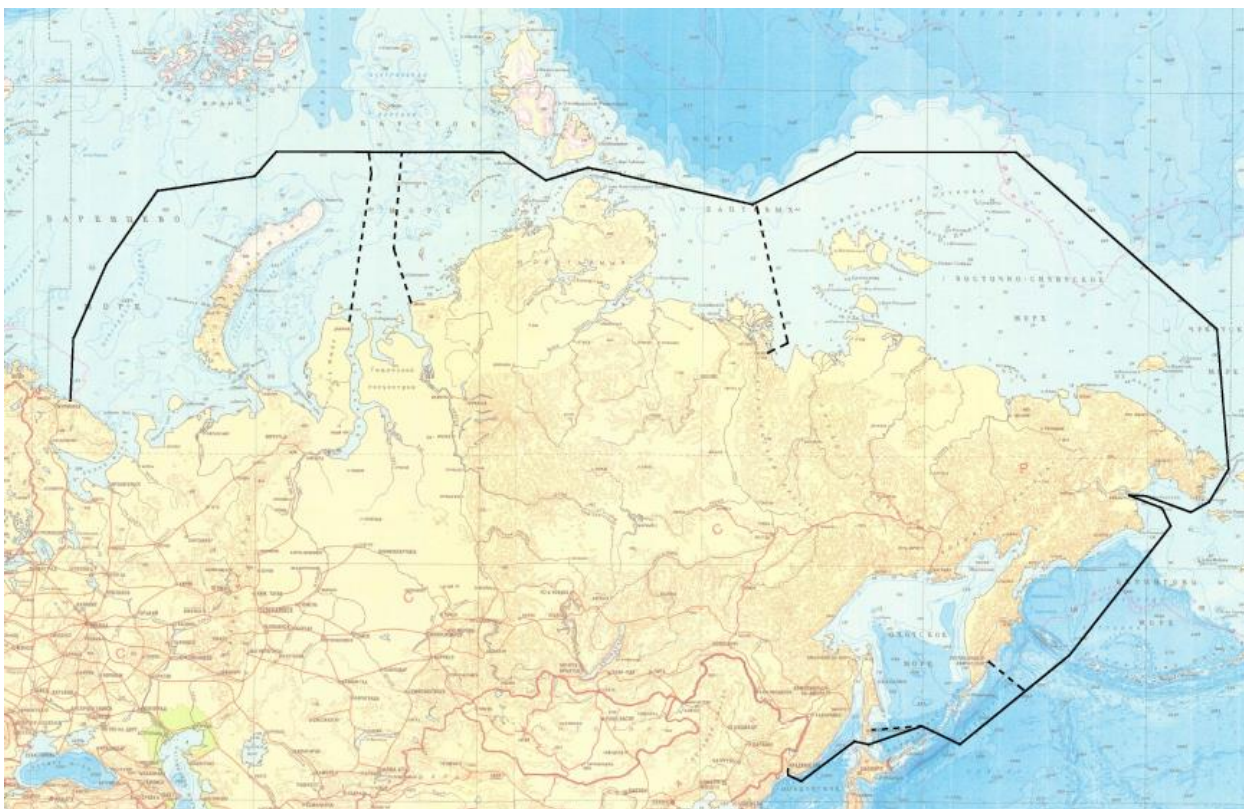
Наименование определяющей точки трассы	Координаты WGS-84	
	Северная широта	Восточная долгота
Пересечение оси коридора трассы с урезом воды в Териберской губе на Кольском п-ве в районе с. Териберка	69° 09' 51"	35° 08' 26"
Пересечение оси коридора трассы с урезом воды в Анадырском лимане в районе г. Анадыря	64° 44' 00"	177° 31' 00"
Пересечение оси коридора трассы с урезом воды в Уссурийском заливе в районе г. Владивостока	43° 07' 00"	131° 54' 00"

Программа предусматривает только изыскания на морских участках, работы на береговом участке в рамках данной программы не рассматриваются.

ПВОЛС является линейным объектом и представляет собой трассу кабеля, заглубляемого в грунт на глубину в среднем 1,2 м от поверхности дна акватории.

Схема проектируемой трассы ПВОЛП представлена на рис. 1.1.





**Рис. 1.1. Схема проектируемой трассы ПВОЛС**

Проектировщик и исполнитель работ по изысканиям – ООО «Связь Проект Консалтинг Юг», который имеет опыт организации и выполнения подобных работ и Свидетельство СРО-П-043-197-Р-2308127620-03042017 от 24 марта 2017г и Свидетельство N 1262 от 12 июля 2016 г.

Работы планируется выполнить следующими этапами длительностью:

1. Мобилизация судна, персонала и оборудования – 14 дней для каждого привлекаемого судна в каждый год.
2. Выполнение гидрографических работ и геофизических исследований – до 600 дней.
3. Обследование акватории на наличие ВОП (при необходимости) – 100-110 дней.
4. Инженерно-геологические, геотехнические и экологические изыскания – до 600 дней.
5. Камеральная обработка материалов, лабораторные исследования, составление технического отчёта по изысканиям – 150 дней.

Для выполнения всех работ в запланированные сроки с учетом ледовых условий планируется привлечение не менее 4-х судов в течение двух лет.

## **1.2. СОСТАВ И ВИДЫ РАБОТ, МЕТОДИКА ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ**

### **1.2.1. СОСТАВ РАБОТ**

Программой предусмотрены следующие виды работ:

- Инженерно-геодезические изыскания.

- Инженерно-геологические изыскания.
- Инженерно-гидрометеорологические изыскания.
- Инженерно-экологические изыскания.

### 1.2.2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

Инженерно-геодезические изыскания включают следующие виды работ:

- Сбор и анализ существующих картографических материалов, данных по государственным (опорным) геодезическим сетями и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет.
- Топографо-геодезические работы:
  - закладка реперов долгосрочного закрепления в количестве по два на каждом участке выхода трассы на берег, всего 6 штук;
  - создание (обновление) инженерно-топографических планов:
    - на сухопутных участках в полосе шириной 100 м в масштабе 1:500 по населенным пунктам и в масштабе 1:2000 вне населенных пунктов, высота сечения рельефа 0,5 м;
    - на прибрежных участках в полосе шириной 100 м от уреза воды до берегового крепления и на глубину 100 м за него в масштабе 1:500, высота сечения рельефа 0,5 м;
- Инженерно-гидрографические работы:
  - съёмка рельефа дна в коридоре трассы:
    - от уреза воды до глубины акватории 3 м способом промера в масштабе 1:500, в полосе шириной 100 м, высота сечения рельефа 0,5 м;
    - в интервале глубин акватории от 3 до 15 м способом площадного обследования в масштабе 1:2000, высота сечения рельефа 1 м;
    - на глубинах акватории более 15 м способом площадного обследования в масштабе 1:10000, протяжённостью 11243 км, площадью 5621,5 км<sup>2</sup>, высота сечения рельефа от 1 до 10 м.
  - поиск и обследование подводных объектов техногенного происхождения в коридоре трассы в интервале глубин акватории от 3 до 1000 м общей протяжённостью 7241 км, общей площадью 3620,5 км<sup>2</sup>:
    - способом гидролокационного обследования морского дна буксируемым гидролокатором бокового обзора трассы шириной 500 м, протяжённостью 7241 км, площадью 3620,5 км<sup>2</sup>.
    - способом морской магнитной съёмки согласно п. 10. 7.3 при помощи буксируемого морского магнитометра тремя галсами – по оси трассы и в 200 м в каждую сторону от

оси с общей протяженностью галсов 21723 км;

- Специальные работы по обследованию акватории трассы на взрывоопасные объекты (ВОП) и объекты культурного наследия (ОКН) при необходимости. Необходимость проведения работ на наличие ВОП определяется штабами Северного и Тихоокеанского флотов (выполняется запрос организацией, проводящей изыскания/строительство) согласно директивам № 32/5/1 Командующего Северным флотом от 09.01.2008 г. и № Д-1 командующего Тихоокеанским флотом от 02.03.2017 г. Необходимость проведения работ на наличие ОКН определяется по результатам запроса в Инспекцию по охране объектов культурного наследия в соответствующих субъектах РФ.
- Специальные геодезические работы для обеспечения гидрологических и инженерно-геологических работ (разбивка и привязка скважин, геофизических и других точек обследования водных объектов).
- Камеральная обработка материалов и составление технического отчета.

**Гидрографические работы** в заданном районе, по проектируемой трассе будут выполнены с разных плавсредств.

Гидрографические работы в заданном районе по проектируемой трассе будут выполнены способом площадного обследования от изобаты 15 м с бортов НИС «Капитан Воронин», «Быхов» АГК на основе МЛЭ Reson Seabat 7125 (до 700 м) и 7160. Масштаб отчетного планшета 1:10 000, полоса съёмки 500 метров. На глубинах от 3 до 15 м способом площадного обследования с борта маломерных судов АГК на основе МЛЭ Reson Seabat 7125. Масштаб отчётного планшета 1:2000, полоса съёмки 500 м. На глубинах 1–3 м способом промера с борта маломерных судов АГК на основе ОЛЭ Reson Navisound 515. При производстве промера в прибрежной части масштаба 1:2000 междугалсовое расстояние будет составлять 20 м (40 м в случае спокойного рельефа, контрольные галсы через 200 м). Средняя погрешность определения планового положения промерных точек относительно ближайших пунктов (точек) съёмочного обоснования при инженерно-гидрографических работах на акваториях не должна превышать 1,5 мм в масштабе плана.

Для обеспечения заданной точности определения плановых координат работа спутникового приёмника при производстве площадного обследования и промера будет осуществляться в дифференциальном режиме Marinstar XP/HP.

**Съёмка и обследование подводных объектов** (инженерных сетей и сооружений, препятствий, донной растительности, грунтов и микрорельефа) будет выполняться методом гидролокации бокового обзора и морской магнитной съёмки.

Гидролокационное обследование дна по проектируемой трассе ПВОЛС на глубинах от 3 до 200 м в коридоре шириной 500 м будет производиться с помощью комплекса на основе буксируемого ГБО Klein 3900 (С-МАХ СМ-2); на глубинах от 200 м до 1000 м с помощью Klein 3000.

Съёмка гидролокатором будет производиться на частотах 445 / 500 кГц с покрытием не более 150 м на борт, с разрешением не хуже 0,30 м. Перекрытие смежных полос обследования должно составлять не менее 20% и включать малоинформативную зону. Гондола ГБО будет буксироваться при помощи кабель-троса за судном. Сбор данных гидролокационного обследования рельефа дна и

навигация по запланированным галсам осуществляется в ПО QINSy.

Морская магнитная съёмка будет производиться с помощью комплексов на основе морского магнитометра Geometrics G-882 тремя галсами по оси трассы и по 200 м в каждую сторону от оси.


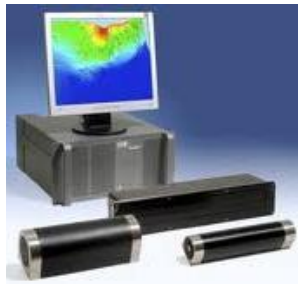



Позиционирование судна будет осуществляться так же, как и при производстве работ по площадному обследованию. Позиционирование буксируемых аппаратов будет осуществляться системами ГАНС УКБ, а также рассчитываться алгоритмами ПО сбора данных на основе позиции судна, его скорости, положения лебёдок, длины вытравленного кабеля, данных глубиномеров на буксируемых устройствах.

По результатам обработки материалов гидролокационной и магнитной съёмок будет составлен каталог навигационных опасностей в виде подводных объектов и/или поднятий дна, определение их характера, ориентации в пространстве и местоположения, а также определение ареалов поверхностных грунтов.

Технические средства для инженерно-геодезических изысканий представлены в таблице 1.2.

**Таблица 1.2.**

**Оборудование для инженерно-геодезических изысканий**

№	Технические средства работ	Марка	Характеристики	Внешний вид
1.	Многолучевой эхолот	Reson Seabat 7160	Рабочая частота: 44 кГц Диап. изм. глубин: 3–3000 м Кол-во лучей: 512 / 150 Ширина луча: 1,5° × 1,5° Разрешение по дальн.: 12 мм Частота посылок: 50 Гц	
2.	Многолучевой эхолот	Reson Seabat 7125 SV2	Рабочие частоты 200/400 кГц Диапазон измерения глубин 0,5–750 м Кол-во лучей до 512, сектор обзора 165° Ширина луча 1°×0,5° (400 кГц), 1°×2° (200) кГц Разрешение по дальности: 3 мм (400 кГц) / 6 мм (200 кГц), частота посылок до 50 Гц	
3.	Однолучевой эхолот	Reson Navisound 515	Частота – 33/210 кГц Диап. изм. глубин 0,2 – 600 м Разрешающая способность – 1 см / 210 кГц, 7 см / 33 кГц Раб. темп. от 0 °С до +45 °С; Темп. хранения от –10 °С до +70 °С	
4.	Датчик скорости звука в воде	Reson SVP-70	Диапазон: 1350–1800 м/с Точность: ± 0,05 м/с Разрешение: 0,01 м/с	
5.	Датчик скорости звука в воде	Reson SVP-71	Диапазон: 1350–1800 м/с Точность: ± 0,15 м/с Разрешение: 0,01 м/с	

№	Технические средства работ	Марка	Характеристики	Внешний вид
6.	Измеритель профиля скорости звука в воде	Valeport MiniSVP или аналогичный	<p>Диапазон: 1375–1900 м/с  Точность: <math>\pm 0,02</math> м/с  Разрешение: 0,001 м/с  Погружение: до 500 метров  Точность: <math>\pm 0,25</math> м  Разрешение: 0,001 м</p>	
7.	Датчик динамических перемещений и курсоуказатель	ixBlue Octans IV	<p>Диап. крена/дифф.: <math>\pm 180^\circ</math>  Точн. крена/дифф.: <math>0,01^\circ</math>  Точность курса: <math>0,01^\circ</math>  Разрешение: <math>0,01^\circ</math>  Точность верт. качки: <math>\pm 5</math> см или 5% (что больше)  Период качки: 0,03–1000 сек  Разрешение: 0,01 м</p>	
8.	Датчик динамических перемещений	TSS DMS-05	<p>Диап. крена/дифф.: <math>\pm 30^\circ</math>  Точность крена/дифф.: <math>0,05^\circ</math>  Разрешение: <math>0,01^\circ</math>  Диап. верт. качки: <math>\pm 99,99</math> м  Точность верт. качки: <math>\pm 5</math> см или 5% (что больше)  Разрешение: 0,01 м</p>	
9.	ГНСС приёмник и курсоуказатель	Trimble SPS-461	<p>Точность изм. курса: <math>0,090^\circ</math>  Гориз. (плановая) точность:  10 мм + <math>D \times 10^{-6}</math> (RTK),  <math>\pm 20</math> см (Omnistar),  25 см + <math>D \times 10^{-6}</math> (DGPS)  Вертикальная точность:  20 мм + <math>D \times 10^{-6}</math> (RTK)  <math>\pm 30</math> см (Omnistar),  50 см + <math>D \times 10^{-6}</math> (DGPS)</p>	
10.	ГНСС приёмник	EFT M2	<p>Статика и быстрая статика:  в плане: 2,5 мм + 0,5 мм/км  по высоте: 5 мм + 0,5 мм/км  Кинематика с постобработкой:  в плане: 8 мм + 1 мм/км  по высоте: 15 мм + 1 мм/км  Кинематика в реальном времени (RTK):  в плане: 8 мм + 1 мм/км  по высоте: 15 мм + 1 мм/км  Дифференциальные кодовые измерения (DGPS):  в плане: 25 см + 1 мм/км  по высоте: 50 см + 1 мм/км  Время иниц. &lt; 10 сек  Надежность иниц. &gt; 99,9%  GPS: L1 C/A, L2E, L2C, L5  ГЛОНАСС: L1 C/A, L1 P, L2 C/A, L2P, L3, L5</p>	

№	Технические средства работ	Марка	Характеристики	Внешний вид
11.	ГНСС приёмник	Trimble 5700	<p>Дифференциальная кодовая GPS съёмка:  В плане <math>\pm 0,25</math> м + 1 мм/км СКО,  по выс. <math>\pm 0,5</math> м + 1 мм/км СКО  статическая и быстрая статическая съёмка:  В плане <math>\pm 5</math> мм + 0,5 мм/км СКО,  по высоте <math>\pm 5</math> мм + 1 мм/км СКО  кинематическая съёмка:  В плане <math>\pm 10</math> мм + 1 мм/км СКО,  по высоте <math>\pm 20</math> мм + 1 мм/км СКО  Время инициализации с одной/несколькими базами минимум 10 с + 0,5 с на длину базисной линии до 30 км  Антенна: GPS – L1, L2 и L5;  ГЛОНАСС – L1, L2 и L3</p>	
12.	Нивелир	Sokkia B40 A	<p>Средняя квадратическая погрешность измерения превышений на 1 км двойного хода – 2,0 мм  Тип компенсатора – маятниковый с магнитным демпфером  Увеличение 24×  Изображение – прямое  Минимальное расстояние визирования – 0,2 м</p>	
13.	Тахеометр	Spectra Presicion Focus 8 2"	<p>Дальность измерения расстояний без отражателя 270 м,  дальность измерения расстояний на одну призму 3000 м  Точность измерения расстояний без отражателя 3 мм + 2 мм/км,  точность измерения расстояний на призму 2 мм + 2 мм/км  Точность измерения углов (микрорадиан) 2  Увеличение зрительной трубы (раз) 30</p>	
14.	Гидролокатор бокового обзора	Klein 3900	<p>Акуст. частоты: 445/900 кГц  Наклонная дальность: 10, 20, 30, 50 м на 900 кГц, 20, 30, 50, 75, 100, 150 м на 445 кГц  Ширина лучей: 0,2° × 40° на 445/900 кГц  Макс. глубина погруж.: 265 м  Макс. раб. скорость: 10 узлов  Длина кабель-троса: 2000 м  Крыло-депрессор: K-Wing II</p>	
15.	Гидролокатор бокового обзора	C-MAX CM2	<p>Акуст. частоты: 325/780 кГц  Длина кабель-троса: 300 м  Макс. глубина погруж: 2000 м</p>	

№	Технические средства работ	Марка	Характеристики	Внешний вид
16.	Гидролокатор бокового обзора	Klein 3000	Акуст. частоты: 100/500 кГц Макс. наклонная дальность: 150 м на 500 кГц, 600 м на 100 кГц Ширина лучей: 0,7°/0,21° × 40° на 100/500 кГц Макс. глубина погруж.: 1500 м Макс. раб. скорость: 10 узлов Длина кабель-троса: 2000 м Крыло-депрессор: K-Wing II	
17.	Морской буксируемый магнитометр (градиентометр)	Geometrics G-882	Принцип дейст.: квантовый Диапазон: 20000–100000 нТл Чувст. счетчика CM-221: <0,004 нТ/ пГц (RMS) Макс. глубина погруж.: 200 м Выборка в секунду: до 10 Курсовая ошибка: ±1 нТл Абс. точность: <3 нТл Диап. глубиномера: 175 м Длина кабель-троса: 2000 м Ширина базы поперечного градиентометра: 1,5 м	
18.	Гидроакустическая система подводного позиционирования	Link Quest Tracklink 1500MA	Точность позиционирования по дистанции, м: ±0,5 Точность позиционирования по пеленгу, град.: 1 Максимальное количество объектов слежения: 16 Рабочие частоты, кГц: 31–42,3 Угол слежения, град.: до 150 Дальность слежения, м: до 1000	

### 1.2.3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

Инженерно-геологические изыскания для подготовки проектной документации ПВОЛС будут выполнены от уреза воды до 1000-метровой глубины акватории в коридоре трассы шириной 500 м, протяженностью 7241 км.

Включают следующие виды и объемы работ:

- Сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет.
- отбор проб грунта до отметки «минус» 3,2 м ниже уровня дна с расстоянием между станциями отбора проб грунта не менее 4000 метров, ориентировочно будет выполнено 1808 станций отбора проб грунта, общим метражом 5785,6 м. Предполагается отбор не менее 2900 образцов и отбор 181 пробы воды;
- полевые исследования грунтов методом статического зондирования в 1808 точках;
- геофизические исследования методом непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСП) будут выполнены на акватории с глубинами более 3 м в полосе шириной 500 м, системой из 6 галсов, общей протяженностью 43446 пог. км;
- сейсмическое микрорайонирование сейсмоопасных участков в акваториях моря Лаптевых, Чукотского и Берингово морей, пролива Лаперуза, а также Японского моря, ориентировочной площадью 1551,5 км<sup>2</sup>;

- лабораторные исследования физических и механических свойств грунтов в 2900 образцах, определение коррозионной активности грунтов и воды в 603 образцах и исследования химического состава воды в 181 пробе;
- камеральная обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет, их актуализация.

**Проходка горных выработок.** Отбор проб грунта будет произведен до отметки «минус» 3,2 м ниже уровня дна с расстоянием между станциями отбора проб грунта не менее 4000 метров, ориентировочно в 1808 станциях отбора проб грунта, общим метражом 5785,6 м. Отбор проб производится несколькими разными методами.

Приоритетным способом отбора проб грунтов будет снаряд с вибрационным приводом. Проходка грунтов, представленных преимущественно текучими-мягкопластичными глинистыми грунтами, илами, песками водонасыщенными, осуществляется двойной колонковой трубой без отрыва башмака керноприемника от грунта и без вращения бурового снаряда, для обеспечения высокой скорости проходки, высокого процента выхода керна без нарушения естественного сложения, а также для обеспечения необходимой точности при установлении границ между слоями. Отбор проб в массивах скальных грунтов и грунтах полутвердой-твердой консистенции выполняется с использованием вращающегося одинарного колонкового снаряда длиной 2–4 м оборудованного кернорвателем с твердосплавными коронками.

Объем и количество проб по видам исследований будут определены исходя из количества литологических разновидностей грунтов и предполагаемой изменчивости показателей физико-механических свойств. Предполагается произвести отбор проб грунтов общим количеством не менее 2900 образцов и отбор 181 пробы воды.

Опробование керна будет производиться на борту судна после извлечения из керноприемника, описания, фотофиксации и контроля пригодности для лабораторных работ и исследований.

**Полевые исследования грунтов методом статического зондирования** будут выполнены в 1808 точках. Испытание представляет собой задавливание зонда в грунты под действием статической вдавливающей нагрузки с постоянной скоростью с измерением показателей сопротивления грунта внедрению зонда. На основе результатов испытаний строятся графики значений удельного сопротивления грунта под конусом зонда ( $q_c$ ), удельного сопротивления на боковой поверхности зонда ( $f_s$ ) и избыточного порового давления ( $dU$ ).

Первый вид геофизических исследований на заданной акватории будут производиться методом **непрерывного сейсмоакустического профилирования**. Работы будут выполняться с использованием параметрический профилограф Innomar SES 2000 Medium-100. Комплекс профилографа Innomar SES 2000 Medium-100 работает в диапазонах частот 2–22 кГц и 85–115 кГц. Результаты измерений будут получены на глубину до уровня 3,2 м ниже поверхности дна.

Для проведения **сейсмического микрорайонирования** будет применяться цифровая инженерная сейсмостанция «SGD-SEL» (НПК «СибГеофизПрибор»), в состав которой входят: регистратор, сейсмостанция «SGD-SEL 24» с вертикальными сейсмоприемниками GS–20DX и горизонтальными приемниками



GS–20DX–2B. Сейсмическое микрорайонирование выполняется на сейсмоопасных участках в соответствии с требованиями РСН-65-87, РСН-60-86, на участках трассы в акваториях моря Лаптевых, Чукотского и Берингово морей, пролива Лаперуза, а также Японского моря. Ориентировочная площадь проведения сейсмического микрорайонирования составляет 1551,5 км<sup>2</sup>.

Инженерно-геофизические исследования методом **гидролокационной съемки** будут выполнены в составе геодезических изысканий, в составе геологических изысканий данные исследований будут использованы для интерпретации и корреляции данных бурения и профилирования.

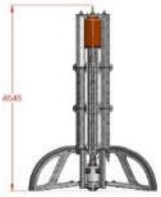

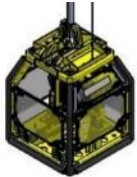

**Отбор проб акваториальной воды** на морском участке по оси коридора трассы кабельной линии связи будет производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 31861-2012 и ГОСТ 17.1.5.05-85 с использованием батометра Рутнера 3.1. Предполагается выполнить отбор 181 пробы воды в процессе выполнения работ на станциях отбора проб грунта.


**Лабораторные исследования физических и механических свойств грунтов** будут выполнены, ориентировочно в 2900 образцах, определение коррозионной активности грунтов и воды в 603 образцах, а также исследования химического состава воды в 181 пробе.

Лабораторные исследования физических и механических свойств грунтов выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 30416-2012, ГОСТ 5180-2015, ГОСТ 12248-10, ГОСТ 24941-81, ГОСТ 21153.3-85 РСН 51-84, ГОСТ 23740-2016 и ГОСТ 12536-2014. Химические анализы воды выполняются в соответствии с требованиями СП 28.1330.2012, ВНМД 10-72, ФР 1.31.2018.30110, ПНД Ф 14.1:2:3:4.240-2007, ПНД Ф 14.1:2:4.111-97, ПНД Ф 14.1:2:4.4-95, ПНД Ф 14.1:2:3.1-95, ПНД Ф 14.1:2:3.98-97, ПНД Ф 14.1:2:3.95-97, ПНД Ф 14.1:2:4.50-96, ФР 1.31.2005.01580, ФР 1.31.2000.00148. Коррозионные свойства грунтов определяются в соответствии с требованиями ГОСТ 9.602-2016, ГОСТ 26423-85. Технические средства для инженерно-геологических изысканий представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

## Оборудование для инженерно-геологических изысканий

Вид работ	Техсредства/ Марка	Характеристики	Внешний вид
Проходка горных выработок	Пробоотборник вибрационного типа FT550 Vibrocorer	<p>Высота: 4,5 м Диаметр основания: 3,6 м Вес устройства: 1437 кг Внешний диаметр снаряда: 101,6 мм Частота вибраций: 0–50 Гц Макс. рабочая глубина: 1000 м Встроенный датчик глубины</p>	
	Стационарное буровое оборудование	<p>Состав оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- гидрав. вращатель ВК-4000 (частота вращ. 0-80 оборотов в минуту, вращ. момент 400 кг/м, рабочее давл. 200 бар);</li> <li>- двойной трубный зажим с гидрав. приводом, модель 50-200Р (макс. сила сжатия 9820 кг, вращ. момент 270 кг/м, рабочее давл. 250 бар);</li> <li>- основная лебедка SE45 FH (тяговое усилие на первом слое 5700 кг, снабжена стальным тросом длиной 90 м, диаметром 18 мм, скорость намотки троса до 30 м/мин, гидрав. привод, рабочее давл. в системе 230 бар);</li> <li>- гидрав. привод, раб. давл. в системе 230 бар);</li> <li>- пульт управ. PVG 32 с 8 клапанами;</li> <li>- гидрав. агрегат НРР-СS (с автономным диз. двигателем Hatz 4L41 мощн. 45 кВт, давл. в системе 250 бар, поток до 180 л/мин);</li> <li>- насосы НБ-32 с электроприводом в кол-ве 2 шт., (мощн. каждого 32 кВт, производ. до 300 л в минуту, макс. давление 30 МПа);</li> </ul> <p>скважинный гидроударный пробоотборник ПГС-132 (диам. внешний 132 мм, диам. керна 98 мм, длина двойного колонкового набора 6 м, выход керна 90-100%, частота ударов 5-40 Гц, скорость проходки от 0,1 до 5 м/мин, макс. глубина внедрения в грунтовую толщу 6,0 м);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- двойной колонковый набор;</li> <li>- одинарный колонковый снаряд 108 и 89 мм;</li> <li>- гидравлический экструдер УВК1-3 (диам. колонковых труб - 108, 127, 146 мм, макс. длина колонковой трубы – 3м, макс. усилие выталкивания – 5 кН, ход штока цилиндра – 500 мм, привод - насос гидрав. ручной PMI 45 P RV с резервуаром 3 л и давлением 10 МПа, макс. рабочее давл. – 280 бар).</li> </ul>	
Полевые испытания грунтов методом статического зондирования	Roson 50	<p>Высота: 2,4 м Ширина основания: 1,9 м Вес устройства: 2800 кг Диаметр конуса: 5, 10 и 15 см<sup>2</sup> Макс. рабочая глубина: 1500 м Встроенный датчик глубины, инклинометр, датчик порового давления</p>	
Отбор проб воды на акватории	Батометр Рутнера	Объем 1–5 литров, масса не более 6 кг	

Инженерно-геофизические исследования – сейсмическое профилирование акустическим методом	Профилограф Innomar SES2000 Medium-100	Диапазон глубин: 2–2000 м Глуб. по грунту: до 70 м Разр. способность по слоям: до 5 см Компен. качки: крен, вертикальная Ширина луча: $\pm 1^\circ$ Размер пятна: < 3,5% от глубины Длительность импульса: 0,07–2 мс Тип импульса: ЛЧМ, импульс Рикера, непрерывный Частоты: 85–115 кГц, 2–22 кГц Уров. источника: 247 дБ//μПа на 1 м	
---	--	--	---

#### 1.2.4. ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

Морские инженерно-гидрометеорологические изыскания включают следующие виды работ:

- Сбор фондовых материалов наблюдений за основными элементами гидрометеорологического режима моря и иных сведений и данных.
- Рекогносцировочное обследование прибрежной полосы и акватории, включая обзор данных батиметрической съёмки, геологических данных и других материалов изысканий на акватории.
- Гидрологические и гидрохимические исследования режима акватории в районе изысканий, включая:
  - выполнение наблюдений за уровнем моря на временных уровневых постах (при отсутствии постоянных постов Росгидромета), в том числе для сравнения данных с уровнями на постоянных уровневых постах;
  - определение характеристик наивысших и наименьших уровней воды (для точки выхода будут определены максимальные и минимальные наблюдаемые значения, а также минимальные уровни 95% обеспеченности и максимальные уровни 5% обеспеченности – итого 12 значений для трех точек выхода);
  - выполнение наблюдений за волнением, состоящее в судовых наблюдениях за высотой волн, направлением их распространения. При возможности и при наличии штормовой деятельности в период работ – наблюдение за высотой и периодом волн в прибрежной зоне в точках выхода в период штормов. При возможности – установка волнографа. Наблюдения за волнением в открытом море по ходу следования судна производится для подтверждения материалов изученности, имеющих на этот район;
  - выполнение регистрации скорости и направления придонного течения на 12 придонных самописцах (минимум по 16 дней для каждой установки);
  - измерение температуры и солёности морской воды до глубины 3000 м (в точках по трассе данные наблюдения могут также производиться зондом, одновременно с измерениями скорости звука, необходимыми для выполнения гидрографических работ);
  - отбор проб вод с придонного горизонта для проведения анализа на агрессивность в четырех точках по трассе

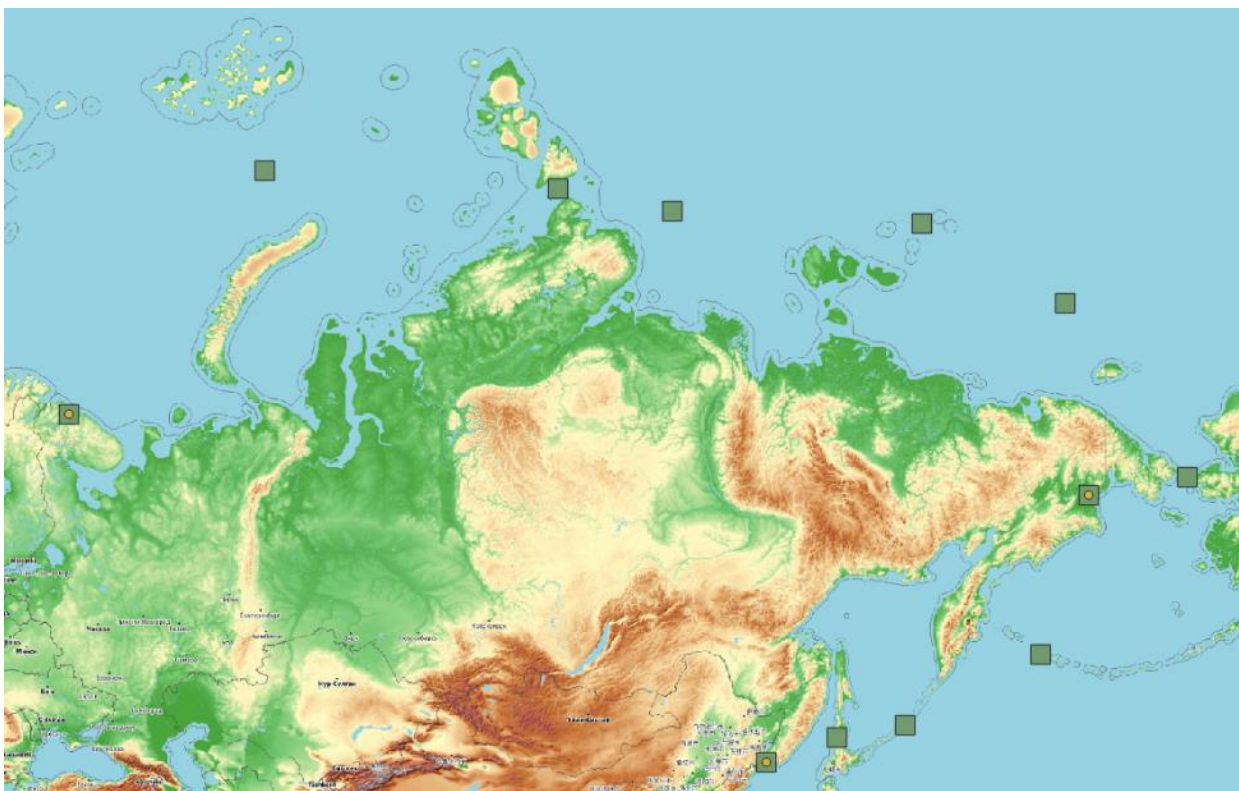
(предварительно – 12 точек) с равномерным расстоянием между точками.

- Метеорологические наблюдения на акватории в районе изысканий (судовые попутные наблюдения в составе ежедневного отчёта, установка метеостанции сроком на период изысканий, в том числе для увязки наблюдений в прибрежной зоне с метеонаблюдениями на постоянных станциях; выборка данных за период совместных наблюдений по ближайшим постоянным метеостанциям).
- Литодинамические изыскания, заключающиеся в анализе данных, полученный по результатам данных ГБО (гидролокатора бокового обзора), фотофиксации поверхностных отложений грунта.
- Изучение характеристик ледового покрова и ледовых условий (ширина припая, образование торосов, заторов и навалов льда, направление и скорости дрейфа льда, толщина льда), характеристики ледового воздействия на береговой уступ - по фондовым материалам и по визуальным наблюдениям в период работ. При наличии ледовых условий в прибрежной зоне будут измерены такие параметры ледяного покрова как толщина льда, ширина распространения припая.
- Составление технического отчета, включая:
  - оценку воздействия опасных природных процессов и явлений (при их наличии) и степени их опасности и риска для проектируемого строительства;
  - оценку возможного воздействия объектов строительства на окружающую природную среду.

**Донные станции.** В рамках океанологических и метеорологических изысканий планируется выполнить постановку 12 автономных донных станций с измерителем течений (в прибрежных и в более глубоководных частях прохождения трассы, в районе проливов), мареографов (в прибрежной части), волнографов (в прибрежной части) и метеостанций (на берегу).

Донные станции будут укомплектованы акустическими профилографами RCM-9 LW фирмы Aanderaa. Периоды установки донных станций, мареографа, метеостанции согласовываются с Заказчиком, предварительно около 16 суток на каждую донную станцию, мареограф, волнограф, метеостанция – в зависимости от полного периода проведения полевых работ.

Станции измерения течений будут устанавливаться в районах наиболее вероятных больших скоростей течений, в прибрежных районах точек выхода, а также в точках по трассе при отсутствии освещенности наблюдениями достаточно больших пространств. Примерные точки установок приборов показаны на рис. 1.2.



**Рис. 1.2. Предварительные места установок донных станций измерения течений (зеленые квадраты) и прибрежных постов с измерителями уровня, волнения и метеорологических параметров (желтые точки, т.к. они совмещены с измерением течений, то точка находится в зеленом квадрате)**

Также планируется выполнение попутных судовых наблюдений за основными метеохарактеристиками (скорость и направление ветра, температура воздуха) и данными о волнении (высота волн, направление распространение волнения).

В период полевых работ запланированы полнопрофильные CTD-промеры, с получением данных о скорости распространения звука в воде, солёности, температуре и плотности вод.

В результате полевых работ и камеральной обработки данных (в том числе фондовых) будут получены величины следующих параметров: скорости течений в придонном горизонте, температуры и солёности воды, высоты и направление распространения волн, температуры и влажности воздуха, скорости ветра, атмосферного давления.

Гидрохимические исследования (данные об агрессивности воды и солёности) планируется выполнить по материалам изученности и по результатам лабораторных анализов проб и зондирования, полученных в поле.

Для изучения ледового режима в районе изысканий планируется:

- анализ снимков ИСЗ для уточнения режима формирования и эволюции ледяного покрова, определения возрастного состава дрейфующих льдов, наличия гряд торосов и их расположение;
- анализ фондовых материалов Гидрометслужбы о наблюдениях за ледовым покровом, толщине льда, сроках ледовых явлений;
- анализ научной литературы, данных исследований предыдущих лет;

- попутные судовые наблюдения, при наличии ледовых условий в прибрежной части – прибрежные наблюдения за ледовым покровом.


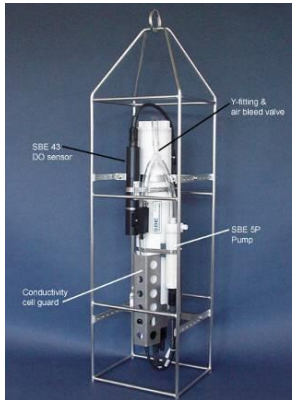
В рамках литодинамических исследований планируется выполнить:






- сбор и анализ фондовых материалов по району изысканий;
- анализ спутниковых снимков;
- полевые работы, включающие:
  - съёмку рельефа дна гидролокатором бокового обзора (ГБО) и многолучевым эхолотом с целью получения натуральных данных по строению рельефа и микрорельефа дна, включая следы выпаживания дна ледяными образованиями;
  - определение грансостава береговых отложений и береговых отложений – по данным фотофиксации;
  - определение (при наличии) параметров донных образований – донных гряд наносов и т.д..

Технические средства для инженерно-гидрометеорологических исследований представлены в таблице 1.4.

**Таблица 1.4**

**Оборудование для инженерно-гидрометеорологических исследований**

Технические средства работ	Марка	Характеристики	Внешний вид
Комплекс метеорологический	НПО «Тайфун» МК-26-2	Температура воздуха: от -40 до 50 ± 0,3 °С Относительная влажность воздуха: от 10 до 90 ± 2,0%, от 0 до 100 ± 4,0% Атмосферное давление: от 800 до 1100 ± 0,5 гПа Скорость ветра: от 0,6 до 60 ± (0,3 + 0,05 V) м/с Направление ветра: от 0 до 360 ± 10,0 °	
Профилограф водной толщи	Seacat SBE 19	Электропроводность: диапазон 0–9 (См/м) Погрешность измерений: 0,0005 Стабильность: 0,0003 за месяц Разрешающая способность: 0,00005 (большинство океанских вод) Температура Диапазон: -5 – +35 Погрешность: 0,005 Стабильность: 0,0002 за месяц Разрешающая способность: 0,001 Давление – тензометрический датчик (StrainGauge) Диапазон: 0–350 метров Погрешность: 0,1% от полной шкалы Стабильность: 0,1% от полной шкалы за год	

Технические средства работ	Марка	Характеристики	Внешний вид
		Разрешающая способность: 0,002% от полной шкалы	
Мареограф	НПО «Тайфун» ГМУ-2.01	Уровень: диап. от 0,5 до 10 м Погрешность $\pm 0,2\%$ Температура: диапазон от $-5$ до $+40$ °C Погрешность $\pm 0,05$ °C Волнение: высота волны от 0,1 до 20 м Период волн от 1 до 25 с Периодичность измерений параметров задается пользователем из ряда 5, 10, 15, 30, 60, 120, 180 мин. Время осреднения уровня – 1 мин (режим уровнемера) или 1 – 16 мин (режим волнографа)	
Батометр	Батометр «Нискина» 5 литров	Батометр предназначен для отбора водных проб в океанографии, лимнологии, гидрологии. Применяется в морских, солоноватых и пресных водах	
Профилограф скорости звука	Valeport MiniSVP	Диапазон: 1375–1900 м/с Точность: $\pm 0,02$ м/с Разрешение: 0,001 м/с До 500 метров Точность: $\pm 0,25$ м Разрешение: 0,001 м	
Профилограф скорости звука	Reson SVP-15	Диапазон: 1350–1600 м/с Точность: $\pm 0,25$ м/с Разрешение: 0,1 м/с До 200 метров Точность: $\pm 0,1$ м + $0,2\%$ от глубины Разрешение: 0,1 м	
Акустический доплеровский измеритель течений	SEAGUAR D RCM 9LW	Пределы измерений: 0 ... 300 см/с Разрешение: 0,3 см/с Абс. точность: $\pm 0,15$ см/с Отн. точность: $\pm 1\%$ Частота 2 мГц Глубина установки: миним. 0,5 м от дна; миним. 0,75 м от поверхности	

### 1.2.5. ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

Инженерно-экологические изыскания для подготовки проектной

документации ПВОЛС будут выполнены в коридоре трассы шириной 500 м, протяженностью 11243 км, площадью 5621,5 км<sup>2</sup>.

Виды работ включают в себя:

- выполнение подготовительных, мобилизационных / демобилизационных работ;
- выполнение судовых экспедиционных работ, включающих:
  - океанографические (гидрологические) работы;
  - гидробиологические работы;
  - работы по отбору проб морских вод и донных отложений для последующих химико-аналитических исследований;
  - наблюдения за морскими млекопитающими и орнитофауной.
- камеральная обработка отобранных гидробиологических проб;
- камеральная обработка проб морских вод и донных отложений;
- сбор, обработка и анализ имеющихся в открытых источниках фондовых данных по оценке состояния бактериопланктона, фитопланктона, зоопланктона, ихтиопланктона и макрозообентоса, ихтиофауны, морских млекопитающих и орнитофауны исследуемой акватории.
- подготовка отчетной документации.

В результате должен быть представлен технический отчет о результатах инженерно-экологических изысканий.

Текстовая часть технического отчета должна содержать разделы в соответствии со СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96» и СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства».

Ориентировочное содержание отчета:

## ВВЕДЕНИЕ

### 1. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДИКА РАБОТ

#### 1.1 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

1.1.1. Обоснование выполненных инженерных изысканий.

1.1.2. Краткие данные о проектируемом объекте.

1.1.3. Сроки проведения и методы исследований.

1.1.4. Виды и объемы выполненных изыскательских работ и исследований.

1.1.5. Изученность экологических условий.

#### 1.2 МЕТОДИКА РАБОТ

1.2.1 Океанографические исследования

1.2.2 Отбор проб воды и донных отложений для химико-аналитических исследований

1.2.3 Исследования состояния бактериопланктона

1.2.4 Исследование состояния фитопланктона и фотосинтетических пигментов

1.2.5 Исследование состояния зоопланктона

1.2.7 Исследование состояния ихтиопланктона



1.2.8 Исследования состояния макрозообентоса.

1.2.9. Наблюдения за морскими млекопитающими и орнитофауной

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ И ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

2.1 Океанографические исследования

2.2 Бактериопланктон

2.3 Фитопланктон

2.4 Зоопланктон

2.5 Ихтиопланктон

2.6 Макрозообентос

2.7. Ихтиофауна.

2.8. Морские млекопитающие.

2.9. Орнитофауна.

2.10. Современное экологическое состояние акватории в зоне воздействия объекта (загрязнение морских вод и донных отложений).

2.11. Социально-экономическая ситуация.

2.12. Особо охраняемые природные территории и территории с режимными ограничениями.

## 3 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ

3.1 Прогноз воздействия в ходе строительства.

3.2 Прогноз при нормальной эксплуатации.

3.3 Воздействия на окружающую среду при возможных чрезвычайных ситуациях.

## 4 ПРЕДЛОЖЕНИЯ К ПРОГРАММЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ (ПЭМИК)

## 5. РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ И СНИЖЕНИЮ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А Копия Технического задания на проведение работ

Приложение Б. Копия Программы изысканий.

Приложение В Копия выписки из реестра членов саморегулируемой организации

Приложение Г Сводная таблица объемов выполненных работ

Приложение Д Копии актов отбора гидробиологических проб, проб на загрязнение морских вод и донных отложений, почв

Приложение Е Результаты (протоколы) биологического анализа гидробиологических проб

Приложение Ж Результаты (протоколы) анализов проб морских вод, донных отложений и почв (для береговых участков).

Приложение З Результаты камеральной обработки гидробиологических проб для построения картосхем в форме электронных таблиц в формате Microsoft Excel.

Приложение И Справки органов исполнительной власти и местного самоуправления, а также полученные ответы на запросы.

Приложения к техническому отчету по инженерно-экологическим изысканиям в зависимости от решаемых задач должны содержать: каталоги и описания точек опробования, пройденных для решения экологических задач, протоколы результатов исследования загрязненности компонентов природной среды (почв, грунтов, подземных вод); статистические данные медико-биологических и санитарно-эпидемиологических исследований и другой фактический материал.

Приложения дополнить ответами специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей среды и их территориальных подразделений, центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета, центров Роспотребнадзора, Минздрава России и других, обосновывающих проектные решения.

Обязательные текстовые приложения:

- копия задания на выполнение инженерных изысканий и копия программы выполнения инженерных изысканий;
- каталог точек опробования;
- результаты морских вод и донных отложений на загрязненность;
- результаты радиационного обследования почв;
- ответы специально уполномоченных государственных органов.

Графическая часть технического отчета включает экологическую или ландшафтно-экологическую карту по площадкам и прилегающей зоне:

- картосхема фактического материала;
- экологическая картосхема современного состояния территории в прилегающей зоне;
- карта-схема экологических ограничений природопользования (при необходимости);
- реестр редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, Красные книги субъектов РФ, нахождение которых выявлено и/или возможно в границах участка проведения изыскательских работ.

### **1.3. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СУДА**

Для выполнения инженерных изысканий в качестве основных судов выполняющих работы в территориальном море и исключительной экономической зоне РФ планируется использовать не менее 4 судов в течение двух лет, с возможным продлением еще на 2 года еще на два года. Возможно в разные года

перечень судов будет не совпадать.

Пока рассматривается возможность использования следующих судов: НИС «Капитан Воронин», НИС «Быхов», судно обеспечения «Саян Поларис», судно обеспечения «Саян Принц». Также предполагается привлечение судов ОАО «МАГЭ»: НИС «Акварин», НИС «Геолог Дмитрий Наливкин», НИС «Геофизик», НИС «Николай Трубятчинский», ИС «Сапфир», ИС «Фёдор Ковров», ТБС «Алмаз». Возможно также привлечение других аналогичных судов.

Для выполнения инженерных изысканий в качестве основных судов, выполняющих работы в территориальном море и исключительной экономической зоне РФ в прибрежной части планируется использовать теплоход «Быхов» в качестве альтернативы рассматривается многоцелевое судно обеспечения «Капитан Воронин» (рис 1.3.-1.4, табл. 1.5.-1.6).



**Рис. 1.3. Теплоход «Быхов»**



**Рис. 1.4. Многоцелевое судно обеспечения «Капитан Воронин»**

**Таблица 1.5.  
Основные технические характеристики теплохода «Быхов»**

Наименование	Характеристика
Основной проект	503, тип Альпинист
Флаг	РФ
Порт приписки	Мурманск
Год постройки	1990
Район плавания	Неограниченный
Номер РМРС / ИМО / бортовой	890589 / 8831637 / М-0190
Осадка судна в полном грузу, м	4,4
Длина, м	53,74
Ширина, м	10,5
Высота борта,	6
Тип движителя / мощн., л. с.	1 ВРШ / 1320
Подруливающее устройство	1 ПУ носовое, 1 ПУ кормовое
Якорные устройства	2
Скорость, уз.	до 12,6
Класс судна	КМ(*) L2[1]
Запасы топлива, т	195
Водяной балласт, куб. м	25
Опреснитель морской воды	производительность 3 т/сут. ДЗМ
Запасы пресной питьевой воды, т	до 15
Экипаж, чел.	12
Спецперсонал, чел.	11
Автономность плавания, сут.	60

**Таблица 1.6**

**Основные технические характеристики многоцелевого судна обеспечения  
«Капитан Воронин»**

Наименование	Характеристика
Основной проект	502ЭМ, тип Маяк
Флаг	РФ
Порт приписки	Мурманск
Год постройки	1991
Район плавания	Неограниченный
Номер РМРС / ИМО	902521 / 8842832
Осадка судна в полном грузу, м	4,8
Длина, м	54,8
Ширина, м	9,8
Высота борта, м	5
Тип движителя / мощн., л. с.	1 ВРШ / 1150
Подруливающее устройство	1 ПУ носовое
Скорость, уз.	2,5–10
Класс судна	КМ(*) ЛЗ
Запасы топлива, т	160
Опреснители морской воды / м <sup>3</sup> /сут.	Вакуумный / 3 Обратного осмоса / 1,5
Судовые генераторы, кВт	800
Экипаж / спецперсонал, чел.	12 / 27
Автономность плавания, сут.	70

Для работ в удаленной от берегов части морей предполагается использование судов обеспечения «Саян Поларис» и «Саян Принц» (рис 1.4-1.5, таблицы 1.7-1.8).



**Рис. 1.4. Судно обеспечения «Саян Поларис»**

**Таблица 1.7.**

**Основные технические судна обеспечения «Саян Поларис»**

Наименование	Характеристика
Основной проект	VS 4530 MPSV
Флаг	РФ
Порт приписки	Архангельск
Место и год постройки	Турция, 2018
Район плавания	Неограниченный
Номер MMSI / ИМО / позывной	273214710 / 9755086 / UAJA
Осадка судна в полном грузу, м	7,2
Водоизмещение, т	10953
Длина, м	89,1
Ширина, м	22,0
Высота борта,	9,0
Тип силовой установки / мощность, кВт	3 × Wartsila 8L26 / 1320
Класс судна	BV 1A1 Fire fighter(II) Offshore service vessel(+, Supply) Standby vessel(S) BIS Clean(Design) COMF(C3,V3) DEICE DK(+) DYNPOS(AUTR) E0 HL(2.8) Ice(1A) NAUT(OSV(A)) OILREC Recyclable SF SPS [Reinforced Hull (ICE1A*)]
Запасы топлива, м <sup>3</sup>	1359
Водяной балласт, м <sup>3</sup>	2861
Кол-во лебёдок	8
Запасы пресной питьевой воды, м <sup>3</sup>	814
Судовые генераторы, кВт	1 × 450
Экипаж / спецперсонал, чел.	100



**Рис. 1.5. Судно обеспечения «Sayan Prince»**

**Таблица 1.8.**

**Основные технические характеристики судна «Sayan Prince»**

Наименование	Характеристика
Флаг	Мальта

Наименование	Характеристика
Порт приписки	Валетта
Место и год постройки	Турция, 2019
Район плавания	Неограниченный
Номер MMSI / ИМО / позывной	248860000 / 9709049 / 9HA4837
Осадка судна в полном грузу, м	7,6
Водоизмещение, т	8427
Длина, м	84,0
Ширина, м	19,4
Высота борта,	9,0
Тип силовой установки / мощность, кВт	4 × МАК / 4000
Макс. скорость, уз.	до 16,5
Класс судна	DNV+1A1, Offshore Service Vessel +, AHTS, E0, SF, HL (2,8), DK (+), OILREC, Fire Fighter II, DYNPOS-2, Clean Design, TMON, COMF-V (3), SPS, NAUT-OSV(A), RECYCLABLE, BIS
Запасы топлива, м <sup>3</sup>	1661
Водяной балласт, м <sup>3</sup>	2861
Кол-во лебёдок	8
Запасы пресной питьевой воды, м <sup>3</sup>	1326
Судовые генераторы, кВт	2 вспомогательных × 912 2 валогенератора × 2950
Экипаж / спецперсонал, чел.	60 / 43

На рисунках 1.6-1.12 и в таблицах 1.9-1.16 приведена характеристика судов ОАО «МАГЭ», которые также могут быть использованы для изысканий.



**Рис. 1.6. Исследовательское судно «Сапфир»**

**Таблица 1.9.**

**Основные технические характеристики исследовательского судна  
«Сапфир»**

Флаг	Российская Федерация
Порт приписки	Большой порт С - Петербург
Оператор	ОАО «МАГЭ»
Год постройки	1999
Место постройки	Appledore, Великобритания
Класс Регистра	КМ * 1 Ice 1 AUT 1 DYNPOS-2
Тип	Исследовательское
Позывной	UBUS5
Код MMSI	273454880
Номер IMO	9182057
Длина / ширина / осадка	73.80 / 16.00 / 6.3 м
Дедвейт	3248 т
Регистровая вместимость брутто / нетто	2401 / 979 р.т.
Полное водоизмещение	5160 т
Скорость хода экономич. / максим.	10 / 14 узлов
Автономность работа	120 суток
Количество членов экипажа: морской экипаж / экспедиционного состава	44 койко-места
Запасы топлива	730 т



**Рис. 1.7. Исследовательское судно «Федор Ковров»**



**Таблица 1.10.**

**Основные технические характеристики исследовательского судна  
«Федор Ковров»**

Флаг	Российская Федерация
Порт приписки	Большой порт С - Петербург
Celjdkfltktw	ОАО «МАГЭ»
Год постройки	1990
Место постройки	Brattvaag Yard, Норвегия
Класс Регистра	КМ * I 1 I DYNPOS-1
Тип	исследовательское
Позывной	УВЮ4
Код ММСИ	273381250
Номер IMO	8912338
Длина / ширина / осадка	81,9 / 18 / 4,98 метра
Дедвейт	3100 тонн
Регистровая вместимость брутто / нетто	2637 р.тонн
Скорость хода экономич. / максим.	10/13 узлов
Автономность работа/ переход	70 суток
Количество членов экипажа: морской экипаж / экспедиционного состава	28 койко-мест
Запасы топлива	830 т



**Рис. 1.8. Научно-исследовательское судно «Акварин»**

**Таблица 1.11.**

**Основные технические характеристики научно- исследовательского судна «Аквемарин»**

Флаг	Российская Федерация
Порт приписки	Большой порт С - Петербург
Оператор	ОАО «МАГЭ»
Год постройки	1980
Место постройки	Mjellom & Karlsen ,Берген, Норвегия
Класс Регистра	КМ* АУТ1
Тип	Исследовательское
Позывной	UBTP9
Код MMSI	273393530
Номер IMO	7825552
Длина / ширина / осадка	49,65 / 11,02 / 4,13 метра
Регистровая вместимость брутто	753 тонн
Полное водоизмещение	1084 рег. тонн
Скорость хода экономич. / максим.	10 / 12 узлов
Автономность при работе	28 сут
Количество членов экипажа: морской экипаж / экспедиционного состава	24 койко-места
Запасы топлива	85 т



**Рис. 1.10. Научно-исследовательское судно «Геолог Дмитрий Наливкин»**

**Таблица 1.12.**

**Основные технические характеристики научно- исследовательского судна «Геолог Дмитрий Наливкин»**

Флаг	Российская Федерация
Порт приписки	Мурманск
Судовладелец	ОАО «МАГЭ»
Год постройки	1985
Место постройки	Турку, Финляндия
Класс Регистра	КМ(*) UL[1] AUT2 special purpose ship
Тип	исследовательское
Позывной	UAMN
Код MMSI	273 45 47 00
Номер IMO	8119039
Длина / ширина / осадка	71.6 / 12.8 / 5.4 м
Дедвейт	466 т
Регистровая вместимость брутто / нетто	1935 / 580 р.т.
Полное водоизмещение	2148 т
Дальность плавания	9500 миль
Скорость хода экономич. / максим.	9 / 10 узлов
Автономность работа/ переход	25 сут / 35 сут
Количество членов экипажа:	54 чел.
морской экипаж / экспедиционного состава	27 чел. / 27 чел.
Запасы топлива	270 т



**Рис. 1.11. Научно-исследовательское судно «Геофизик»**

**Таблица 1.13.**

**Основные технические характеристики научно- исследовательского судна «Геофизик»**

Флаг	Российская Федерация
Порт приписки	Мурманск
Оператор	ОАО «МАГЭ»
Год постройки	1983
Место постройки	Хабаровск
Класс Регистра	КМ * Л 2[I] special purpose ship
Тип	исследовательское
Позывной	УАМО
Код MMSI	273 453 700
Номер IMO	8138798
Длина / ширина / осадка	55.6/ 9.32 / 4.22 метра
Дедвейт	366 т
Регистровая вместимость брутто / нетто	742 / 222 т
Полное водоизмещение	1157 т
Дальность плавания	8000 миль
Скорость хода экономич. / максим.	9 / 12 узлов
Автономность работа/ переход	32 сут.
Количество членов экипажа	40 койко-мест
Запасы топлива	130 т



**Рис. 1.12. Научно-исследовательское судно «Николай Трубытчинский»**

**Таблица 1.14.**

**Основные технические характеристики научно- исследовательского судна «Николай Трубятчинский»**

Флаг	Российская Федерация
Порт приписки	Большой порт С - Петербург
Оператор	ОАО «МАГЭ»
Год постройки	1988
Место постройки	Норвегия
Класс Регистра	КМ * Arc5 A2 специального назначения
Тип	Исследовательское
Позывной	ЗFEW6
Код MMSI	273413550
Номер IMO	8705010
Длина / ширина / осадка	65 / 14 / 7,8 метра
Регистровая вместимость брутто / нетто	2762 рег.тонн
Скорость хода экономич. / максим.	11 / 13 узлов
Автономность работа/ переход	35/47 сут
Количество членов экипажа: морской экипаж / экспедиционного состава	45 койко-мест
Запасы топлива	470 т



**Рис. 1.13. Транспортно-буксировочное судно «Алмаз»**

**Таблица 1.13.**

**Основные технические характеристики транспортно-буксировочного судна «Алмаз»**

Флаг	Российская Федерация
Порт приписки	Большой порт С - Петербург
Оператор	ОАО «МАГЭ»
Год постройки	1997
Место постройки	Аукра Ярд, Норвегия
Класс Регистра	КМ * Ice1 AUT1 FF2WS DYNPOS-2 Supply vessel Tug Oil Recovery Ship
Тип	Судно обеспечения (ПБУ), буксир - якорезаводчик
Позывной	UBWQ4
Код MMSI	273419970
Номер IMO	9150224
Длина / ширина / осадка	74,9 / 18 / 6,6 метров
Регистровая вместимость брутто	2989 р.тонн
Скорость хода экономич. / максим.	10 / 15 узлов
Автономность на переходе	32 сут
Количество членов экипажа: морской экипаж / экспедиционного состава	35 койко-мест
Запасы топлива	720 тонн

#### **1.4. ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

При проведении морских инженерных изысканий будет использоваться следующее программное обеспечение (ПО). Всё используемое ПО является лицензионным (ключи / сертификаты) и указано в таблице 1.9

**Таблица 1.9**

#### **Используемое программное обеспечение**

№	Программное обеспечение, версия	Производитель	Тип
1.	Нураск 2009	Xylem Inc.	Позиционирование, сбор ОЛЭ, ГБО
2.	PDS 4.1 (или выше)	Teledyne	Позиционирование, сбор МЛЭ, ОЛЭ
3.	QINSy 8.1 (или выше)	QPS	Позиционирование, сбор МЛЭ, ОЛЭ
4.	Sonar Pro 14	Klein Marine	Управление ГБО
5.	Maglog 4.4 (или выше)	Geometrics	Сбор данных магнитометрии
6.	Mag Pick 3.2	Geometrics	Обработка данных магнитометрии
7.	Radex Pro 2018	RadExPro Seismic Software	Обработка данных НСП
8.	Autoclean	Beamworx	Обработка данных батиметрии
9.	AutoCAD Civil 2014	Autodesk	Построение планшетов и планов
10.	GEOsimple 3	GEOsimple	Обработка данных геологических изысканий

## 2. ВИДЫ И ИСТОЧНИКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ

При выполнении программы инженерных изысканий по объекту **«Строительство Арктической подводной кабельной системы»** воздействие на окружающую среду возможно от работы плавсредств и от использования заборного оборудования.

Характеристики используемых судов и оборудования приведены в разделе 1 настоящего тома оценки воздействия на окружающую среду.

Морские инженерные изыскания будут проводиться с использованием профилографа Innomar SES2000 Medium-100, которые близки по воздействию к сейсмоакустическим источникам, однако характеризуются незначительной акустической мощностью.

При сейсмоакустическом профилировании специфическим заборным оборудованием являются сейсмоакустические источники (профилограф). Также незначительное воздействие возможно при оборе проб грунта.

Прочие виды исследований (магнитные съемки и др.) не сопровождаются ударной волной, излучениями и нарушениями и не оказывают влияния на морские экосистемы.

Никаких иных отличающихся от обычного судоходства источников воздействия на окружающую среду при морских инженерных изысканиях нет. Сейсмоакустические работы, как дистанционный метод, проводятся без нарушения донных отложений и целостности недр.

В результате производства вышеперечисленных видов работ, будут принципиально возможны следующие виды воздействия на качество окружающей среды и биологические сообщества:

- загрязнение атмосферного воздуха при работе двигателей судна;
- незначительное, допустимое Российским и международным законодательством, воздействие на морскую среду в случае сброса очищенных до нормативных показателей сточных вод с судна;
- образование отходов;
- воздействие физических факторов;
- воздействие на планктонные и бентосные организмы, а также на ихтиофауну в местах проведения сейсмоакустических работ;
- крайне незначительное нарушение морского дна в местах отбора проб грунта;
- привнесение незначительного фактора беспокойства для морских млекопитающих и авифауны в результате сейсмоакустических исследований и передвижения судна (шумового и вибрационного воздействия работающих механизмов).

Перечисленные виды воздействия более подробно рассмотрены в следующих разделах.

### **3. АНАЛИЗ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ**

#### **3.1. «НУЛЕВОЙ ВАРИАНТ»**

В качестве варианта, альтернативного приведенным выше техническим решениям, может быть рассмотрен «нулевой» вариант (отказ от деятельности).

В первую очередь он связан с неисполнением ПАО «Мегафон», соответственно не будет обеспечено создание современных линий связи в северных и дальневосточных регионах РФ. Вследствие этого не будет гарантии стабильного обеспечения жителей северных и дальневосточных регионов РФ телекоммуникационными услугами.

#### **3.2. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

##### **3.2.1. АЛЬТЕРНАТИВЫ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Для проведения сейсмических съемок традиционно используются различные источники сейсмических импульсов, включая взрывчатые вещества, гидросейсмоисточники, газовые смеси, электроискровые источники, паровые сейсмоисточники и пневмосейсмоисточники.

В настоящее время пневматические сейсмоисточники наиболее широко используются для сейсмосъемок на шельфе, поскольку они дают наиболее достоверные данные и, в сравнении с другими источниками, причиняют наименьший вред водной среде обитания. Другие технологии, такие как морские источники вибраций, находятся в стадии разработки, в настоящее время неприменимы в промышленном масштабе и могут использоваться только в стационарном режиме.

Источники, используемые при проведении морских сейсморазведочных работ, по технологии реализации, могут быть сгруппированы на два типа: «взрывные» и «невзрывные» источники. К «невзрывным» источникам сейсмических колебаний можно отнести газовые смеси, пневматические источники, электроискровые и импульсные источники. Количество информации, относящейся к воздействию каждой технологии на окружающую среду, различно, но вывод о применимости каждой технологии для решения задач программы сейсморазведки, может базироваться на сравнении их экологических и технических показателей.

Проведение сейсморазведки с использованием невзрывных источников позволяет упростить полевые работы, снизить их стоимость и повысить безопасность за счет отказа от использования взрывчатых веществ, исключить или свести к минимуму ущерб, наносимый окружающей среде.

То что для используемых сейсмоакустические источники Innomar SES2000 Medium-100 по имеющимся данным исследований характерно отсутствие воздействия на водные биоресурсы и их кормовую базу, что подтверждается согласованием Росрыболовства по Программе инженерных изысканий по объекту «Строительство ПВОЛС Южно-Сахалинск – Курильск – Южно-Курильск – Крабозаводское», где использовались аналогичные профилографы (согласование № 1892-ПС/У02 от 31.03.2017, .письмом ФГБНУ «СахНИРО» от 06.03.2017 № 07-858), по программе инженерных изысканий по объекту «Строительство подводной волоконно-оптической линии передач (ПВОЛП) Козьмино - Ниигата», по программе инженерных изысканий по объекту «Обеспечение доступности услуг



связи на территории Российской Федерации (морская часть)».

### 3.2.2. АЛЬТЕРНАТИВЫ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПРИЕМНИКОВ

Основное назначение сейсмоприемной аппаратуры - измерить время прихода упругих волн, излученных сейсмическими источниками. Для этого необходимо знать момент возбуждения колебаний, воспринять смещения почвы под воздействием упругих волн, выделить полезные волны на фоне волн-помех, автоматически зарегистрировать их и оценить амплитуды.

Для регистрации отраженных упругих волн на морских акваториях используются пьезоприемники (гидрофоны и геофоны). Их работа основана на пьезоэлектрическом эффекте, т.е. возникновении электродвижущей силы на гранях некоторых кристаллов (например, титаната бария) при приложении к ним давления. Упругая волна, распространяясь в воде, изменяет давление, приложенное к сейсмоприемнику, и на его выходе появляются электрические потенциалы. Сейсмо- и пьезоприемники подключаются к сейсмическим косам - жгуту проводов (по два на приемник), а те в свою очередь к блоку усилителей.

### 3.2.3. ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ

Проведение геофизических работ технически возможно в безледовый период.

Альтернативой 24-часовому режиму работы является ограничение времени съемки и проведение ее только в светлое время и при хорошей видимости. Проведение работ круглосуточно увеличивает период времени съемки в два раза, однако увеличивает вероятность негативного воздействия на морских млекопитающих (нет возможности для работы судовых наблюдателей).

С другой стороны более растянутый срок работ может привести к совпадению сроков работ и осенней миграции лососевых, а также может привести к снижению экологической безопасности за счет возможного совпадения завершения работ с появлением льда.

## **3.3. СРАВНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОГО ВАРИАНТА**

Работы с использованием профилографов необходимы для выполнения качественных материалов инженерно-геологических изысканий.

Район работ и схема галсов выбраны с учетом предварительных геологических данных и опыта подобных работ.

Круглосуточное ведение работ предотвращает возможное воздействие на лососевых в период миграции и снижает возможность аварийных ситуаций за счет общего сокращения сроков работ, что является предпочтительным по экологическим и показателям.

В результате оценки всех рассмотренных альтернатив, с точки зрения технологии, экологии и техники безопасности, следует определить сейсмоакустические источники, как наиболее технологически приемлемые и экологически наименее опасные источники акустических колебаний при

проведении изысканий. Поэтому, для реализации Программы, предполагается использование ЛЧМ-профилографа как источников энергии.

Срок ведения работ определяется природно-климатическими условиями - 2020-2021 годы с возможным переносом части работ на 2022-2023 годы.

#### 4. ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

В разделе рассмотрены характеристики метеорологического режима Арктических морей РФ. В основу описания положены материалы, содержащиеся в различных изданиях (атласах, справочниках, монографиях, а также в материалах наблюдений, выполненных на полярных станциях и в экспедициях). Сведения о климатическом режиме Арктических морей РФ условно разделены на две части. Такое представление позволяет охарактеризовать особенности режима отдельных морей Арктического бассейна с позиции единого региона (западного и восточного).

Метеорологические условия описываются на основании материалов наблюдений и расчетов [Гидрометеорологические условия, 1985].

Использованы материалы наблюдений более 40 метеорологических и гидрометеорологических станций, расположенных на побережье и островах, и данные судовых наблюдений в открытом море. По отечественным станциям использованы материалы наблюдений за период с 1936 по 2006 г., по зарубежным - с 1949 по 2001 г. Использованы судовые материалы наблюдений за период, с 1950 по 1994 г [Atlas, 1995, Регистр, 1974, Режим, 1996, Справочник, 1966-1969; Кошинский, 1982].

Также использовались данные многолетних наблюдений (1977- 2006 годы) полученных с гидрометеостанций, расположенных в непосредственной близости от районов работ. Схема метеостанций представлена на рисунке 4.1.1. Источником информации послужил портал «ЕСИМО» (Единая Государственная Система Информации об обстановке в Мировом Океане) - [http://data.oceaninfo.ru/..](http://data.oceaninfo.ru/)

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОАО МАГЭ НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ НА ПЕРИОД 2012-2017 гг.

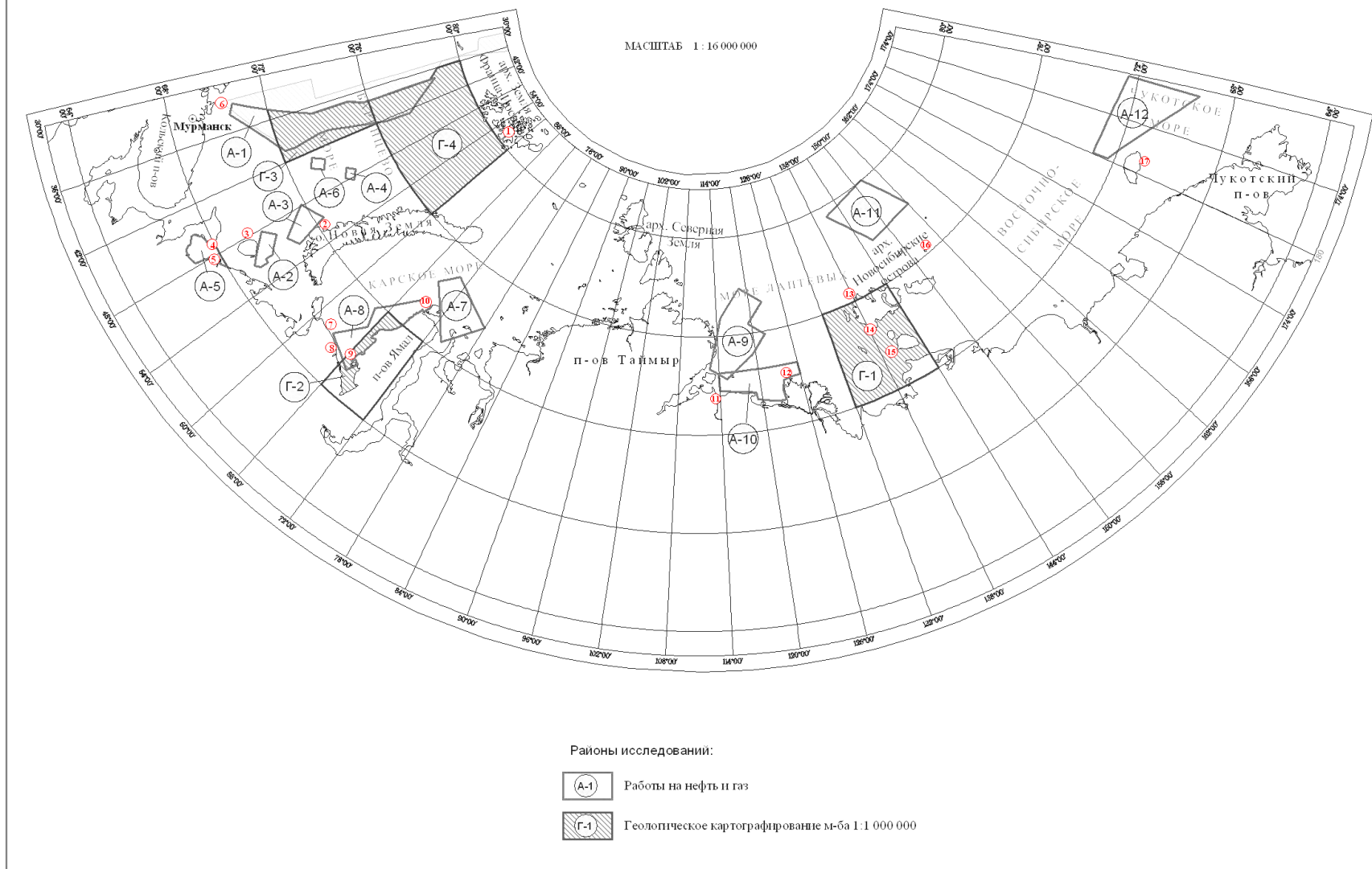


Рис. 4.1.1 Схема расположения гидрометеостанций

*Цифрами на карте обозначены следующие метеостанции:*

Баренцево море:

- Обс.им.Э.Т.Кренкеля.
- Малые Кармакулы
- Колгуев Северный
- м. Микулкин.
- Индига
- Вайда-Губа

Карское море:

- Амдерма.
- Усть-Кара.
- Марресале.
- Остров им. М.Е. Попова.

Море Лаптевых:

- Анабар.
- Остров Дунай.
- Остров Котельный.
- пр. Санникова.

м.Кигилях.

- Восточно-Сибирское море:
- Остров Жохова.
- Чукотское:
- Остров Врангеля.

#### 4.1.1. ЗАПАДНЫЙ РЕГИОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РФ (БАРЕНЦЕВО И КАРСКОЕ МОРЯ)

##### 4.1.1.1. Климат. Общая характеристика

Основные черты климата Баренцева моря определяются его высокоширотным положением, обуславливающим полярное лето и зиму, исключительно большим отепляющим действием поступающих в море атлантических вод и спецификой атмосферной циркуляции [Гидрометеорологические условия, 1985].

Количество солнечного тепла, получаемого морем, зависит в основном от широты места, времени года, степени покрытия поверхности моря льдами, облачности, частоты туманов. Зимой во время полярной ночи приток солнечной радиации равен нулю. Небольшое количество тепла, достигающее поверхности моря в конце осени и в начале весны, в значительной степени отражается льдами. В это время происходит непрерывное выхолаживание моря. Около половины тепла, отдаваемого за год открытой водной поверхностью моря в атмосферу, приходится на период с ноября по февраль. Тепло, полученное

атмосферой от моря, согревает ее на несколько градусов. При отсутствии или очень малом количестве солнечной радиации изменение температуры воздуха определяется исключительно состоянием поверхности моря (ледовитостью, температурой свободной ото льда водной поверхности) и атмосферной циркуляцией.

Атлантико-Европейская часть Арктики, к которой относится Баренцево море, зимой характеризуется интенсивной циклонической деятельностью. Теплые и влажные массы атлантического воздуха выносятся вплоть до северной оконечности Новой Земли частыми и глубокими циклонами, проходящими через Норвежское море в Баренцево. В январе в среднем через море проходит 7-8 циклонов. Замечено, что траектории циклонов чаще проходят над теплыми течениями, поэтому районы наибольшей повторяемости сильных ветров, большой облачности и осадков совпадают с зонами действия теплых течений. Зима на Баренцевом море характеризуется высокими для таких широт температурами воздуха, большой изменчивостью погодных условий, сильными и штормовыми ветрами. Повторяемость штормов со скоростью  $\geq 20$  м/с составляет 1-5%. Это придает зимнему сезону значительную суровость. Средняя температура воздуха в январе в юго-западной части моря составляет 0...-2°C, в северо-восточной части около -18...-19°C. Средняя годовая температура воздуха в южной части моря положительна до 74° с.ш. и лишь восточнее 45° в. д. принимает отрицательные значения, достигая на северо-востоке моря -10°C.

Весной, когда льды покрывают северную часть Баренцева моря, а температура воды минимальна в годовом ходе, заметно уменьшается теплоотдача в атмосферу. В это время траектории циклонов располагаются ближе к южному берегу, их количество и интенсивность уменьшаются. Заметное повышение интенсивности солнечной радиации происходит уже начиная с марта.

Летом, в период полярного дня, продолжающегося на 70° с.ш. 71 суток, а на 80° с.ш. - 138 суток, наблюдается непрерывный приток солнечной радиации, в результате чего, несмотря на малую высоту Солнца, поверхность моря получает большое количество тепла. К этому времени уменьшается и отражательная способность поверхности льда, вследствие его таяния и сокращения площади ледовых полей (особенно в июле-августе). Количество поглощенного морем солнечного тепла достигает максимальных значений в июне. В отдельные годы в зависимости от ледовитости моря изменяется и количество солнечного тепла, поглощаемого морем, но в среднем поглощенная за год радиация составляет на юго-западе моря около  $60 \cdot 4,19$  кДж/см<sup>2</sup> и уменьшается северу и северо-востоку до  $20 \cdot 4,19$  кДж/см<sup>2</sup>. Теплозапасы деятельного слоя моря пополняются не только за счет поглощенной солнечной радиации, но и вследствие притока приблизительно такого же количества тепла с Нордкапским течением.

Температурные контрасты между воздушными массами различного происхождения летом уменьшаются, интенсивность атмосферной циркуляции ослабевает. Влияние летней ослабленной циркуляции на климат затушевывается непрерывным притоком солнечной радиации, климатические различия между районами сглаживаются. Устанавливается широтное распределение температуры воздуха над морем. Однако влияние нагретого материка Европы приводит к увеличению градиента температуры у южного побережья моря. Над морем преобладает антициклоническая циркуляция атмосферы, повторяемость циклонов уменьшается. В июле в среднем через море перемещается около 5 циклонов, из них 2 - по северной части моря, 3 - по южной. Лето пасмурное, прохладное со средней месячной температурой воздуха в июле от 1°C до 8°C тепла. Температура воздуха почти всюду выше температуры воды, большое

количество облачности и туманов. Повторяемость пасмурного неба в июле в средних широтах моря достигает 90% и более. Туманы и низкая облачность образуются при выносе влажных масс воздуха с юга на холодную водную поверхность, особенно часто они наблюдаются на границе льда и воды. Ветры слабые, средние скорости ветра над морем не превышают 5-6 м/с. Штормовые ветры со скоростями 15 м/с и более наблюдаются в 1-2% времени.

В сентябре летний характер барического поля нарушается, возрастает повторяемость циклонов, увеличивается облачность, происходит активизация ветровой деятельности. В октябре уже отмечаются ветры, характерные для зимы. В среднем за месяц перемещается с юго-запада на северо-восток 5 циклонов, довольно активных и глубоких. Увеличивается повторяемость штормов. Температура воздуха над морем всюду ниже температуры воды, теплосодержание вод достигает максимума и наблюдается наибольшая отдача тепла морем в атмосферу.

Особенности климата Карского моря обусловлены несколькими факторами, главными из которых являются географическое положение моря, атмосферная циркуляция и подстилающая поверхность. Карское море расположено к северу от полярного круга и находится под непосредственным влиянием холодного Северного Ледовитого океана с севера и огромного азиатского материка с юга. Высокоширотное положение моря определяет наличие полярной ночи, продолжительность которой возрастает от нескольких дней вблизи полярного круга до 50-60 дней в южных районах Карского моря, 80-90 дней в центральной части моря и 120 дней в его северной части. Полярный день за счет атмосферной рефракции длится в среднем на 16 суток дольше, чем полярная ночь. Наибольшая высота солнца в полдень в период полярного дня достигает в южной части Карского моря 43-45°, на широте пролива Б. Вилькицкого - 36°, а на 80° с.ш. - 33° [Справочник, 1966-1969; Гидрометеорологические условия, 1986].

Продолжительность солнечного сияния в сумме за год составляет в северной и северо-западных частях моря 900-1000 ч, увеличиваясь в прибрежной зоне до 1200 ч. Наиболее солнечным месяцем является апрель (200-250 ч за месяц), тогда как в летние месяцы в связи с большой облачностью продолжительность солнечного сияния уменьшается почти в 2 раза.

Поверхность Карского моря в сумме за год получает 2700-3000 МДж/м<sup>2</sup> тепла. Суммарная радиация примерно на две трети состоит из рассеянной радиации, а прямая радиация, поступающая непосредственно от солнца, составляет всего лишь 600-800 МДж/(м<sup>2</sup>-год). В то же время интенсивность прямой радиации в солнечные дни очень велика, вследствие большой прозрачности арктического воздуха. Максимальное поступление суммарной радиации отмечается в мае и июне, когда поверхность Карского моря получает около 50% годовой суммы тепла. При этом необходимо учитывать, что поверхность моря в эти месяцы покрыта льдом, который обладает высокой отражательной способностью, и около 60% радиации уходит обратно в атмосферу. То же самое наблюдается и в другие месяцы года, поэтому годовая сумма поглощенной поверхностью Карского моря радиации составляет всего лишь 1000-1500 МДж/м<sup>2</sup>.

Радиационный баланс подстилающей поверхности определяется как разность между поглощенной радиацией и эффективным излучением. С мая по сентябрь он является положительным и достигает в июне в северной части моря 130 - 170 МДж/м<sup>2</sup>, в прибрежной части около 300 МДж/м<sup>2</sup>. В июле радиационный баланс над Карским морем составляет около 340 МДж/м<sup>2</sup>. С наступлением

полярной ночи при отсутствии солнечной радиации основным фактором формирования радиационного режима является эффективное излучение. Радиационный баланс с октября по апрель является отрицательным и составляет  $-60$  -  $-80$  МДж/м<sup>2</sup> в месяц. В среднем за год радиационный баланс положительный и меняется от 200 МДж/м<sup>2</sup> в северной части моря до 400-600 МДж/м<sup>2</sup> в прибрежных районах.

Важную роль в формировании климата Карского моря играют циркуляция атмосферы и связанное с ней сезонное распределение барических полей [Справочник, 1966-1969; Гидрометеорологические условия, 1986]. Зимой, с ноября по март, над северо-восточной частью азиатского материка располагается устойчивая область повышенного давления (сибирский антициклон), а над южной частью Карского моря с юго-запада на северо-восток простирается ложбина пониженного давления (восточная ложбина исландского минимума). С ложбиной связаны основные траектории циклонов, проходящих над акваторией Карского моря. Прохождение циклонов (до 5 за месяц) обычно сопровождается резким изменением погоды - повышением температуры воздуха, увеличением облачности, усилением ветра и т. д. Зимнее расположение барических центров обуславливает преобладание над Карским морем в этот период ветров с южной составляющей (в юго-западной части моря западных и юго-западных, а в северо-восточной - южных и юго-восточных ветров).

Весной (апрель-май) происходит перестройка барического поля. Восточная ложбина исландского минимума в апреле сокращается и в мае исчезает совсем. Сибирский максимум разрушается и его место занимает неглубокая, но обширная депрессия. Повторяемость циклонов уменьшается.

Летом (июнь-август) над континентом устанавливается обширная область пониженного давления, а над Карским морем отмечается небольшое повышение атмосферного давления. Повторяемость циклонов над южной частью моря сокращается в июле до трех. В летний период над Карским морем преобладающими являются ветры с северной составляющей.

Осенью (сентябрь-октябрь) происходит переход к зимнему типу распределения барических полей. В сентябре над Баренцевым морем, а с октября и над Карским располагаются постепенно углубляющиеся минимумы, которые в дальнейшем сливаются с развивающейся исландской ложбиной.

В октябре восточная ложбина исландского минимума, выражена уже довольно четко. В южной части Карского моря число проходящих циклонов увеличивается до 4, а над Сибирью образуется устойчивый центр высокого давления.

В соответствии с условиями циркуляции атмосферы преобладающими воздушными массами над Карским морем являются холодный и сухой арктический воздух или континентальный воздух умеренных широт - более холодный и сухой зимой и сравнительно теплый летом.

Существенную роль в формировании климата Карского моря играет подстилающая поверхность. Большую часть года Карское море покрыто льдом,

Сплошной ледяной покров несколько сглаживает климатические контрасты между отдельными его районами. Лед затрудняет теплообмен между океаном и атмосферой, но полностью не исключает его, поэтому климат Карского моря зимой несколько теплее, чем климат прилегающих районов суши.

Таяние льдов в южных районах начинается в конце мая. Разрушение льда в



юго-западной части моря происходит в среднем в конце августа, а в северо-восточной части ледяной массив в сентябре обычно занимает менее 10% площади района. В северной части моря лед сохраняется в течение всего летнего периода. В это время в районах скопления льдов заметно понижается температура воздуха, повышается влажность и увеличивается повторяемость туманов. Температура воздуха над морем летом значительно ниже, чем над прилегающими районами суши. В середине сентября начинается устойчивое ледообразование в северо-восточной части моря, а к середине октября ледяной покров образуется уже в Обь-Енисейском районе, в ноябре - в районе Карских Ворот.

Теплые воды Баренцева моря проникают в Карское море через узкие южные проливы (Югорский Шар, Карские Ворота), а также, огибая с севера Новую Землю, и заметно смягчают климат в западной части моря. Кроме того, летом, и в частности, осенью отепляющее воздействие оказывают реки Обь и Енисей, выносящие в море огромное количество теплой воды.

Холодные воды моря Лаптевых проникают в Карское море через проливы Б. Вилькицкого, Шокальского и Красной Армии и способствуют охлаждению восточной части моря. Совокупность указанных факторов обуславливает сравнительно мягкий климат в юго-западной части моря и значительно более суровый в северо-восточной, причем эта особенность климата хорошо выражена как летом, так и зимой. Граница между этими частями моря ориентировочно проходит по линии от мыса Желания до Пясинского залива.

На формирование климата прибрежных районов моря оказывают влияние горные хребты и орографические особенности береговой линии. Так, даже относительно невысокий горный хребет Новой Земли является заметным препятствием для перемещающихся циклонов. Нижние слои приносимых циклоном теплых масс воздуха, встречая на своем пути препятствие, вынуждены огибать его, а если и переваливают через хребет, то распространяются поверх более холодных воздушных масс Карского моря.

Большое влияние оказывает рельеф на ветровой режим, формируя местные ветры (это холодный, шквалистый, сильный ветер - бора и сравнительно теплый фен). Такие ветры наиболее часто наблюдаются на западном и восточном побережье Новой Земли и на Северной Земле. Под воздействием возвышенных берегов моря отмечается отклонение воздушных потоков от направления, обусловленного барическим полем (Таймырское побережье, северная часть Енисейского залива), В проливах и заливах ветер принимает направление вдоль залива или пролива, причем в проливах отмечается увеличение скоростей ветра. На станциях, расположенных в сложных условиях рельефа, ветровой поток нередко искажен и не характеризует режим ветра прилегающих акваторий.

В целом климат Карского моря характеризуется большими годовыми амплитудами температуры воздуха, холодной зимой с частыми штормами и метелями, большой влажностью в течение всего года, прохладным пасмурным летом с частыми туманами и осадками. Юго-западная часть моря отличается более мягким климатом по сравнению с его северо-восточной частью.

#### **4.1.1.2 Ветер**

Зимой глубокая барическая ложбина распространяется от исландского минимума на Баренцево море. Это обуславливает в южной части моря

преобладание юго-западных и южных ветров. Их повторяемость на побережье Европейской территории России составляет около 50%. С удалением в море доля этих ветров несколько уменьшается и на 71-72° с.ш. составляет 30-40%. В восточных районах моря, примыкающих к Новой Земле, преобладают юго-восточные ветры с повторяемостью около 60%. Северная половина моря зимой находится под действием северо-восточных и восточных потоков воздуха [Гидрометеорологические условия, 1985].

Средние месячные значения скорости ветра зимой на большей части моря равны 8-10 м/с (см. рис. 4.1.2 за июль, а также таблицу 4.1.1). Повторяемость штилей в это время наименьшая в году и составляет всего 1-3%. Повторяемость штормовых ветров ( $\geq 15$  м/с) увеличивается, достигая в юго-западной части моря, в районе м. Канин Нос и побережья Новой Земли 15% и более [Кошинский, 1982].

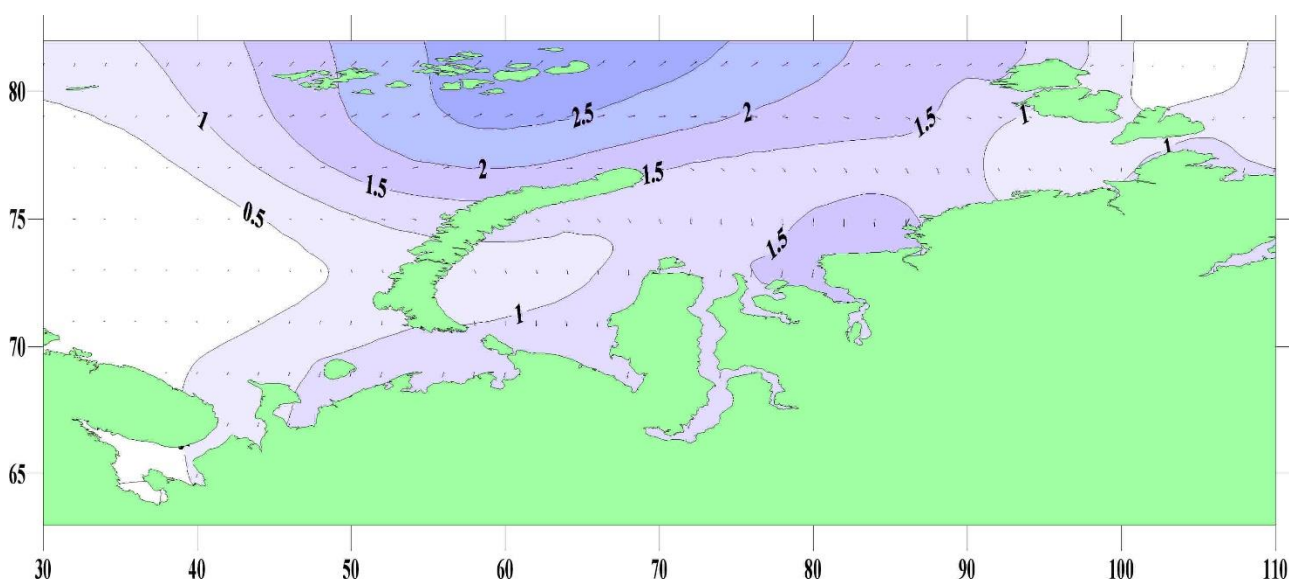


Рис. 4.1.2 Средние скорости приповерхностного ветра (в м/с) за июль

Таблица 4.1.1

**Сезонные изменения**

Месяц года	Обс.им.Э.Т.Кренкеля	Малые Кармакулы	Колгуев Северный	м. Микулкин	Индига	Вайда-Губа
Средняя скорость ветра						
I	6,4	10,0	8,1	6,8	7,2	8,2
II	5,8	9,2	7,6	6,6	7,3	8,5
III	5,6	8,9	7,3	6,2	6,8	7,6
IV	5,4	7,7	6,8	6,0	6,3	6,2
V	5,3	6,9	6,3	5,3	5,8	5,4
VI	5,1	6,7	5,9	5,3	5,6	5,2
VII	4,5	5,7	5,5	5,0	5,3	4,7
VIII	4,6	6,2	5,8	5,0	5,7	4,7
IX	6,1	7,0	6,0	5,3	6,1	5,4
X	6,3	7,7	7,1	6,9	7,2	6,9
XI	6,0	8,5	7,4	7,3	7,3	7,3
XII	6,1	9,3	8,0	6,9	7,6	8,1
Максимальная скорость ветра						

Месяц года	Обс.им.Э.Т.Кренкеля	Малые Кармакулы	Колгуев Северный	м. Микулкин	Индига	Вайда-Губа
I	28	39	26	28	23	24
II	28	35	38	25	24	28
III	21	42	26	25	25	34
IV	24	38	21	20	24	21
V	18	32	21	20	19	18
VI	19	30	20	28	20	20
VII	19	31	16	16	18	15
VIII	18	29	19	18	20	18
IX	22	32	22	20	22	20
X	26	30	20	24	23	22
XI	25	34	23	28	22	22
XII	22	37	30	24	26	23



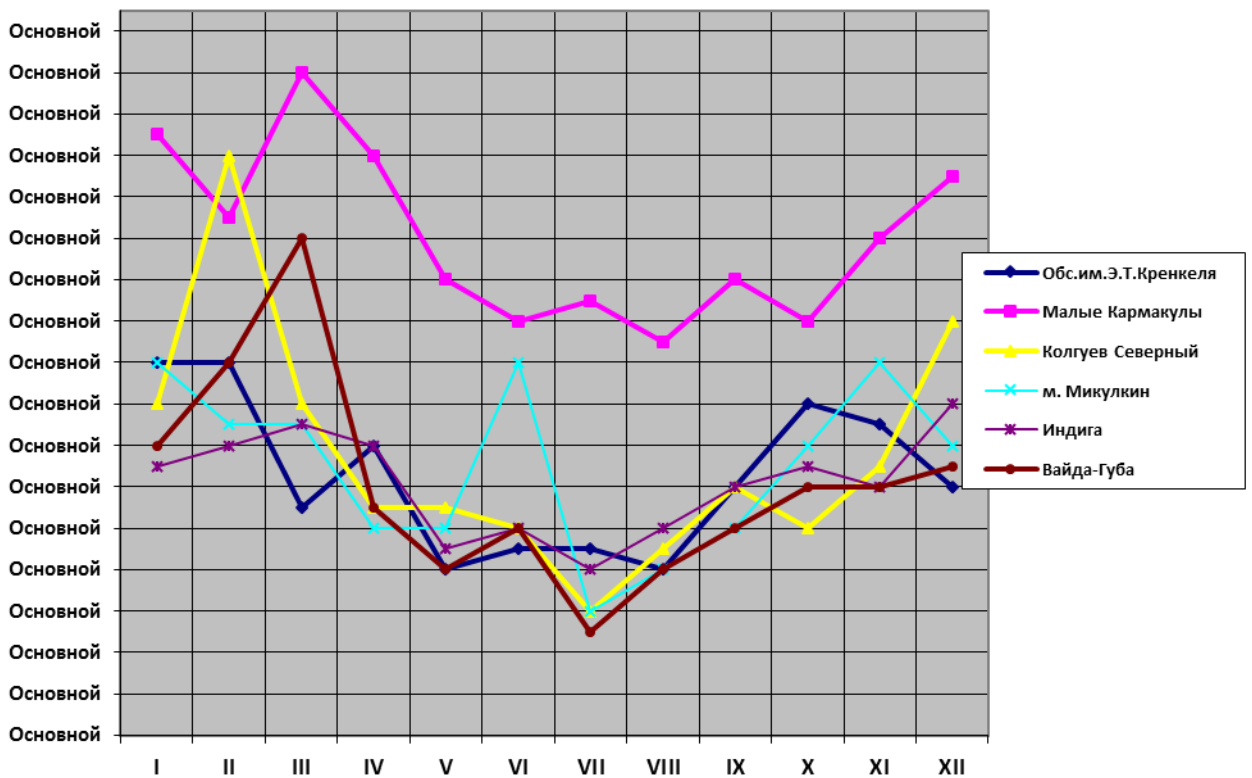
**Рис. 4.1.3 Средние значения скорости ветра (м/с) по месяцам**

Средняя продолжительность штормов силой 15 м/с и более зимой составляет 8-10 ч. В южной и юго-восточной частях моря наиболее продолжительны штормы юго-западных и южных направлений. В среднем они длятся 10-15 ч, а 1 раз в 10 лет возможны с непрерывной продолжительностью 40-60 ч. Еще более длительны восточные ветры с такой скоростью в районе Малых Кармакул, средняя их продолжительность около 22 ч, а возможная 1 раз в 10 лет превышает 100 ч. Среднее число штормов за период с декабря по февраль силой 15 м/с и более в юго-западной части моря около 36-39, в юго-восточной уменьшается более чем вдвое и составляет 16-18 штормов за зиму.

Повторяемость скоростей ветра 20 м/с и более зимой над морем достигает 1-5%. Чаще они наблюдаются у побережья Мурмана и Новой Земли. Непрерывная продолжительность штормов указанной силы обычно не превышает 10 ч. Более длительные штормы наблюдаются не ежегодно; 1 раз в 10 лет непрерывная продолжительность штормов может достигать 20-35 ч.

Максимальные скорости ветра над зоной Нордкапского течения связаны с западным направлением. Один раз в 10 лет здесь возможны скорости 28-32 м/с (по анемометру), а при кратковременных порывах длительностью 2-3 с достигают 40-41 м/с. В юго-восточной части моря (40° в. д.) наиболее сильными (и продолжительными) являются юго-западные и южные ветры, которые могут достигать 1 раз в 10 лет 26-28 м/с, а в порывах 36-40 м/с. Еще большие скорости ветра возможны при юго-восточных и восточных направлениях в прибрежных районах Новой Земли; раз в 10 лет они превышают 30-40 м/с и в порывах 50-60 м/с. В северо-западной части моря скорости ветра раз в 10 лет достигают 26-28 м/с, в порывах 35-40 м/с и наблюдаются при преобладающих здесь зимой ветрах северо-восточной четверти.

Эти черты зимнего режима ветра над Баренцевым морем сохраняются до мая. В мае в связи с изменением положения барических полей изменяется и направление преобладающего ветрового потока, устанавливается типичный для теплого времени года режим ветра - преобладание ветров с северной составляющей. На большей части моря наблюдаются северо-западные и северные ветры. В это время заметно сокращается число североатлантических циклонов, средние скорости ветра уменьшаются до 5-7 м/с, доля слабых (0-5 м/с) ветров возрастает на большей части моря до 40-50%, а в северных районах даже до 50-60%. Штормовые ветры силой  $\geq 15$  м/с составляют 1-4%, средняя их продолжительность 5-8 ч, число штормов от 2 до 6 за сезон. Однако штормы не всех направлений имеют одинаковую продолжительность. В южной части моря наиболее продолжительными являются северные и северо-восточные ветры, в среднем они дуют 10-15 ч непрерывно, а раз в 10 лет возможна продолжительность шторма от 20 до 48 ч. В северо-западной части моря наибольшая продолжительность приходится на восточные и северо-восточные направления (7-8 ч). У берегов Новой Земли среднее число штормов всех направлений около 8 за сезон, из них около 6 - восточного и юго-восточного направлений.



**Рис. 4.1.4. Максимальные значения скорости ветра (м/с) по месяцам**

Метеорологические условия летом более устойчивы и однообразны. Над морем преобладают слабые (0-5 м/с) ветры, их повторяемость составляет 50-60%. Средние скорости ветра не превышают 5-6 м/с. Скорости ветра 11 м/с и более наблюдаются только в 5-10% случаев, из них на штормовые ветры  $\geq 15$  м/с приходится всего 1-2%. В среднем летом наблюдается от 1 до 4 таких штормов со средней непрерывной продолжительностью 5-8 ч.

Относительно спокойное лето на Баренцевом море сменяется довольно бурной осенью, основные черты которой начинают проявляться в северо-восточной его части уже в сентябре. Происходит активизация ветровой деятельности в связи с увеличением циклонов, перемещающихся в район Баренцева моря. Сокращается повторяемость ветров северной четверти, чаще отмечаются ветры, характерные для зимы. В октябре они становятся преобладающими, хотя повторяемость их несколько меньше, чем зимой.

Средние скорости ветра к октябрю возрастают до 7-8 м/с, повторяемость штилей падает до 2-3%. Слабые ветры наблюдаются в 30-40% случаев. Увеличивается повторяемость больших скоростей ветра. Скорости 11 м/с и более отмечаются на большей части акватории в 20-30% случаев, из них на долю ветров  $\geq 15$  м/с приходится 5-10%. На юго-западе моря наибольшие скорости ветра, как и зимой, наблюдаются при западном направлении, а к северу от о. Медвежий - при северо-восточном. Раз в 10 лет осенью здесь возможны скорости 22-27 м/с, а в порывах - 35-39 м/с. В районе Центральной возвышенности и Мурманской банки наибольшие расчетные скорости отмечаются в это время при северо-западных ветрах, в Печорском море - при ветрах восточной четверти.

Непрерывная продолжительность ветров всех направлений со скоростью

15 м/с и более в среднем составляет над морем около 8-10 ч, а число штормов изменяется от 5 до 10 за сезон. Как и зимой, западные и северо-западные ветры с указанной скоростью являются самыми продолжительными в южной части моря. В среднем они наблюдаются в течение 10-15 ч, а раз в 10 лет их непрерывная продолжительность может достигать 30-40 ч.

На режиме ветра в прибрежных районах моря и на побережьях сказывается муссонный характер циркуляции воздуха. Зимой, когда существуют большие температурные градиенты между холодной сушей и незамерзающим морем, в переходной зоне наблюдается увеличение скорости ветра (Мурманское побережье). Наблюдается также усиление ветра на побережье вследствие влияния орографии (Канин Нос).

Особое место занимают сильные ветры, образующиеся при прохождении воздушных потоков над Новой Землей - Новоземельская бора. В зоне действия боры заметно увеличивается скорость ветра, что сказывается на режиме погоды и обуславливает значительную суровость климата. На представленных ниже картах распределения скоростей ветра Новоземельская бора нашла отражение.

Все сказанное относится к ветру у поверхности моря. Режим скорости ветра на высотах, как и у поверхности моря, характеризуется их уменьшением от зимы к лету. Профиль средней скорости ветра над морем характеризуется ясно выраженным максимумом в слое 200-300 м. В теплое время года максимум более отчетлив, чем зимой, при всех скоростях ветра (до 17 м/с) у поверхности моря. В Воронке Белого моря (ст. Шойна) рост скорости ветра с высотой (в нижней части слоя 0-500 м быстрый, в верхней - замедленный) наблюдается при приземных скоростях менее 17 м/с. При больших скоростях ветра у земли скорости в слое 100-200 м уменьшаются, а в верхней части 500-метрового слоя отмечаются слабые изменения любого знака. Эти данные, полученные по ст. Шойна, можно распространять лишь на прибрежную зону.

Над открытой акваторией южной части моря наибольшие скорости ветра различной вероятности возрастают с увеличением высоты. Значения их на высотах 100, 200, 300 м увеличиваются по сравнению со скоростями на уровне судна соответственно на 8, 15 и 22%. Следует заметить, что измерение скорости ветра на высотах проводилось во все сезоны года при скоростях ветра на уровне судна не более 17 м/с. Наибольшие скорости ветра редкой повторяемости на высотах в других районах моря можно получить по значениям скорости ветра на уровне судна с помощью коэффициентов, представляющих собой отношение скоростей ветра на заданной высоте к скорости ветра на уровне судна ( $K_{100} = 1,08$ ,  $K_{200} = 1,15$ ,  $K_{300} = 1,22$ ).

Зимой над открытой водной поверхностью температура воздуха с высотой понижается с вертикальным градиентом  $1^{\circ}\text{C}/100$  м во всем 500-метровом слое. Средние профили температуры при различных скоростях ветра у поверхности моря мало различаются между собой. На побережье (ст. Шойна) при приземной скорости ветра менее 10 м/с наблюдается инверсионная стратификация температуры с градиентом от  $-0,2^{\circ}\text{C}/100$  м до  $-1,2^{\circ}\text{C}/100$  м в слое 0-200 м. При скорости более 10 м/с температура с высотой понижается.

В теплый период года на побережье и над морем при скоростях ветра менее 10 м/с температура с высотой понижается на  $0,1^{\circ}\text{C}/100$ , а при более высоких скоростях - падение температуры увеличивается, достигая при скоростях 29-34 м/с  $2,1^{\circ}\text{C}/100$  м.

Ветровой режим над Карским морем определяется сезонными

особенностями средних многолетних барических полей и связанными с ними горизонтальными градиентами давления и имеет довольно четко выраженный муссонный характер. Изменения значений скорости ветра по месяцам (по данным прибрежных гидрометеостанций), представлены в таблице 4.1.2, а также на рисунках 4.1.5, 4.1.6.

**Таблица 4.1.2**

**Сезонные изменения скорости ветра**

Месяц года	Амдерма	Усть-Кара	Марресале	Остров им. М.Е. Попова
Средняя				
I	7.1	6.2	6.6	5.7
II	7.1	6.3	6.4	5.6
III	6.7	6.2	6.4	5.7
IV	6.3	6.0	6.3	5.4
V	5.8	5.8	6.2	5.7
VI	5.1	5.3	5.7	5.3
VII	4.5	5.4	5.5	5.3
VIII	4.8	5.2	5.5	5.5
IX	5.3	5.3	6.1	5.7
X	6.5	6.2	6.9	6.3
XI	7.1	6.3	6.8	6.3
XII	7.4	6.6	6.9	6.0
Максимальная				
I	24.0	25.0	24.0	20.0
II	27.0	23.0	25.0	20.0
III	24.0	24.0	22.0	21.0
IV	22.0	22.0	20.0	20.0
V	23.0	20.0	21.0	19.0
VI	17.0	18.0	20.0	17.0
VII	15.0	22.0	20.0	20.0
VIII	17.0	18.0	20.0	17.0
IX	20.0	20.0	22.0	22.0
X	26.0	21.0	22.0	23.0
XI	23.0	22.0	23.0	22.0
XII	27.0	24.0	21.0	24.0

Зимой, когда над северо-восточной частью Азиатского материка располагается область повышенного давления (сибирский антициклон), а над южной частью Карского моря с юго-запада на северо-восток простирается ложбина пониженного давления (восточная ложбина исландского минимума), преобладающий воздушный поток направлен с суши на море. В соответствии с этим, над Карским морем в зимний период преобладают ветры с южной составляющей. Причем в юго-западной части моря это в основном юго-западные ветры, в южной части - южные, а в северной и северо-восточной - южные и юго-восточные.

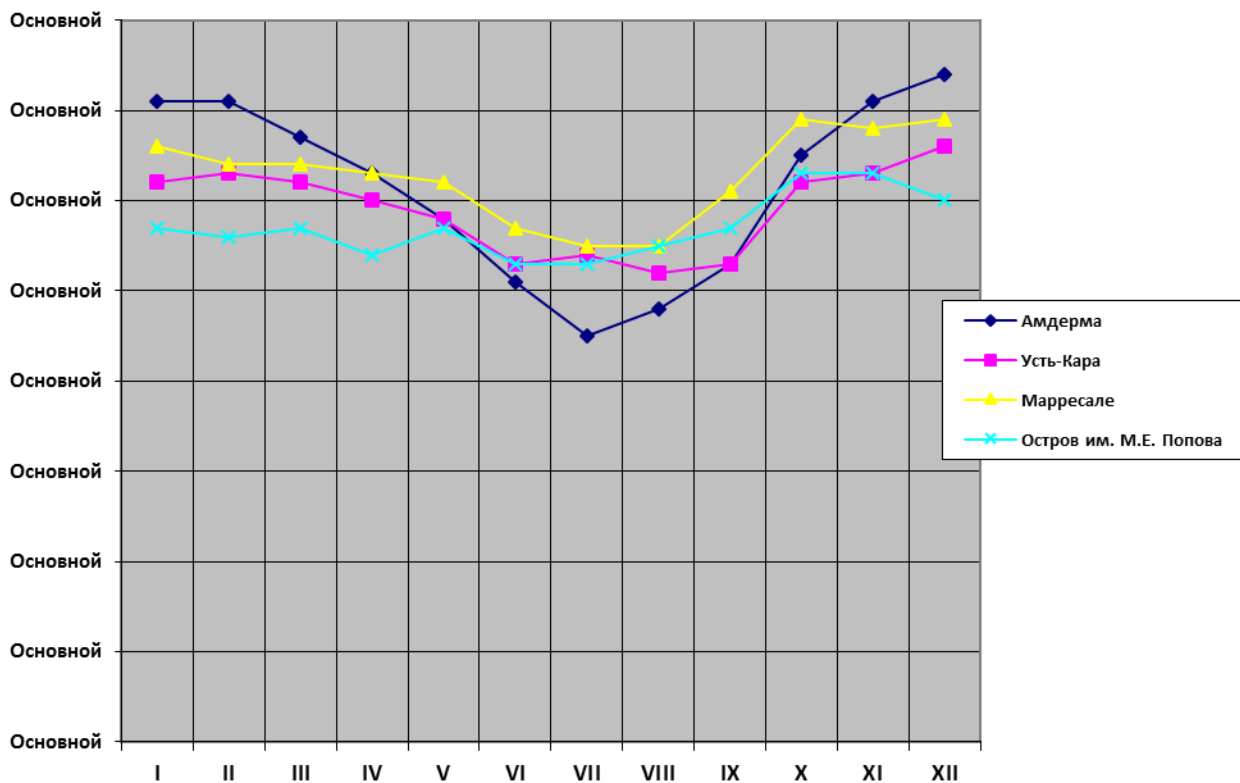


Рис. 4.1.5. Средние значения скорости ветра (м/с) по месяцам

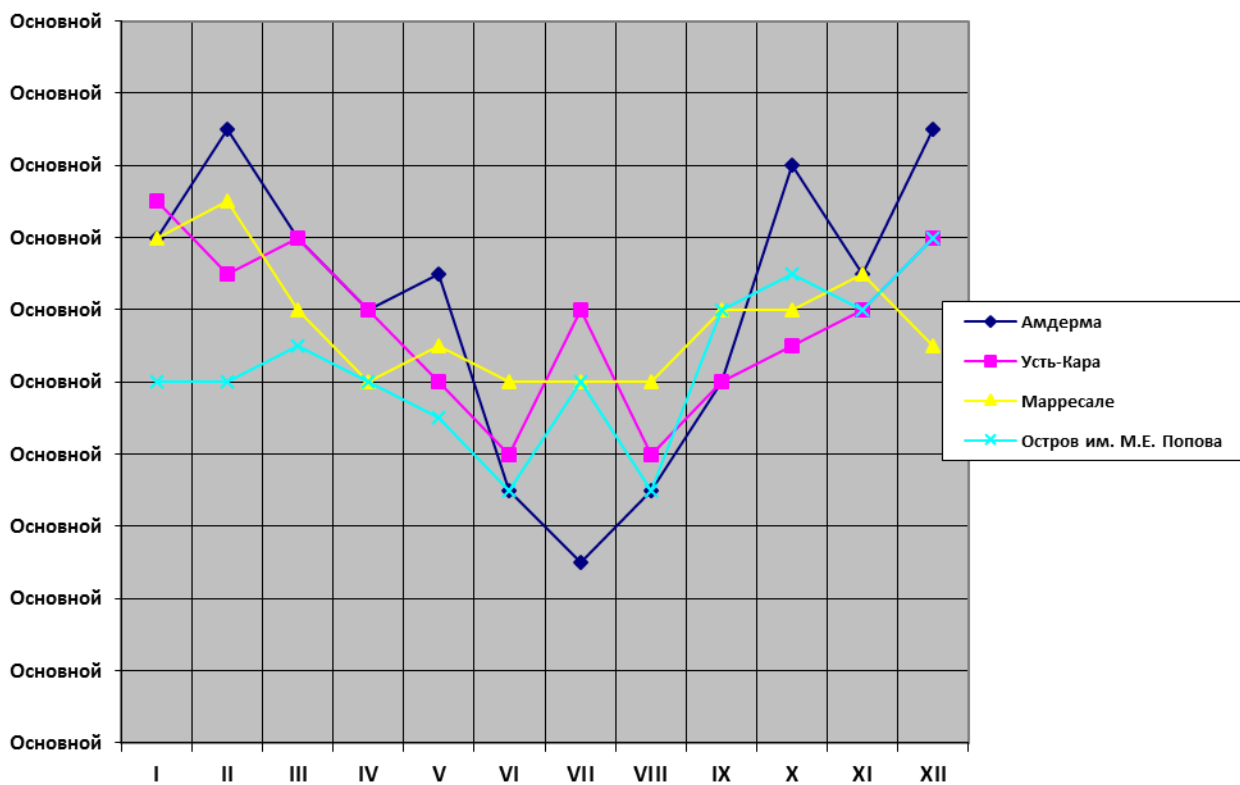


Рис. 4.1.6. Максимальные значения скорости ветра (м/с) по месяцам



Летом характер барического поля меняется на противоположный. Над континентом устанавливается обширная область пониженного давления, а над морем отмечается небольшое повышение атмосферного давления. В связи с этим над Карским морем в летний период преобладают ветры с северной составляющей, в основном северные и северо-западные. В переходные сезоны устойчивость потоков уменьшается, причем в сентябре заметно увеличивается повторяемость ветров, характерных для зимних условий, а в октябре преобладающими уже являются ветры зимнего типа, т.е. с южной составляющей.

Во многих районах наблюдаются устойчивые ветровые потоки, направленные вдоль береговой линии. Отклонение ветровых потоков от градиентных наблюдается вблизи гористых островов (Новая Земля, Северная Земля), в узких заливах с высокими берегами (Енисейский залив), в проливах (Маточкин Шар, Югорский Шар, Б. Вилькицкого, Карские Ворота), в долинах рек и т. д. Здесь ветры, обусловленные барическим полем, отклоняются и приобретают направление вдоль береговой линии, пролива, залива, долины, причем нередко преобладают ветры противоположных направлений. Искажение воздушных потоков под воздействием горных хребтов происходит не только у поверхности земли, но и на высотах. Так, в проливе Югорский Шар вертикальные искажения ветрового потока зимой распространяются до высоты 200-300 м, на мысе Выходном и в проливе Маточкин Шар - до 300-500 м, а на мысе Желания и мысе Челюскин - до 500-750 м. Искажение ветрового потока в горизонтальном направлении распространяется на расстояние от 2-3 до 10-15 км.

Повторяемость преобладающих ветров в январе составляет 20-36%. При этом следует отметить, что на всех метеорологических станциях в январе преобладают ветры южных направлений. Наибольшая повторяемость южного ветра (43%) отмечена в январе на станции о. Диксон. Повторяемость преобладающих ветров в этом районе увеличивается за счет местных орографических особенностей. В то же время на станции им. Попова (о. Белый), где влияние местных орографических особенностей на направление ветра почти не сказывается, повторяемость южных ветров составляет всего 21%. В летние месяцы повторяемость преобладающих северо-восточных или восточных ветров составляет 17-33%. В проливах Б. Вилькицкого, Карские Ворота и Югорский Шар под воздействием орографии наибольшую повторяемость в летний период имеют западные и восточные ветры.

В Карском море наиболее правильно отражают режим ветра большого района данные станций, расположенных на открытых низких островах (о. Уединения, о. Белый). Направление ветра на таких станциях характерно и для моря на расстоянии до 250 км. При этом имеется тенденция к отклонению ветра над морем влево до 1 румба по отношению к направлению ветра на берегу. Ветер над Карским морем обладает большой устойчивостью. Наибольшая устойчивость характерна для ветров южной четверти. Так, на о. Уединения юго-восточный ветер отмечался в течение 36 дней (с 13 октября до 17 ноября 1936 г.).

Средние скорости ветра над акваторией Карского моря от сезона к сезону меняются незначительно, годовая амплитуда обычно не превышает 1-3 м/с. Наибольшие средние скорости ветра отмечаются осенью и зимой (7-8 м/с), что объясняется усилением циклонической деятельности в этот период. Уменьшение скоростей ветра до 5-6 м/с отмечается в летний период. Для пространственного распределения средних скоростей ветра в течение всего года характерно увеличение скоростей ветра в юго-западной части моря и некоторое их ослабление в северо-восточной части.

На распределении скоростей ветра в значительной степени сказывается искажающее влияние рельефа, благодаря которому во все сезоны года отмечается усиление ветра в проливах Б. Вилькицкого, Маточкин Шар, Югорский Шар, Карские Ворота, в проливах Северной Земли, а также в Енисейском заливе, Байдарацкой губе, Обской губе. Усиление скоростей ветра отмечается вблизи гористых мысов (мыс Желания).

Скорость ветра зависит от его направления. Наиболее сильными являются, как правило, ветры западных румбов. В прибрежной зоне южной части моря наибольшие скорости отмечаются также при южных ветрах. В юго-западной части моря в осенне-зимний период наибольшую повторяемость (25-40%) имеют умеренные ветры (6-9 м/с), а в летний - слабые (2-5 м/с) - до 50%.

Большой практический интерес представляют данные о повторяемости штормовых ( $\geq 15$  м/с) и слабых ( $\leq 5$  м/с) ветров. Число дней со штормом в юго-западной части моря составляет в среднем 65-90 дней за год, в северо-восточной части около 30, а в проливах увеличивается до 50-60 дней за год. Чаще всего штормы отмечаются в холодную половину года. В среднем возможно 4-8 дней со штормом за месяц, в проливах юго-западной части моря даже до 10-12. Летом отмечается до 1-3 дней со штормом за месяц, а в отдельных районах штормы в летний период вообще бывают не каждый год. В отдельные годы число дней со штормом может отклоняться от среднего многолетнего в 1,5-2 раза.

Число дней со штормом не характеризует полностью режим сильных ветров. Из-за сравнительно небольшой продолжительности штормов их суммарная повторяемость в осенне-зимний период над открытой частью Карского моря составляет около 5% за месяц, в проливах, узких заливах и районах гористых мысов увеличивается до 10-15%. Летом повторяемость штормов уменьшается до 1% над открытой частью моря и до 2-3% в проливах и заливах. Зимой штормы в большинстве случаев отмечаются при западных, юго-западных и южных ветрах и сопровождаются повышением температуры воздуха и метелями. Летом штормы наблюдаются в основном при северных и северо-восточных ветрах и сопровождаются понижением температуры воздуха.

Для прибрежных районов Новой Земли характерны сильные, порывистые местные ветры, носящие название «новоземельская бора». Чаще всего бора наблюдается зимой, а в период навигации (июль-сентябрь) отмечается редко. В среднем бора продолжается около суток, но иногда длится до 5 дней. На восточном побережье Новой Земли бора возникает при северо-западных ветрах, в восточном входе в проливе Маточкин Шар - при северо-восточных ветрах. Скорость ветра при порывах во время боры достигает 60 м/с, но уже в 15-20 милях от берега скорость ветра значительно ослабевает. Ветры типа боры были отмечены также на Северной Земле.

Наибольшие скорости ветра, зарегистрированные на полярных метеорологических станциях, над Карским морем достигают в осенне-зимний период 40 м/с (скорость выше 40 м/с по флюгеру невозможно измерить) [Кошинский, 1982]. В летний период над открытой частью моря наибольшие скорости ветра, как правило, не превышают 20 м/с, а в проливах - 34 м/с. Однако в некоторых прибрежных районах даже летом возможно усиление ветра до 40 м/с.

В среднем за год в 35-45% всех случаев непрерывная продолжительность ветра разных направления и скорости не превышает 6 часов и лишь в единичных случаях может превышать 3 суток. Например, длительность штормовых ветров ( $\geq 15$  м/с) одного направления на о. Русском никогда не превышает трех суток, в Амдерме штормы такой длительности возможны лишь один раз в 2 года, а на о.

Диксон отмечаются почти каждый год. Столь же продолжительные сильные ветры ( $\geq 10$  м/с) отмечаются значительно чаще. Так, на о. Русский такие ветры были отмечены 3 раза за 5 лет, а на о. Диксон - 3 раза в год. Продолжительность ветров скоростью  $\geq 20$  м/с более трех суток отмечается крайне редко. В целом зимой сильные ветры являются более продолжительными, чем летом.

Для Карского моря характерна сравнительно большая повторяемость слабых ветров, скорость которых не превышает 5 м/с. Наибольшая их повторяемость, около 50%, отмечается летом, и только в районе мыса Желания она не превышает 40%. Осенью повторяемость слабых ветров уменьшается до 30-40%. Такая же повторяемость характерна для зимнего периода в юго-западной части моря и лишь в северо-восточной она увеличивается до 50%.

Повторяемость штилей в большой степени зависит от защищенности станции. Над Карским морем штили бывают редко. Наибольшая их повторяемость (5-10%) отмечается зимой, летом она уменьшается до 2-4%. Над открытым морем штили наблюдаются несколько реже, чем на островных и прибрежных станциях.

#### 4.1.1.3. Температура воздуха

Зимой в условиях малого количества солнечной радиации режим температуры воздуха над Баренцевым морем формируется исключительно под действием теплоотдачи с поверхности моря и атмосферной циркуляции [Гидрометеорологические условия, 1985]. Большое тепляющее действие моря и приток океанического теплого воздуха в циклонах создают над морем относительно высокие температуры. Характерной особенностью зимнего режима является также малое изменение средней температуры с декабря по март. Средняя месячная температура воздуха в эти месяцы на юго-западе моря составляет 0...-2°C, на северо-востоке от -16 до -18°C. Средняя температура воздуха в приповерхностном слое (°C) по за июль представлена на рис. 4.1.7.

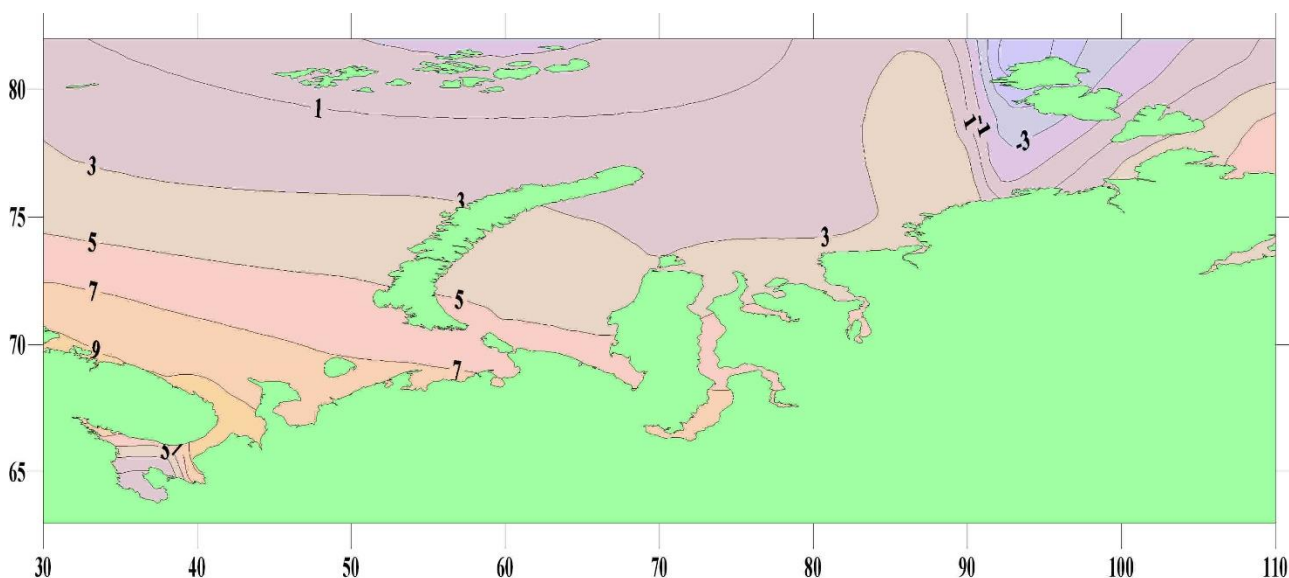


Рис. 4.1.7. Температура воздуха в приповерхностном слое (°C) за июль

Устойчивое поступление теплого морского воздуха с перемещающимися

циклонами может наблюдаться в любом из зимних месяцев. В разные годы повышение температуры приходится не на одни и те же месяцы, поэтому в среднем многолетнем температура зимних месяцев выравнивается, и ход оказывается сглаженным. Годовое изменение температуры, т.е. разность между значениями температуры самого теплого и самого холодного месяцев, над зоной Нордкапского течения наименьшее и составляет 10-11°C, к востоку и северо-востоку - увеличивается до 18-20°C.

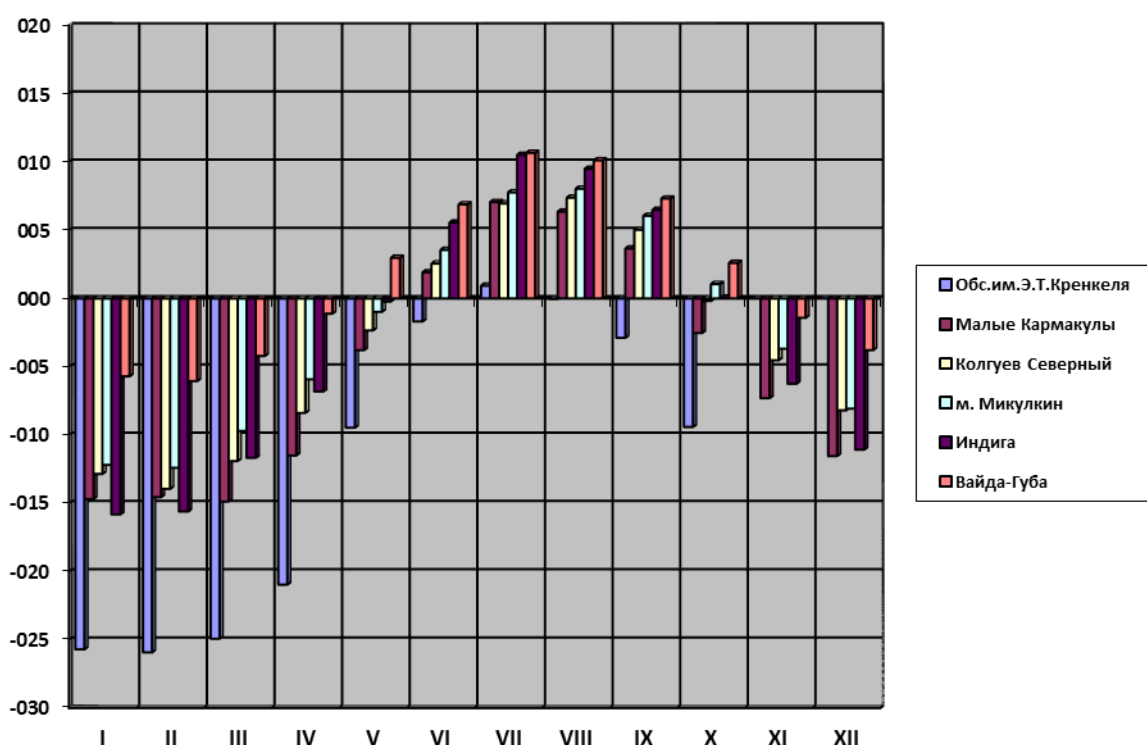
В таблице 4.1.3., а также на рисунке 4.1.8 представлены сезонные значения температуры воздуха, полученные с прибрежных гидрометеостанций.

**Таблица 4.1.3**  
**Сезонные изменения температуры воздуха. Баренцево море**

Месяц года	Обс.им.Э.Т.Кренкеля	Малые Кармакулы	Колгуев Северный	м. Микулкин	Индига	Вайда-Губа
Средняя						
I	-25.07	-14.69	-12.85	-12.19	-15.81	-5.70
II	-25.92	-14.55	-13.94	-12.40	-15.60	-6.05
III	-24.92	-14.87	-11.90	-9.70	-11.67	-4.21
IV	-20.96	-11.50	-8.38	-5.92	-6.81	-1.11
V	-9.46	-3.78	-2.34	-0.98	-0.22	2.98
VI	-1.68	1.91	2.56	3.56	5.57	6.89
VII	0.94	7.06	6.96	7.77	10.52	10.67
VIII	-0.04	6.36	7.38	8.04	9.50	10.12
IX	-2.88	3.66	5.03	6.06	6.49	7.32
X	-9.41	-2.53	-0.18	1.06	0.07	2.61
XI	-18.32	-7.30	-4.52	-3.68	-6.24	-1.41
XII	-22.56	-11.54	-8.19	-8.07	-11.07	-3.78
Максимальная						
I	-1.8	0.5	1.1	2.0	1.2	5.2
II	-0.1	1.3	1.4	2.1	1.6	5.4
III	0.4	0.7	1.2	2.2	2.1	4.6
IV	0.2	4.0	5.6	4.3	9.7	13.6
V	0.9	8.0	12.6	10.3	18.1	19.0
VI	5.8	18.7	24.9	18.4	27.9	23.7
VII	7.1	24.6	28.1	22.6	30.1	27.5
VIII	4.6	18.4	23.7	18.3	25.0	26.0
IX	4.1	13.7	15.7	13.8	18.5	17.8
X	0.5	8.2	10.2	10.3	12.8	12.6
XI	-0.3	2.4	4.6	6.7	6.4	8.3
XII	-0.5	1.3	1.7	1.9	1.9	6.3
Минимальная						
I	-39.9	-32.6	-37.4	-35.5	-43.1	-23.0
II	-42.0	-33.6	-35.8	-32.0	-37.5	-21.9
III	-40.2	-35.5	-33.3	-30.0	-34.2	-19.5
IV	-38.1	-27.9	-28.0	-25.2	-29.5	-15.6
V	-23.2	-17.2	-15.0	-15.7	-19.7	-8.4
VI	-9.0	-5.6	-5.3	-4.6	-5.4	-1.4
VII	-3.3	-0.6	-2.0	-1.5	-0.1	2.2
VIII	-6.1	-1.4	-1.6	-0.4	0.4	1.9
IX	-13.5	-6.1	-5.5	-4.2	-3.8	-3.7

Месяц года	Обс.им.Э.Т.Кренкеля	Малые Кармакулы	Колгуев Северный	м. Микулкин	Индига	Вайда-Губа
X	-31.0	-17.2	-14.6	-10.6	-18.0	-9.2
XI	-37.0	-25.4	-21.3	-16.9	-32.6	-16.9
XII	-37.9	-34.8	-34.9	-34.6	-41.5	-19.0

Суточный ход температуры воздуха зимой невелик - в среднем менее 1°C. Междусуточная изменчивость температуры воздуха зимой больше, чем в другие сезоны года. Среднее квадратическое отклонение междусуточных изменений в январе 3°C в юго-западной части моря и возрастает до 5-6°C в юго-восточной и северной.



**Рис. 4.1.8. Средние значения температуры воздуха (°C) по месяцам. Баренцево море**

Осенью повсюду теплее весны; октябрь теплее апреля и даже мая. Период с устойчивой отрицательной температурой воздуха в юго-западной части моря длится 130-140 суток. Средняя суточная температура воздуха ниже -10°C держится здесь менее 10 суток в году, а ниже -20°C опускается не ежегодно. У побережья Мурмана морозы ниже -20°C наблюдаются 1-2 раза за зиму и держатся в среднем не более 15 ч непрерывно, однако 1 раз в 10 лет они могут продолжаться до 2-3 суток. В юго-восточной и восточной частях моря число дней с устойчивой температурой ниже 0°C превышает 200. Около 80-120 суток средняя суточная температура воздуха держится ниже -10°C и 20-40 суток с температурой ниже -20°C. Непрерывная продолжительность морозов ниже -20°C равна 23-24 ч. Среднее число непрерывных периодов с температурами ниже -20°C около 40. В половине случаев морозы длятся не более 12 ч, 1 раз в год возможен случай с непрерывной продолжительностью 6-7 суток, а 1 раз в 10 лет - 16-17 суток.

Морозы ниже  $-30^{\circ}\text{C}$  не наблюдаются южнее  $75^{\circ}$  с.ш. и западнее  $45^{\circ}$  в. д. Минимальные значения температуры воздуха здесь достигают  $-20-29^{\circ}\text{C}$ . У побережья Мурмана и на границе с Белым морем они опускаются до  $30-36^{\circ}\text{C}$  мороза. Над Печорским морем температура воздуха ниже  $-30^{\circ}\text{C}$  в среднем держится от 9 до 14 ч непрерывно. Среднее число случаев понижения температуры до уровня ниже  $-30^{\circ}\text{C}$  в районе о. Колгуев равно 2, а в районе Варандея - 16. Наибольшая продолжительность таких низких температур достигала здесь 5 суток и более. Столь продолжительные морозы ниже  $-30^{\circ}\text{C}$  возможны в этом районе 1 раз в 10 лет. Самые низкие значения температуры воздуха на юго-востоке Баренцева моря достигали  $-40 \dots -48^{\circ}\text{C}$ .

На севере моря, у берегов Земли Франца-Иосифа, отрицательная средняя суточная температура устойчиво держится более 300 суток. Число дней со средней суточной температурой ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  достигает 160-170, из них дни с морозом ниже  $-20^{\circ}\text{C}$  в сумме за сезон составляют около 70-80. Минимальные температуры опускаются до  $-40 \dots -44^{\circ}\text{C}$ .

К маю, температура воздуха повышается, горизонтальные градиенты температуры уменьшаются. На юго-западе температура достигает  $2^{\circ}\text{C}$ , на северо-востоке  $-6 \dots -8^{\circ}\text{C}$ . Устойчивый весенний переход средней температуры через  $0^{\circ}\text{C}$  раньше всего, в первой декаде апреля, отмечается в юго-западной части моря над зоной Нордкапского и Мурманского течений, на востоке и юго-востоке моря в конце мая - начале июня. С третьей декады июня-первой декады июля северная часть моря у берегов Земли Франца-Иосифа находится под действием устойчивой положительной температуры.

Лето характеризуется широтным расположением изотерм. Средняя температура июля уменьшается с  $9-10^{\circ}\text{C}$  у южного побережья моря до  $1^{\circ}\text{C}$  на севере. Летом прогрев Европейского континента приводит к появлению повышенных горизонтальных градиентов температуры в переходной зоне суша-море. Изменения температуры в течение суток летом в прибрежной зоне значительно больше, чем зимой, средняя суточная амплитуда колебаний составляет  $2,0-2,5^{\circ}\text{C}$ . Междусуточные изменения температуры воздуха весной и летом, наоборот, меньше, чем в холодное время года, и одинаковы над всем морем. Самым теплым месяцем на большей части моря является август, а севернее  $78^{\circ}$  с.ш. - июль. Максимальная температура воздуха у поверхности моря вблизи побережья Европейской территории России достигает  $28^{\circ}\text{C}$ , а на  $78-79^{\circ}$  с.ш. - около  $16^{\circ}\text{C}$ .

В конце августа - начале сентября в северной части моря средняя суточная температура воздуха устойчиво переходит к отрицательным значениям. Возрастают междусуточные изменения температуры ( $3-4^{\circ}\text{C}$  в октябре). Однако различия в средних месячных значениях температуры воздуха на севере ( $6^{\circ}\text{C}$ ) и юго-западе моря ( $3^{\circ}\text{C}$ ) невелики.

Среднегодовые значения температуры воздуха в Баренцевом море (по наблюдениям на прибрежных гидрометеостанциях) представлены в таблице 4.1.4 и на рисунке 4.1.9.

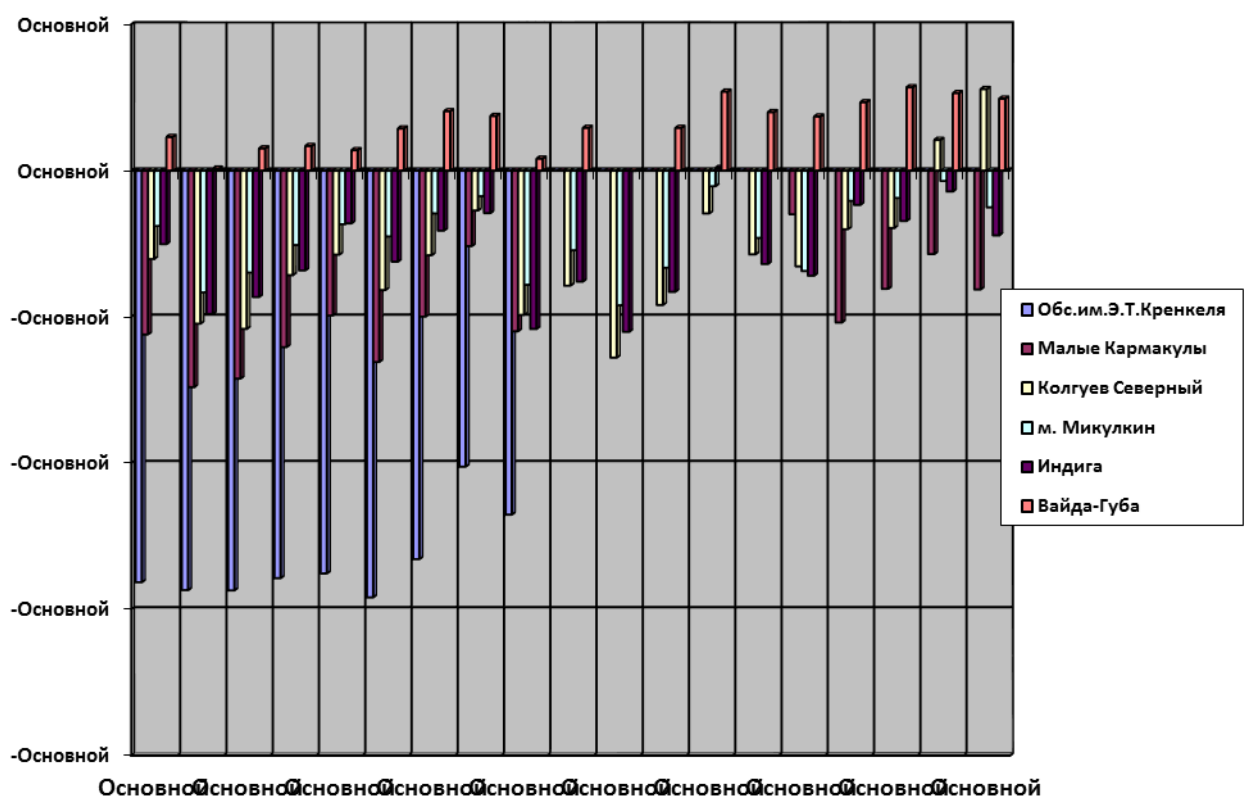
**Таблица 4.1.4**

**Среднегодовые значения температуры воздуха в Баренцевом море**

Год	Обс.им.Э.Т.Кренкеля	Малые Кармакулы	Колгуев Северный	м. Микулкин	Индига	Вайда-Губа
Среднегодовая						
1977	-14.07	-5.60	-3.02	-1.89	-2.51	1.15
1978	-14.34	-7.40	-5.23	-4.16	-4.90	0.07

Год	Обс.им.Э.Т.Кренкеля	Малые Кармакулы	Колгуев Северный	м. Микулкин	Индига	Вайда-Губа
1979	-14.35	-7.11	-5.41	-3.48	-4.32	0.76
1980	-13.93	-6.03	-3.57	-2.54	-3.41	0.84
1981	-13.77	-4.95	-2.87	-1.83	-1.80	0.70
1982	-14.59	-6.54	-4.08	-2.25	-3.11	1.44
1983	-13.28	-4.99	-2.89	-1.46	-2.05	2.03
1984	-10.12	-2.58	-1.36	-0.87	-1.45	1.87
1985	-11.76	-5.49	-4.93	-3.90	-5.41	0.41
1997	нет данных	нет данных	-3.93	-2.72	-3.79	1.46
1998	нет данных	нет данных	-6.39	-4.60	-5.51	-0.01
1999	нет данных	нет данных	-4.59	-3.32	-4.14	1.46
2000	нет данных	нет данных	-1.46	-0.53	0.09	2.70
2001	нет данных	нет данных	-2.86	-2.30	-3.19	2.00
2002	нет данных	-1.49	-3.27	-3.43	-3.59	1.85
2003	нет данных	-5.19	-2.00	-1.03	-1.17	2.34
2004	нет данных	-4.04	-1.96	-0.93	-1.72	2.85
2005	нет данных	-2.85	1.05	-0.35	-0.71	2.65
2006	нет данных	-4.06	2.79	-1.25	-2.21	2.46
Максимальная						
1977	3.6	24.6	21.2	19.0	24.7	20.9
1978	4.8	15.6	13.8	11.6	20.8	16.5
1979	6.4	18.7	12.9	12.2	21.4	20.9
1980	3.6	12.2	13.3	11.4	20.6	21.9
1981	4.6	19.3	19.0	13.8	23.5	23.0
1982	2.8	17.6	19.5	15.0	23.3	23.1
1983	2.7	18.5	16.5	18.0	26.6	23.5
1984	7.1	22.6	15.2	18.4	26.0	20.2
1985	5.2	18.7	18.4	17.8	25.4	20.0
1997	нет данных	нет данных	21.4	14.3	24.0	23.3
1998	нет данных	нет данных	21.0	16.2	29.1	19.4
1999	нет данных	нет данных	24.0	15.9	28.0	23.7
2000	нет данных	нет данных	28.1	22.6	29.3	27.5
2001	нет данных	нет данных	23.5	16.8	25.1	22.6
2002	нет данных	19.4	24.6	15.4	30.1	25.5
2003	нет данных	15.1	23.7	18.0	25.0	26.8
2004	нет данных	19.0	24.8	21.1	27.0	26.0
2005	нет данных	15.5	22.1	20.6	24.2	22.2
2006	нет данных	17.9	27.1	16.9	28.3	20.1
Минимальная						
1977	-40.9	-31.6	-30.5	-24.5	-38.1	-20.9
1978	-42.0	-34.8	-34.9	-34.6	-41.5	-19.0
1979	-41.7	-35.5	-31.5	-30.2	-39.6	-21.6
1980	-37.0	-32.6	-28.1	-33.1	-34.0	-20.7
1981	-37.3	-29.3	-33.3	-27.5	-34.2	-19.5
1982	-38.4	-33.6	-33.3	-31.4	-39.3	-14.5
1983	-38.7	-28.1	-25.2	-24.5	-31.5	-16.6
1984	-36.5	-27.9	-19.3	-16.9	-27.3	-14.3
1985	-38.2	-29.8	-31.7	-31.1	-42.0	-19.6

Год	Обс.им.Э.Т.Кренкеля	Малые Кармакулы	Колгуев Северный	м. Микулкин	Индига	Вайда-Губа
1997	нет данных	нет данных	-30.8	-28.7	-35.2	-17.5
1998	нет данных	нет данных	-35.8	-32.0	-37.5	-21.9
1999	нет данных	нет данных	-37.4	-35.5	-43.1	-23.0
2000	нет данных	нет данных	-29.3	-31.0	-30.9	-16.6
2001	нет данных	нет данных	-27.5	-27.3	-33.9	-18.7
2002	нет данных	-24.2	-27.2	-27.5	-35.5	-17.2
2003	нет данных	-29.6	-31.2	-26.8	-33.1	-17.0
2004	нет данных	-28.2	-29.6	-27.3	-35.9	-14.0
2005	нет данных	-25.4	-18.3	-21.1	-33.5	-14.4
2006	нет данных	-25.8	-10.6	-27.9	-34.3	-18.0



**Рис. 4.1.9. Среднегодовые значения температуры воздуха (С°). Баренцево море**

Особенности географического положения Карского моря и атмосферной циркуляции над ним создают заметные различия в режиме температуры воздуха над различными частями моря. Средняя годовая температура воздуха над юго-западной частью моря на 6-7°С выше, чем над северо-восточной.

Данные, полученные в результате наблюдений на прибрежных гидрометеостанциях представлены в таблице 4.1.5., а также на рисунке 4.1.10.

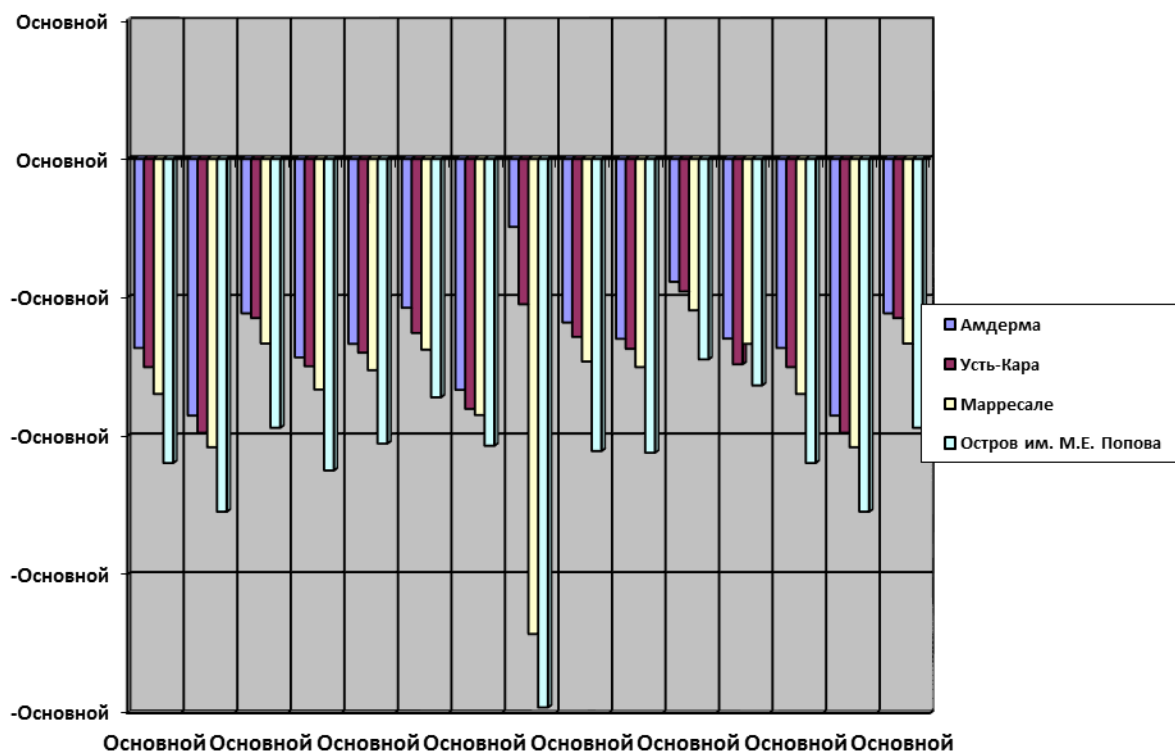
**Таблица 4.1.5  
Среднегодовые значения температуры воздуха (С°). Карское море**

Год	Амдерма	Усть-Кара	Марресале	Остров им. М.Е. Попова
Среднегодовая				



Год	Амдерма	Усть-Кара	Марресале	Остров им. М.Е. Попова
1977	-6.82	-7.51	-8.48	-10.97
1978	-9.26	-9.88	-10.40	-12.73
1979	-5.57	-5.74	-6.66	-9.70
1981	-7.16	-7.48	-8.32	-11.24
1982	-6.67	-6.99	-7.62	-10.27
1983	-5.37	-6.28	-6.88	-8.60
1984	-8.33	-9.02	-9.24	-10.35
1985	-2.45	-5.24	-17.14	-19.79
2000	-5.90	-6.42	-7.31	-10.54
2001	-6.49	-6.85	-7.51	-10.60
2002	-4.43	-4.78	-5.46	-7.23
2003	-6.48	-7.41	-6.67	-8.17
2004	-6.82	-7.51	-8.48	-10.97
2005	-9.26	-9.88	-10.40	-12.73
2006	-5.57	-5.74	-6.66	-9.70
Максимальная				
1977	27.6	23.5	23.0	16.1
1978	16.3	17.0	21.3	10.7
1979	20.6	21.5	22.6	14.4
1981	25.4	21.8	25.2	19.0
1982	19.8	21.9	21.0	13.8
1983	23.9	23.7	25.9	22.7
1984	18.7	15.4	23.4	11.6
1985	23.2	13.2	0.4	-0.3
2000	25.3	27.4	22.0	22.6
2001	29.1	25.8	23.7	17.1
2002	24.7	24.2	22.5	13.3
2003	27.5	27.7	24.1	19.1
2004	27.6	23.5	23.0	16.1
2005	16.3	17.0	21.3	10.7
2006	20.6	21.5	22.6	14.4
Минимальная				
1977	-36.7	-41.7	-42.3	-44.9
1978	-37.5	-41.8	-46.4	-45.4
1979	-35.7	-37.3	-42.3	-41.7
1981	-34.9	-38.8	-38.5	-41.6
1982	-30.3	-36.5	-34.9	-36.4
1983	-31.0	-40.7	-38.1	-40.0
1984	-38.1	-40.3	-43.9	-45.0
1985	-32.9	-34.0	-35.2	-38.7
2000	-33.6	-37.5	-39.4	-39.3
2001	-34.3	-39.3	-40.0	-38.4
2002	-32.6	-37.6	-35.6	-38.3
2003	-35.4	-41.1	-41.6	-43.7
2004	-36.7	-41.7	-42.3	-44.9
2005	-37.5	-41.8	-46.4	-45.4
2006	-35.7	-37.3	-42.3	-41.7

В юго-западной части моря более четко проявляются черты морского климата; наиболее высокие и наиболее низкие температуры воздуха здесь отмечаются не в центральные зимние и летние месяцы, а на 1-2 месяца позже [Справочник, 1966-1969]. Самым холодным месяцем является февраль (или март), а самым теплым - август. В северо-восточной части моря самый теплый месяц - июль, а температуры января и февраля очень мало различаются. Годовая амплитуда составляет в юго-западной части 24-29°C, в северо-восточной около 30°C, а в Обь-Енисейском районе 34-38°C.



**Рис. 4.1.10. Среднегодовые значения температуры воздуха (C°). Карское море**

Зимой часто отмечаются резкие перепады температуры воздуха, особенно в юго-западной части моря. В один из центральных зимних месяцев почти ежегодно наблюдается повышение температуры воздуха по сравнению с соседними месяцами («теплое ядро»), связанное с усилением адвекции тепла из Северной Атлантики. Поскольку это повышение может приходиться на разные зимние месяцы, то в среднем многолетнем кривая годового хода температуры принимает характерный для Карского моря сглаженный характер без ярко выраженного годового минимума.

Зимой характер термического поля над Карским морем от месяца к месяцу меняется мало. Средняя месячная температура января в юго-западной части моря составляет -17 - -20°C, а в северо-восточной -28 - -30°C. В феврале и марте отмечается небольшое понижение температуры воздуха в юго-западной части моря. С апреля-мая начинается интенсивное ее повышение. В июле температура воздуха над Карским морем почти везде положительная, причем в юго-западной части моря равна 4-6°C, в северо-восточной 0-2°C, а в Обь-Енисейском районе 6-

12°C. В северной, открытой, части моря температура воздуха в летний период устойчиво удерживается около 0°C. Это связано с условиями подстилающей поверхности (холодное море с температурой поверхностного слоя воды около -1,5°C, покрытое тающими льдами). Горизонтальный градиент температуры воздуха в северной части Карского моря очень мал и составляет 0,2°C на 100 км. В южных прибрежных районах моря температура повышается более резко, здесь сказывается влияние прогретого континента, и горизонтальный градиент больше.

Температура воздуха над Карским морем тесно связана с ледовитостью и характером морских течений. Минимальные температуры воздуха, которые можно ожидать ежегодно (средний минимум) и январе и феврале примерно на 6-10° выше абсолютного минимума и составляют -34 - -44°C. Самые низкие температуры, возможные зимой примерно один раз в 50 лет, составляют -48 - -53°C над Карским морем и до -58°C в Обь-Енисейском районе. Даже в июле (самом теплом месяце года) возможны понижения температуры воздуха в отдельные годы до -3 - -5°C.

В зимние месяцы при прохождении циклонов отмечается повышение температуры воздуха, причем в юго-западной части моря, в Байдарацкой и Обской губах в отдельные годы возможно повышение температуры воздуха до 1-2°C, а в северной (открытой) части моря до -2°C. Однако дни с оттепелью в юго-западной части Карского моря бывают не каждый год. В июле максимальная температура в отдельные годы может повышаться в северной (открытой) части моря до 7-14°C, а в прибрежной зоне до 27-31°C. Ежегодно можно ожидать повышения температуры воздуха в июле в северной части моря до 5-6°C, в прибрежной его части до 18-22°C.

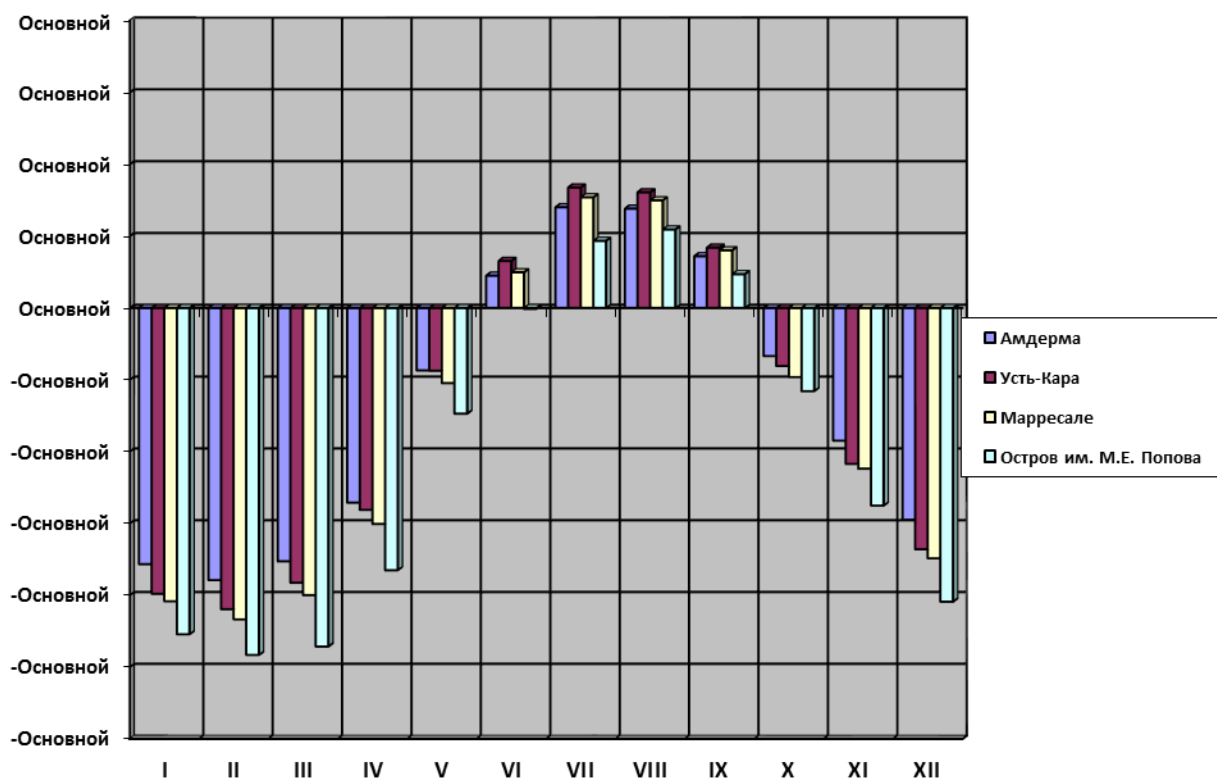
Сезонный ход температуры воздуха (по данным прибрежных гидрометеостанций) представлен в таблице 4.1.6. и на рисунке 4.1.11.

**Таблица 4.1.6**

**Сезонные изменения температуры воздуха. Карское море**

Месяц года	Амдерма	Усть-Кара	Марресале	Остров им. М.Е. Попова
Средняя				
I	-17.83	-19.89	-20.41	-22.71
II	-18.94	-20.96	-21.67	-24.15
III	-17.63	-19.12	-19.98	-23.56
IV	-13.54	-14.05	-15.03	-18.25
V	-4.34	-4.36	-5.22	-7.35
VI	2.25	3.28	2.49	-0.05
VII	7.02	8.39	7.71	4.68
VIII	6.92	8.06	7.50	5.47
IX	3.61	4.21	4.02	2.36
X	-3.34	-4.03	-4.80	-5.78
XI	-9.23	-10.85	-11.18	-13.75
XII	-14.73	-16.79	-17.42	-20.44
Максимальная				
I	-0.2	0.1	-0.2	-1.3
II	0.7	1.5	1.0	-0.4
III	0.0	0.6	-0.1	-2.2
IV	3.6	16.2	3.5	0.7
V	11.4	10.2	9.9	2.2
VI	26.2	27.4	22.0	14.1

Месяц года	Амдерма	Усть-Кара	Марресале	Остров им. М.Е. Попова
VII	29.1	27.7	25.9	22.7
VIII	20.9	22.4	22.6	22.6
IX	14.9	19.6	16.3	10.4
X	10.4	11.4	8.9	4.4
XI	1.8	1.6	0.9	3.3
XII	0.2	0.8	-0.2	-1.0
Минимальная				
I	-37.7	-41.1	-43.9	-43.7
II	-38.1	-41.7	-42.3	-45.0
III	-35.7	-39.8	-42.3	-41.7
IV	-31.0	-38.6	-38.1	-40.0
V	-19.7	-20.8	-20.4	-23.1
VI	-8.6	-6.7	-7.4	-10.8
VII	-2.5	-1.0	-1.9	-1.8
VIII	-2.4	-2.4	-2.2	-0.6
IX	-6.0	-5.6	-5.7	-7.6
X	-22.8	-28.3	-26.4	-24.7
XI	-28.4	-40.7	-36.0	-35.6
XII	-37.5	-41.8	-46.4	-45.4



**Рис. 4.1.11. Средние значения температуры воздуха (C°) по месяцам. Карское море**

Периодические колебания температуры воздуха в течение суток невелики и зависят от суточного изменения высоты солнца, обусловленного широтой места. Так, суточная амплитуда температуры воздуха в июле на о. Диксон составляет

1,9°C, а на о. Визе - 0,9°C, т.е. с увеличением широты места она уменьшается. Суточная амплитуда температуры воздуха зависит также от наличия облачности.

В ясные дни амплитуда суточного хода больше, чем в пасмурные, когда температурные контрасты сглаживаются и суточная изменчивость уменьшается. Зимой амплитуда суточного хода температуры воздуха невелика и составляет 0,2-0,6°, причем максимальная температура может отмечаться в любые часы суток, в том числе и в ночные.

Значительное повышение температуры воздуха в зимний период отмечается при ветрах западных румбов, что связано с адвекцией теплого воздуха, когда происходит смена дня и ночи и облачность минимальна. Осенний максимум суточного хода не выражен из-за большой повторяемости облачности в этот период.

Непериодические колебания температуры воздуха характеризуются ее междусуточной изменчивостью, т.е. изменением температуры от суток к суткам под воздействием, в основном, циркуляционных процессов. Междусуточная изменчивость значительно меняется в зависимости от сезона и района. В январе через южную часть Карского моря проходит до пяти циклонов, и наибольшая средняя изменчивость температуры (4-5°) приходится на эти районы. Летом междусуточная изменчивость температуры в северной части Карского моря в несколько раз меньше, чем зимой. Минимальная междусуточная изменчивость отмечается в июне и сентябре. На побережье и островах она составляет в среднем 1,0-1,5°, в открытом море под влиянием холодной водной поверхности уменьшается до 0,8° (о. Уединения). Наибольшие величины междусуточной изменчивости температуры воздуха могут достигать зимой 20-25°, а летом - 13-16°.

Температура воздуха тесно связана с направлением и скоростью ветра. Западные ветры сопровождаются повышением температуры воздуха в юго-западной части моря до -5 - -8°C, в районе о. Диксон до -11 - -12°C. В северной части моря повышение температуры воздуха до -16°C отмечается при западных и юго-западных ветрах. Летом наиболее низкие температуры отмечаются при ветрах с северной составляющей, а наиболее высокие - при ветрах с южной составляющей.

Зимой и летом часто отмечается инверсионное вертикальное распределение температуры воздуха, когда она в приземном слое с высотой не понижается, а повышается, и лишь с некоторого уровня начинается ее понижение. Инверсионное распределение температуры прослеживается даже по ее средним месячным величинам. Повторяемость инверсий в Арктике имеет четко выраженный годовой ход с максимумами зимой и летом. Наименьшая повторяемость инверсий отмечается осенью, некоторое ее уменьшение наблюдается также весной.

Повторяемость приземных инверсий зимой в западной части Карского моря составляет 50-65%, а мощность их зимой равна 0,6-0,7 км. Наиболее четко выражены инверсионные условия при слабых скоростях ветра в зимний период. Усиление ветра способствует разрушению инверсий и повышению температуры воздуха в приземном слое.

## 4.1.2. ВОСТОЧНЫЙ РЕГИОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РФ (МОРЕ ЛАПТЕВЫХ, ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЕ И ЧУКОТСКОЕ МОРЯ)

### 4.1.2.1. Климат. Общая характеристика

Суровость климата моря Лаптевых определяется главным образом его высокоширотным положением (71-81° с.ш.) к северу от материка и особенностями циркуляции атмосферы в этом районе [Гидрометеорологические условия, 1986]. Благодаря тому, что море расположено севернее полярного круга, здесь наблюдается полярная ночь, длительность которой возрастает от 70-80 дней в южной части моря до 100-120 дней - в северной. Полярный день за счет рефракции примерно на 16 суток больше, чем полярная ночь. В период полярного дня наибольшая высота солнца не превышает 40-42° на юге моря и 32° на широте северной оконечности Северной Земли.

Продолжительность солнечного сияния в сумме за год составляет в северной части моря около 1100 ч, увеличиваясь в прибрежных районах до 1200-1250 ч. Наиболее солнечным месяцем является апрель (250-300, на севере до 350 ч за месяц), тогда как в июле-августе в связи с большой повторяемостью туманов и значительной облачностью продолжительность солнечного сияния почти втрое меньше (100-150 ч за месяц).

Годовой приток суммарной солнечной радиации на поверхность моря Лаптевых составляет 2700-2900 МДж/м<sup>2</sup>, причем около 70% приходится на долю рассеянной радиации. Максимальное поступление солнечной радиации отмечается в мае-июне (45-50% от годовой суммы). Однако из-за большой отражательной способности снега и льда около половины поступающей на подстилающую поверхность солнечной радиации отражается обратно в атмосферу и лишь 1000-1400 МДж/м<sup>2</sup> год поглощается ею (в северной части акватории не более 800 МДж/м<sup>2</sup> в год). При этом, если наибольшее поступление радиации отмечается в мае-июне, то максимальные значения поглощенной радиации характерны для июля, когда полностью стаивает снежный покров.

Радиационный баланс подстилающей поверхности, представляющий собой разность между поглощенной солнечной радиацией и эффективным излучением, большую часть года (с сентября-октября по апрель) является отрицательным, достигая -100 МДж/м<sup>2</sup> в центральные зимние месяцы. Однако в целом за год радиационный баланс положительный. В северо-восточной части моря близок к нулю, а в южной части - превышает 400 МДж/м<sup>2</sup> в год. В среднем для всей акватории радиационный баланс составляет 120-170 МДж/м<sup>2</sup> в год. Летом (июль) его величина достигает 300-400 МДж/м<sup>2</sup> в месяц [Гидрометеорологические условия, 1986].

Радиационный режим подстилающей поверхности является одним из основных факторов формирования климата моря Лаптевых. Не менее важную роль играют циркуляция атмосферы и характер подстилающей поверхности. Атмосферная циркуляция в этом районе имеет ярко выраженный сезонный характер. В зимний период она определяется воздействием двух центров действия атмосферы - исландского минимума и азиатского максимума. С октября по март большая часть акватории моря находится под воздействием ложбины исландского минимума, тогда как барический режим его юго-восточной части определяет отрог мощного сибирского максимума. Такое распределение атмосферного давления способствует развитию зимнего муссона, выражающегося в преобладании воздушных потоков с материка на море. Вдоль ложбины с запада 2-3 раза в месяц выходят циклоны, как правило, атлантического

происхождения. Они несколько смягчают климат моря, и средняя температура над ним в зимние месяцы на 1-2° выше, чем над материком и более северными районами.

В апреле происходит перестройка циркуляции атмосферы, и в мае место Сибирского антициклона занимает неглубокая депрессия, а над морем Лаптевых вместо ложбины располагается область повышенного давления. Барические градиенты уменьшаются, направлены уже в сторону материка и благоприятствуют развитию летнего муссона. В летние месяцы, благодаря соседству прогретого материка и холодного моря, возрастают термические контрасты и усиливается циклоничность. Среднее число циклонов, проходящих над морем, возрастает в июле-августе до 3-4 в западной и 4-5 - в восточной части моря. С прохождением циклонов связаны резкие колебания температуры и атмосферного давления, усиление ветров, увеличение облачности и выпадение осадков.

В летние месяцы существенное влияние на климат моря Лаптевых оказывают морские течения: холодное Восточно-Таймырское, идущее с севера на юг вдоль восточного побережья п-ова Таймыр, и теплое Ленское в восточной части моря, обусловленное стоком р. Лены и направленное на север и северо-восток. В результате в западной части моря Лаптевых лето холоднее и отличается более частыми туманами и значительной облачностью по сравнению с другими районами. Наиболее благоприятные погодные условия в навигационный период складываются в южной части моря под воздействием прогретого материка и теплого Ленского течения. Зимой непосредственное воздействие течений на климат минимально.

Большую часть года море Лаптевых покрыто сплошным ледяным и снежным покровом, который нивелирует различия влияния подстилающей поверхности на климат. В конце июня, в начале июля под воздействием интенсивного притока солнечной радиации и выноса теплых вод Леной и Яной начинается разрушение льдов в южной части моря. К началу сентября все побережье, включая Новосибирские острова, и большая часть акватории освобождаются ото льда, но уже в октябре все море вновь сковано льдами. Положение кромки льдов оказывает большое влияние на погодные условия летних месяцев. С кромкой льдов связаны резкие контрасты поглощенной радиации и температуры воздуха, к ней приурочена наибольшая повторяемость туманов. В зимние месяцы лед служит регулятором теплообмена между морем и атмосферой: происходит медленная отдача накопленного за лето и принесенного течениями тепла, благодаря чему температурные условия над акваторией моря Лаптевых несколько мягче, чем над материком и Арктическим бассейном.

Влияние орографии сказывается больше всего на ветровом и термическом режиме. Под воздействием возвышенных берегов морей, проливов, хребтов и т. д. происходит значительноеклонение направления воздушных потоков. Нередко отмечается искажение ветрового режима на полярных станциях, окруженных холмами, строениями. В вогнутых формах рельефа, закрытых долинах скорости ветра обычно понижаются, а суточные и годовые амплитуды температуры воздуха возрастают.

В целом климат моря Лаптевых отличается очень холодной зимой со сравнительно редкими штормами, но частыми метелями, высокой относительной влажностью воздуха, небольшой облачностью. Лето холодное, сырое, пасмурное, с частыми туманами.

Особенности климата Восточно-Сибирского моря обусловлены главным образом его высокоширотным положением между 69° и 79° действием холодного

Арктического бассейна с одной стороны и огромного азиатского материка с другой, а также спецификой циркуляции атмосферы в этом районе [Гидрометеорологические условия, 1986]. Положение моря севернее полярного круга определяет наличие полярной ночи, когда отсутствует приток солнечной радиации и происходит непрерывное выхолаживание подстилающей поверхности, и полярного дня, в который происходит круглосуточное поступление солнечного тепла. Длительность полярной ночи составляет 50-60 дней в южной части моря и возрастает до 80-100 дней в его северной части. Полярный день за счет рефракции примерно на 16 суток длиннее. В период полярного дня наибольшая высота солнца над горизонтом не превышает 42-43° на южном побережье моря и 31- 32° над о-вами Де-Лонга.

Восточно-Сибирское море является самым солнечным из российских арктических морей. Продолжительность солнечного сияния над его акваторией в сумме за год повсеместно превышает 1200 ч. В годовом ходе наибольшая продолжительность солнечного сияния отмечается в апреле (250-300 ч), когда она равна 60% от теоретически возможной и вдвое больше, чем в августе при одной и той же высоте солнца.

Годовой приток суммарной радиации на поверхность Восточно-Сибирского моря возрастает с северо-запада на юго-восток и составляет 2850-2950 МДж/м<sup>2</sup> к северу от Новосибирских островов и 3100 МДж/м<sup>2</sup> в районе пролива Лонга. По своему составу суммарная радиация на 2/3 состоит из рассеянной радиации и только 1/3 поступает непосредственно от солнца (прямая радиация). Следует отметить, что благодаря исключительной прозрачности арктического воздуха здесь очень велика интенсивность прямой радиации, которая на 10-15% выше, чем в умеренных широтах [Гидрометеорологические условия, 1986].

В годовом ходе наибольшее поступление солнечной радиации приходится на май и июнь (40-50% от годовой суммы). Однако в это время поверхность Восточно-Сибирского моря еще покрыта сплошным льдом с высокой отражательной способностью, поэтому 60% радиации уходит обратно в атмосферу. В среднем за год сумма поглощенной поверхностью моря радиации не превышает 1000-1500 МДж/м<sup>2</sup> (в северной части моря 800 МДж/м<sup>2</sup>). При этом если наибольшее поступление радиации отмечается в мае-июне, то максимальное поглощение ее характерно для июля, когда полностью стает снежный покров.

Радиационный баланс (разность между поглощенной радиацией и эффективным излучением) поверхности Восточно-Сибирского моря большую часть года (с октября по апрель) отрицательный (от -85 до -105 МДж/м<sup>2</sup> в месяц в центральные зимние месяцы). В целом за год он положительный и возрастает с севера на юг от величин, близких к нулевым до 400 МДж/м<sup>2</sup> в год. Летом (июнь-июль) величина радиационного баланса моря может достигать 300-400 МДж/м<sup>2</sup> в месяц.

Преобразование солнечной радиации на поверхности Восточно-Сибирского моря является одним из важнейших факторов формирования его климата. Не менее важную роль играет атмосферная циркуляция и связанное с ней распределение барических полей [Гидрометеорологические условия, 1986]. Зимой, с ноября по март, атмосферная циркуляция над Восточно-Сибирским морем ослаблена, так как оно расположено в перемычке между мощными сибирским и канадским антициклонами. Восточная часть моря в это время находится под воздействием ложбины алеутского минимума. Ветровые потоки в условиях малоградиентного барического поля мало устойчивы.



Через Восточно-Сибирское море зимой проходит 2-4 циклона в месяц. Все циклоны тихоокеанского происхождения. Часть из них выходит из Охотского моря через Якутию и низовья р. Колымы, с этими циклонами связаны довольно резкие кратковременные зимние потепления (иногда до оттепели). Реже циклоны приходят на акваторию моря с востока, через Берингов пролив, и практически не наблюдается циклонов атлантического происхождения.

Весной (апрель-май) происходит перестройка атмосферной циркуляции. Исчезают сибирский и канадский максимумы, резко ослабевает алеутская депрессия. Одновременно формируется, область повышенного давления северного моря Бофорта, что и определяет циркуляционный режим Восточно-Сибирского моря. Количество циклонов, проходящих над морем, в мае снижается до 1-2.

Летом место сибирского максимума занимает обширная депрессия с ложбиной, вытянутой вдоль арктического побережья. Её формирование связано с термическими контрастами между прогретой сушей и холодным морем, благоприятствующими развитию циклоничности. Число циклонов в Восточно-Сибирском море возрастает в июле до 4-5.

В сентябре-октябре происходит перестройка барического поля на зимний тип. В целом над Восточно-Сибирским морем в течение всего года преобладают массы холодного и сухого арктического воздуха или континентального воздуха умеренных широт - более холодного и сухого зимой и сравнительно теплого летом. Значительно реже наблюдается теплый и влажный морской воздух умеренных широт.

Значительную роль в формировании климата Восточно-Сибирского моря играет подстилающая поверхность. Почти 10 месяцев в году море сковано сплошным ледяным покровом и полностью не освобождается от него даже в конце лета. Лишь в августе-сентябре юго-западная часть моря (от о-вов Анжу до Чаунской губы) свободна ото льда. Вся остальная акватория и в разгар лета занята дрейфующими льдами. Восточное мыса Шелагского многолетние льды блокируют летом побережье почти ежегодно. В октябре море уже сковано льдом, и лишь изредка встречаются полыньи и разводья.

Покрытые снегом льды являются мощным рефлектором, отражающим свыше 80% поступающей на их поверхность солнечной энергии. Они регулируют теплообмен между океаном и атмосферой. Несмотря на значительную (до 3 м) толщину льда, зимой происходит медленная отдача в атмосферу тепла, накопленного за лето и принесенного течениями. В результате температура воздуха над Восточно-Сибирским морем в это время года несколько выше, чем над материком и Арктическим бассейном, где теплоотдача значительно меньше. Летом практически вся солнечная энергия затрачивается на таяние льда, и только после уничтожения ледяного покрова начинается активная аккумуляция тепла морем. Специфические метеорологические условия складываются вдоль кромки льдов - здесь отмечаются значительные контрасты в режиме температуры, влажности, облачности. К кромке обычно приурочена наибольшая повторяемость туманов.

В прибрежных районах Восточно-Сибирского моря большое влияние на климатические особенности может оказывать орография. Горные массивы, подступающие с юга к морю, препятствуют прохождению тихоокеанских циклонов, и нередко они, меняя направление, выходят на акваторию моря вдоль долины р. Колымы. Под воздействием возвышенностей, береговой линии, проливов и заливов воздушные потоки могут значительно отклоняться от направления,

определяемого барическим рельефом. Существует определенная тенденция ветровых потоков перемещаться вдоль береговой линии. Особенности орографии могут в большой степени исказить метеорологический режим полярных станций. В районе Певека, например, довольно часто отмечается орографически обусловленный местный ветер «южак», скорость которого может превышать 40-45 м/с. Штормовые ветры фоновое характера отмечаются в районах станций Амбарчик и Валькаркай.

В целом климат Восточно-Сибирского моря отличается очень холодной зимой (особенно в юго-западной части) со сравнительно редкими штормами, но частыми метелями, высокой относительной влажностью при малом влагосодержании воздуха, значительной облачностью. Лето холодное, сырое, пасмурное, с частыми туманами.

Особенности климата Чукотского моря обусловлены его положением к северу от полярного круга между двумя океанами (Северный Ледовитый и Тихий) и континентами Азии и Америки, а также своеобразием циркуляции атмосферы. Высокоширотное положение моря определяет наличие полярной ночи, продолжительность которой возрастает от нескольких дней вблизи полярного круга до 60-80 дней в северной части моря. Полярный день за счет атмосферной рефракции длится в среднем на 16 суток дольше, чем полярная ночь. Наибольшая высота солнца в период полярного дня достигает  $47^\circ$  в Беринговом проливе и  $38-39^\circ$  в северной части моря [Гидрометеорологические условия, 1986].

Продолжительность солнечного сияния над большей частью акватории Чукотского моря в сумме за год составляет около 1200 ч и уменьшается до 1050-1100 ч в районе Берингова пролива и к северу от него. Наиболее солнечным месяцем является апрель (200-250 ч), тогда как в центральные летние месяцы продолжительность солнечного сияния примерно в 2 раза меньше. Характерно быстрое возрастание продолжительности солнечного сияния в прибрежной зоне в сторону материков.

Поверхность Чукотского моря в сумме за год получает 3000-3200 МДж/м<sup>2</sup> солнечного тепла, и лишь в северо-восточной части моря и в Беринговом проливе приток радиации несколько уменьшается. Суммарная радиация на 70% состоит из рассеянной, а непосредственно от солнца (прямая радиация) поступает только около 1000 МДж/м<sup>2</sup> в год. В то же время в солнечные дни интенсивность прямой радиации очень велика вследствие исключительной прозрачности арктического воздуха.

Максимальное поступление суммарной радиации отмечается в мае и июне, когда поверхность Чукотского моря получает более 40% тепла от годовой суммы. Но поскольку поверхность моря в эти месяцы покрыта льдом, обладающим высокой отражательной способностью, около 60% радиации уходит обратно в атмосферу. Аналогичная картина наблюдается и в другие месяцы года. Поэтому сумма поглощенной поверхностью Чукотского моря за год радиации составляет лишь 1100-1500 МДж/м<sup>2</sup>, тогда как 1700-1900 МДж/м<sup>2</sup> тепла от поступающей на поверхность моря радиации не участвует в нагреве водных масс.

Радиационный баланс подстилающей поверхности определяется разностью между поглощенной радиацией и эффективным излучением. В летние месяцы из-за большой облачности величина эффективного излучения незначительна и является минимальной в годовом ходе. Поэтому величина радиационного баланса с мая по сентябрь является положительной и достигает в июне-июле 300-340 МДж/м<sup>2</sup> в месяц. С наступлением полярной ночи при отсутствии притока солнечной радиации эффективное излучение является

основным фактором формирования радиационного баланса, который с октября по апрель отрицательный и достигает  $-100$  МДж/м<sup>2</sup> в месяц. В среднем за год радиационный баланс положительный и по своей величине в несколько раз превышает баланс других арктических морей. Он уменьшается от  $100-200$  МДж/м<sup>2</sup> в год в северных районах моря до  $600-800$  МДж/м<sup>2</sup> в год в районе Берингова пролива.

В формировании климата Чукотского моря, помимо преобразования солнечной энергии на его поверхности, важнейшую роль играет циркуляция атмосферы и связанное с ней распределение барических полей и воздушных потоков [Справочник, 1965-1969]. В зимний период (ноябрь-март) определяющее влияние оказывает ложбина алеутского минимума, направленная от Берингова пролива на северо-запад, а также отроги высокого давления сибирского и канадского максимумов. С ложбиной связаны основные траектории циклонов, проходящих над акваторией Чукотского моря (3-4 циклона за месяц). Прохождение циклонов обычно сопровождается резким изменением погоды - потеплением, увеличением облачности до сплошной, сильными ветрами, иногда туманами.

Весной (апрель-май) интенсивность алеутского минимума значительно ослабевает и её ложбина над Чукотским морем не прослеживается. Число циклонов уменьшается почти вдвое, но приходят они по-прежнему из Берингова моря.

Летом характер циркуляции атмосферы резко меняется: алеутский минимум исчезает, место отрога сибирского максимума занимает ложбина пониженного давления, и только к северу от Чукотского моря сохраняется очаг повышенного давления. Температурные контрасты между прогретым Азиатским материком и холодными арктическими морями благоприятствуют развитию циклоничности, и число проходящих над южной частью Чукотского моря циклонов возрастает в июле до 5-6. Над северной частью моря циклоны отмечаются значительно реже. Траектории большинства циклонов в июне-июле направлены с запада на восток, но уже в августе циклоны с меридиональной составляющей перемещения становятся преобладающими,

Наиболее часто циклоны над Чукотским морем наблюдаются осенью (сентябрь-октябрь), когда их число достигает 6-7 за месяц. В это время происходит перестройка циркуляции атмосферы, и переход к зимнему типу распределения барических полей.

В соответствии с особенностями циркуляции атмосферы преобладающими воздушными массами над Чукотским морем являются холодный и сухой арктический воздух или континентальный воздух умеренных широт, который, по сравнению с арктическим воздухом, более холодный и сухой зимой и сравнительно теплый летом. Значительно реже (при выходах тихоокеанских циклонов) наблюдается теплый и влажный морской воздух умеренных широт.

Большую роль в формировании климата Чукотского моря играет подстилающая поверхность. Почти весь год море сковано сплошным ледяным покровом, который сглаживает климатические контрасты между отдельными его районами. Лишь в конце июня - июле начинается разрушение льдов в районе Берингова пролива. К началу сентября большая часть акватории освобождается от ледяного покрова, но в северной части моря и в проливе Лонга дрейфующие льды могут встречаться постоянно. В конце сентября начинается процесс замерзания, и в конце октября - начале ноября лед занимает уже всю акваторию моря. Но в это время ледяной покров содержит большое число разводий и

полыней, а вдоль северо-западного побережья Аляски расположена Чукотская стационарная полынья, замерзающая не каждую зиму. Существование этой полыньи связано с притоком теплых тихоокеанских вод через Берингов пролив.

Морские льды затрудняют теплообмен между океаном и атмосферой, но не исключают его полностью. Поэтому климат Чукотского моря зимой значительно теплее, чем прилегающих районов Сибири и Аляски. В летние месяцы с положением кромки льдов связаны резкие контрасты погоды - радиационных и температурных условий, режима влажности, облачности. К кромке льдов обычно приурочена максимальная повторяемость туманов.

В летне-осенний период в наибольшей степени сказывается влияние теплых тихоокеанских вод, проникающих в Чукотское море через Берингов пролив. Главная масса этих вод устремляется вдоль аляскинского побережья. Вторая ветвь направлена к о. Врангеля. Холодные воды поступают в Чукотское море с севера и северо-запада, Холодное течение прижимается к чукотскому побережью и в виде узкой струи проникает в Берингов пролив. Влияние теплых и холодных течений отчетливо прослеживается в термическом и ледовом режиме моря. Роль материкового стока в формировании метеорологического режима Чукотского моря невелика.

В прибрежных районах моря значительное возмущающее влияние на климатообразующие процессы оказывает орография. Горные хребты Чукотского полуострова препятствуют перемещению тихоокеанских циклонов, и их траектории приурочены к определенным районам, что сказывается даже на характере барических полей. Под воздействием возвышенных берегов моря, проливов, хребтов происходит значительное склонение воздушных потоков от направлений, обусловленных барическим рельефом. Нередко отмечается искажение ветрового режима на полярных станциях, расположенных в сложных условиях рельефа. В ряде районов отмечаются местные ветры, распространяющиеся в море на несколько километров. На южном побережье о. Врангеля северные ветры нередко имеют характер боры - холодных, сильных, шквалистых ветров, а вдоль побережья Чукотского полуострова летом отмечаются теплые ветры типа фенов.

В целом климат Чукотского моря отличается холодной, ветреной зимой с частыми штормами и метелями, высокой относительной влажностью и значительной облачностью. Лето холодное, сырое, пасмурное, с частыми туманами и осадками.

#### **4.1.2.2. Ветер**

Ветровой режим моря Лаптевых определяется сезонными особенностями расположения барических полей и связанными с ними горизонтальными градиентами давления. Зимой, когда над Сибирью господствует обширная и устойчивая область высокого давления при пониженном фоне давления над морем Лаптевых, преобладают воздушные потоки, направленные с материка на море. Летом характер барического поля меняется на противоположный, и воздушные потоки чаще направлены с моря на сушу. Причем они имеют значительную восточную составляющую, особенно в период августа [Гидрометеорологические условия, 1986].

В переходные сезоны устойчивость потоков уменьшается, причем в сентябре они уже отражают черты зимних процессов.

Преобладание потоков не является абсолютным, степень их устойчивости зависит от циркуляционных процессов, а в прибрежных районах - от орографии, ориентации береговой линии и горных образований и т. д. Во многих районах, в частности, вдоль восточного побережья Таймырского полуострова, у берегов Северной Земли, нередки устойчивые ветровые потоки, направленные вдоль береговой полосы. Горизонтальное отклонение воздушных потоков от градиентных наблюдается в узких проливах (Б. Вилькицкою, Дм. Лаптева), а также в заливах, долинах рек, где ветры, обусловленные барическим полем, имеют тенденцию дуть вдоль пролива, долины, причем нередко преобладают ветры противоположных направлений.

Из-за влияния местных условий преобладающее направление ветра не всегда совпадает с направлением преобладающих потоков. Более устойчивы потоки в зимнее полугодие, когда повторяемость преобладающих ветров составляет обычно 25-30%. При этом на всех станциях (за исключением мыса Кигилях и пр. Санникова) в январе преобладают ветры южных румбов. Максимальная повторяемость преобладающего ветра (52%) отмечена в январе в Тикси и связана с местными орографическими условиями. На соседней станции Муостах, свободной от возмущающих влияний, повторяемость преобладающего юго-западного ветра вдвое меньше (24%).

В летние месяцы муссонная смена ветров проявляется в преобладании ветров северо-восточных и восточных, румбов, которое, однако, не столь резко выражено (от 17 до 30%). На некоторых станциях (о. Малый Таймыр, Андрея, о. Котельный) такую же, а иногда и большую повторяемость имеют ветры других румбов. Особенно неустойчивый характер имеет ветровой режим в западной и центральной частях моря Лаптевых. На южном побережье моря в июле-августе возможно слабое развитие бризовой циркуляции.

Данные о направлении ветра на станциях, расположенных на открытом, низком и ровном побережье характерны и для открытой части моря на расстоянии до 200-300 км. При этом имеется тенденция к отклонению ветра над морем влево до одного румба по отношению к направлению ветра на берегу. Мало репрезентативны по ветру станции о. Малый Таймыр, Тикси, и их данные можно распространить только на район, непосредственно примыкающий к станции. В таблице 4.1.7., а также на рисунках 4.1.12, 4.1.13 показано сезонное изменение значений скорости ветра в море Лаптевых (по данным гидрометеостанций).

**Таблица 4.1.7**

**Сезонные изменения скорости ветра. Море Лаптевых**

Месяц года	Анабар	Остров Дунай	Остров Котельный	пр. Санникова	м. Кигилях
Средняя					
I	4.9	5.1	5.5	4.6	4.4
II	4.7	5.3	5.6	5.0	4.6
III	4.9	5.0	5.4	5.4	4.8
IV	5.5	5.3	5.6	5.9	5.5
V	5.8	5.9	5.8	6.3	5.9
VI	5.8	5.5	6.2	6.2	5.8
VII	5.9	5.5	6.0	5.8	5.5
VIII	5.7	5.9	6.0	5.6	5.5
IX	5.9	6.1	6.4	5.9	5.7
X	5.5	5.7	5.9	5.7	5.3
XI	4.8	5.2	5.3	4.9	4.6

Месяц года	Анабар	Остров Дунай	Остров Котельный	пр. Санникова	м. Кигилях
XII	5.4	5.5	5.7	4.8	4.7
Максимальная					
I	19.0	21.0	20.0	22.0	21.0
II	22.0	22.0	20.0	22.0	21.0
III	26.0	24.0	25.0	21.0	22.0
IV	23.0	18.0	21.0	18.0	18.0
V	21.0	20.0	20.0	24.0	24.0
VI	19.0	19.0	21.0	19.0	20.0
VII	18.0	16.0	19.0	20.0	18.0
VIII	18.0	22.0	24.0	20.0	18.0
IX	19.0	20.0	22.0	27.0	25.0
X	24.0	22.0	21.0	20.0	19.0
XI	20.0	20.0	21.0	22.0	18.0
XII	23.0	22.0	23.0	19.0	16.0

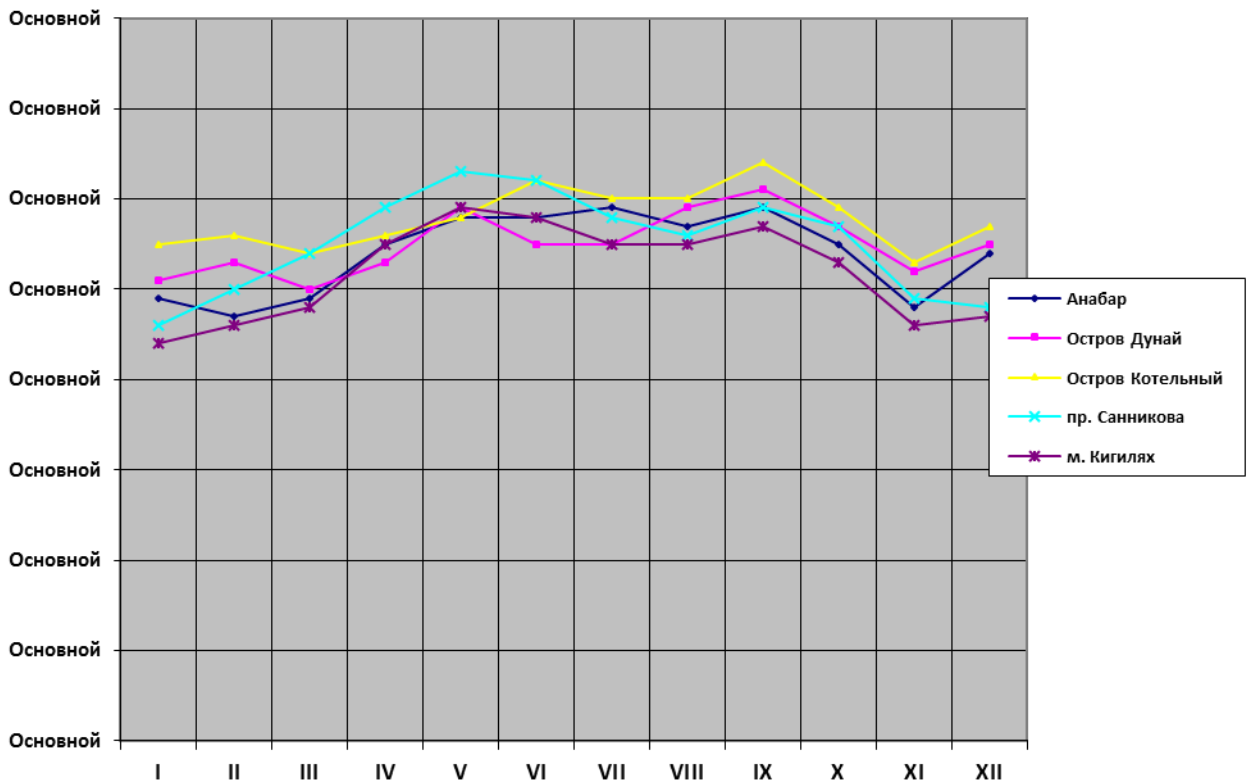
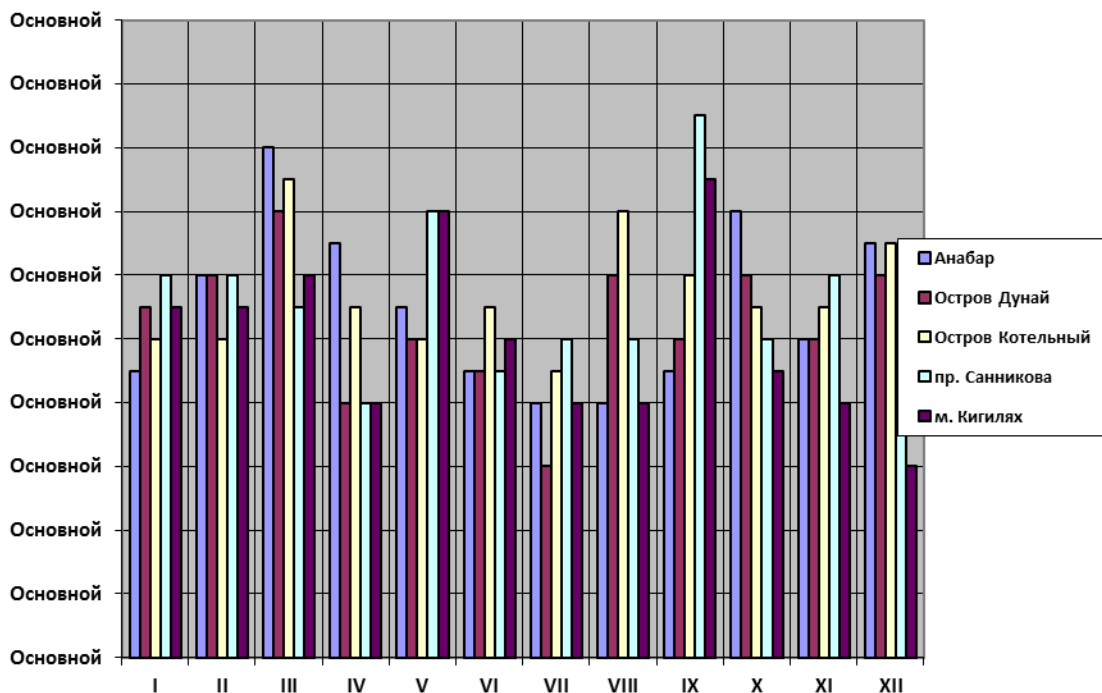
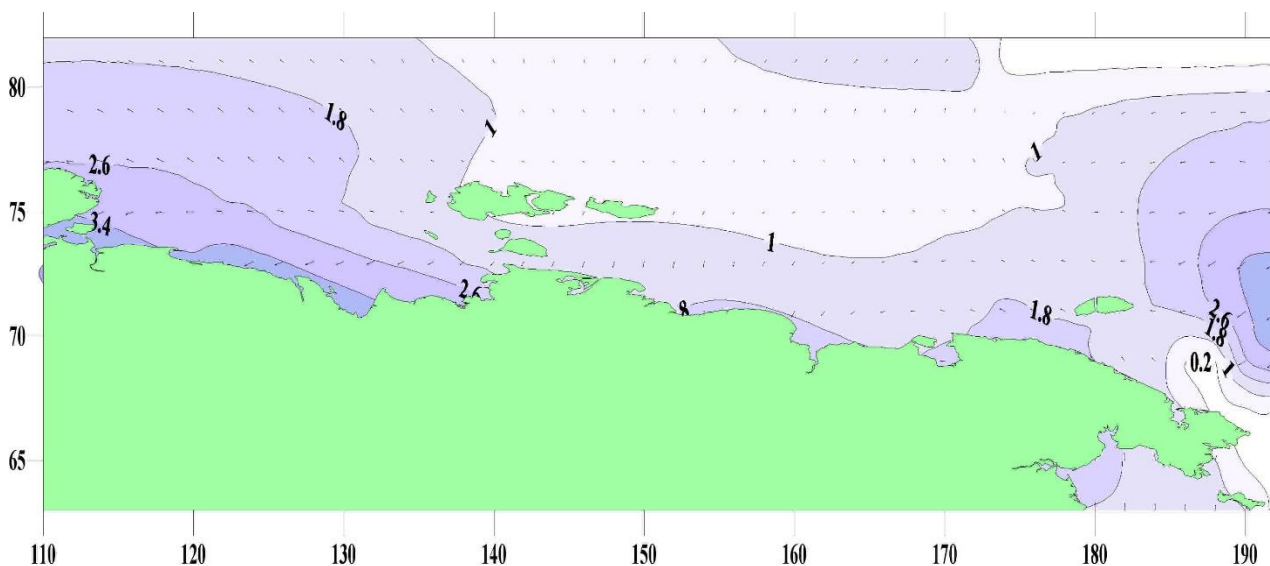


Рис. 4.1.12. Средние значения скорости ветра (м/с) по месяцам. Море Лаптевых



**Рис. 4.1.13. Максимальные значения скорости ветра (м/с) по месяцам. Море Лаптевых**

Средние скорости ветра над акваторией моря Лаптевых от сезона к сезону меняются незначительно и годовая амплитуда обычно не превышает 1-2 м/с. Над восточной частью моря наибольшие скорости ветра обычно отмечаются летом, что объясняется циркуляционными особенностями этого района - оживлением циклонической деятельности в теплое время года на фоне её ослабления зимой. Над остальными районами моря максимум отмечается зимой (Тикси, Андрея) или в переходные сезоны.



**Рис. 4.1.14. Средние скорости приповерхностного ветра (в м/с) за июль**

Для пространственного распределения средних скоростей ветра в течение всего года характерны повышенные величины скоростей в центральной части моря Лаптевых (около 6 м/с, а в сентябре более 7 м/с) и пониженные - над материком и северо-восточной частью моря, где они, как правило, не превышают 5 м/с. На распределении скорости ветра в значительной степени сказывается также искажающее влияние рельефа, благодаря которому во все сезоны отмечается усиление ветра в проливах Б. Вилькицкого, Дм. Лаптева и Санникова, в Хатангском заливе.

Скорость ветра в большой степени зависит от его направления. Средние скорости ветра разных направлений могут различаться в 2-3 раза, особенно зимой. В западной части моря самыми сильными являются обычно ветры западных румбов, их скорость в полтора раза превышают средние скорости ветра [Кошинский, 1982]. В районе Новосибирских островов большие скорости отмечаются при ветрах всех направлений, за исключением северного.

Большой практический интерес представляют данные о повторяемости штормовых ( $>15$  м/с) и слабых ( $<5$  м/с) ветров. Число дней со штормом на побережье моря Лаптевых составляет 40- 50 за год, в открытом море - значительно меньше. Чаще всего штормы отмечаются в холодную половину года (3-4 дня в месяц в открытом море и 4-8 дней на прибрежных станциях), и лишь на востоке (о. Котельный) они равновероятны во все сезоны. В узких проливах и заливах, вблизи возвышенных берегов число дней со штормом возрастает. Летом число дней со штормом уменьшается до 1-2, а в некоторых районах отмечаются не каждый год. В отдельные годы число дней со штормом может отклоняться от среднего многолетнего в 1,5-2 раза.

Число дней со штормом не характеризует полностью их режим. Из-за сравнительно небольшой продолжительности штормов их суммарная повторяемость в течение года в открытой части моря Лаптевых обычно не превышает 1-2% и лишь в осенне-зимний период в районе пролива Б. Вилькицкого может достигать 5%. Наиболее штормовыми являются западные и юго-западные ветры, а в проливах Дм. Лаптева и Санникова-восточные и северо-восточные [Кошинский, 1982].

Местные ветры фенового типа нередко наблюдаются в бухте Тикси при высоком давлении над сушей и низком над морем. При этом образуется мощный поток, направленный со склонов гор в долину р. Сого. Скорость ветра при фене сравнительно невелика (10-14 м/с). Этот ветер сопровождается повышением температуры и уменьшением относительной влажности. Радиус действия фена не превышает 25-30 миль, а длительность его - не более суток.

Наибольшие скорости ветров в юго-западной части моря могут достигать 38-40 м/с (скорости выше 40 м/с по флюгеру измерить невозможно) зимой и в переходные сезоны и 24-28 м/с летом. В восточной части моря максимальные скорости не превышают во все сезоны 34 м/с.

В среднем за год в 40-50% всех случаев непрерывная продолжительность ветра разных направления и силы не превышает 6 ч и лишь в единичных случаях может превышать 3 суток. Например, длительность штормовых ветров ( $>15$  м/с) одного направления на станции Остров Котельный никогда не превышает 3 суток. Штормы такой длительности наблюдаются раз в 50 лет восточнее пролива Б. Вилькицкого и примерно раз в 5 лет в районе Тикси. Столь же продолжительные (3 суток и более) сильные ветры ( $\geq 10$  м/с) отмечаются значительно чаще. Непрерывная продолжительность ветров силой 20 м/с и более практически никогда не превышает суток. Аналогичный характер имеет распределение



сильных ветров и в отдельные месяцы года. Зимой повышается повторяемость сильных ветров одного направления длительностью 12-24 ч. При прохождении активных барических образований направление ветра может меняться на несколько румбов без существенного изменения скорости.

Для моря Лаптевых характерна высокая повторяемость слабых ветров (<5 м/с) в течение всего года. Наибольшая повторяемость характерна для зимы и весны, когда она повсеместно превышает 50%, а в прибрежных районах юго-восточной части моря и на северо-востоке его - 70%. В летне-осенний период повторяемость слабых ветров заметно уменьшается, в сентябре на большей части акватории она превышает 40% [Кошинский, 1982].

Повторяемость штилей в большой степени зависит от защищенности станций. В годовом ходе они имеют четко выраженный зимний максимум, когда повторяемость штилей составляет 12-16% в восточной части моря и 7-10% в западной. Реже всего штили отмечаются летом и осенью (2-6%). Большая повторяемость штилей в Тикси и на о. Преображения связана с местными орографическими особенностями. Над открытым морем повторяемость штилей несколько меньше, чем на островных и прибрежных станциях.

Ветровой режим Восточно-Сибирского моря формируется сезонными изменениями барических полей и связанными с ними горизонтальными градиентами атмосферного давления [Гидрометеорологические условия, 1986]. В зимние месяцы барическое поле над морем размыто, отличается малыми градиентами, и преобладающие ветровые потоки имеют невысокую повторяемость. Над западной частью моря в это время года незначительно преобладают потоки с западной составляющей; над восточной расположена размытая барическая седловина, и ветровые потоки неустойчивы по направлению. Весной над всем Восточно-Сибирским морем господствуют восточные потоки, которые по мере удаления от материка приобретают все большую северную составляющую. Аналогичная картина сохраняется и в летние месяцы. В сентябре в связи с быстрой перестройкой барического поля картина меняется, и в западной части моря незначительно преобладают южные потоки, тогда как на долготе о. Врангеля преобладающие потоки имеют противоположное направление. Аналогичная картина наблюдается в октябре, а в ноябре отмечается уже зимний тип распределения барических полей и воздушных потоков.

Устойчивость преобладающих ветровых потоков зависит от циркуляционных процессов, а в прибрежных районах - от орографии, ориентации береговой линии и горных образований и т. д. Горизонтальное отклонение воздушных потоков наблюдается в узких заливах, проливах и долинах рек с возвышенными берегами, где ветры имеют тенденцию изменять направление вдоль береговой линии, причем нередко преобладающими являются ветры противоположных направлений. Местные условия оказывают существенное влияние на преобладающее направление ветра и его устойчивость на многих береговых и островных станциях Восточно-Сибирского моря.

Зимой (январь) в соответствии с циркуляционными условиями преобладают ветры западных румбов, чаще всего юго-западные и западные. Повторяемость преобладающих румбов составляет обычно 25-30%, и лишь в бухте Амбарчик под воздействием местных условий повторяемость юго-западных ветров достигает 60%. На ряде станций (мыс Шалаурова, о. Четырехстолбовой, Чаун, Валькаркай, мыс Биллингса) четко выражен коридорный эффект, т.е. преобладание ветров противоположных румбов, связанное обычно с орографическими особенностями

положения станций. Зимой в открытом море преобладающие ветры имеют невысокую повторяемость (20-25%). Повторяемость штилей в зимние месяцы, как правило, наибольшая в году. В зависимости от закрытости станций она составляет 20-25% на наиболее защищенных станциях (Валькаркай - 29%) и 7-10% на низменном побережье и в открытом море.

Весной с перестройкой барического поля повторяемость ветров западных румбов резко сокращается, и преобладающими становятся восточные и северо-восточные ветры. Повторяемость этих двух румбов на большинстве станций составляет 40-50%. Только в бухте Амбарчик по-прежнему преобладают юго-западные ветры, но их повторяемость уменьшается вдвое. В летние месяцы, как и весной, преобладают ветры восточных румбов, наиболее устойчивые в юго-восточной части моря. В районе о-вов Анжу и Де-Лонга характерно почти равномерное распределение ветра по румбам. Обращает на себя внимание резкая смена преобладающего направления ветра в бухте Амбарчик - от юго-западного к северо-восточному. В сентябре начинается осенняя перестройка барического поля, и уже в октябре преобладающими становятся юго-западные и западные ветры, хотя повторяемость их меньше, чем в центральные зимние месяцы. В целом, ветровой режим западной части моря менее устойчив, чем восточной.

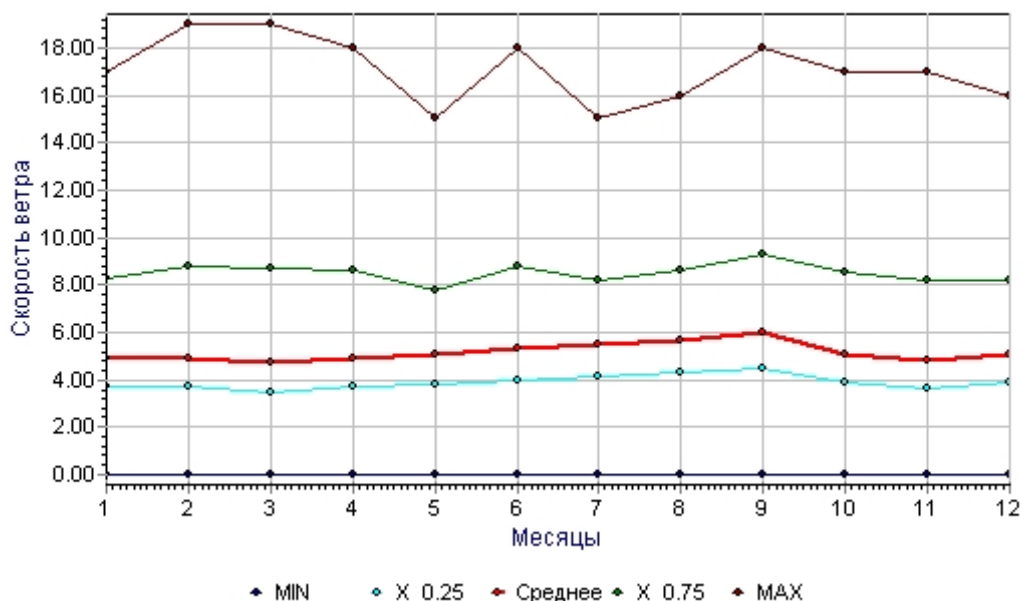
Данные о направлении ветра для станций, расположенных на открытом и ровном побережье, характерны и для акватории Восточно-Сибирского моря на расстоянии до 200-300 км. При этом имеется тенденция к отклонению ветра над морем до 1 румба влево по отношению к направлению ветра на берегу. Мало репрезентативны по ветру станции бухта Амбарчик, Певек, Чаун, данные которых можно распространять только на район, непосредственно примыкающий к станции.

Наиболее приближенная к району работ в Восточно-Сибирском море - о. Жохова. Данные по ней (изменения скорости ветра по месяцам) приведены в таблице 4.1.8, а также на рисунке 4.1.15.

**Таблица 4.1.8**

**Сезонные изменения скорости ветра (м/с). Восточно-Сибирское море, о.Жохова**

	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя	4.9	4.9	4.7	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	6.0	5.1	4.8	5.1
Максимум	17.0	19.0	19.0	18.0	15.0	18.0	15.0	16.0	18.0	17.0	17.0	16.0



**Рис. 4.1.15. Изменения скорости ветра по месяцам (м/с). Восточно-Сибирское море, о. Жохова**

Средние скорости ветра над акваторией Восточно-Сибирского моря от сезона к сезону меняются незначительно, их годовая амплитуда не превышает 2 м/с. Над большей частью моря, особенно на западе, минимальные скорости ветра наблюдаются в зимние месяцы, когда преобладает антициклоническая циркуляция, а редкие антициклоны мало интенсивны. С усилением циклогенеза над Сибирью в летние месяцы достигают наибольших величин и средние скорости ветра. Лишь в районе бухты Амбарчик под влиянием орографических особенностей зимой наблюдаются аномально высокие для этого района средние скорости ветра, а в теплое время года ветер заметно ослабевает. В юго-восточной части моря (Валькаркай, мыс Биллингса) отмечается двойной годовой ход с максимумами зимой и летом и минимумами в переходные сезоны.

Для пространственного распределения скоростей ветра во все сезоны года характерно повышение их средних величин (примерно на 1 м/с) в центральной части Восточно-Сибирского моря по сравнению с его северной периферией и прибрежными районами. В зимние месяцы и весной средние скорости ветра над центральной частью моря составляют 5-6 м/с. В районе бухты Амбарчик и Медвежьих островов скорости возрастают до 6-7 м/с под воздействием орографии и циклонов, выходящих с юга по долине р. Колымы. В прибрежных районах и на севере моря средние скорости уменьшаются до 4,5-5 м/с. В августе - сентябре средние скорости возрастают до 6-6,5 м/с в открытом море и 5-5,5 м/с в прибрежной полосе. В октябре ветры ослабевают, и скорости более 6 м/с отмечаются лишь в юго-восточной части моря и в проливах Санникова и Дм. Лаптева. С ноября устанавливается зимний режим распределения скорости ветра. Следует отметить, что в отдельные годы среднемесячные скорости ветра могут существенно отличаться от средних многолетних, особенно на станциях, ветровой режим которых подвержен орографическим воздействиям. Так, на станциях бухта Амбарчик, о. Четырехстолбовой и Певек среднемесячная скорость ветра в отдельные годы достигает 10-11 м/с.

Скорость ветра в значительной степени зависит от его направления.

Средние скорости ветра разных направлений могут различаться в 2-3 раза везде, за исключением Новосибирских островов, где эти различия минимальны, а наибольшие скорости в отдельные месяцы могут наблюдаться практически при всех направлениях ветра. Над остальной акваторией зимой наибольшими скоростями, в 1,5-2 раза превышающими среднемесячные, отличаются ветры двух противоположных румбов - северо-восточные и на некоторых станциях юго-западные. Весной и летом картина более неопределенная, несколько чаще наибольшими скоростями обладают ветры восточных румбов. Осенью наиболее сильными становятся западные и юго-западные ветры. Обращает на себя внимание станция мыс Биллингса, на которой во все месяцы года самыми большими скоростями отличаются восточные ветры.

Большой практический интерес представляют данные о повторяемости штормовых ( $>15$  м/с) и слабых ( $<5$  м/с) ветров [Кошинский, 1982]. Число дней со штормом на побережье Восточно-Сибирского моря меняется в больших пределах (от 15 до 50 за год) в зависимости от особенностей положения станций, но в целом увеличивается с запада на восток. Реже всего штормовые ветры отмечаются на станциях о. Жохова (14 дней), Алазея (16 дней), о. Айон (20 дней). Наиболее часто сильные ветры фиксировались в бухте Амбарчик (48 дней за год) и в Певеке (более 60 дней), т.е. на станциях с резко выраженным воздействием орографии на ветровой режим. Характерно отсутствие четко выраженного годового хода повторяемости сильных ветров, которые могут отмечаться во все без исключения месяцы года. На станциях с большой повторяемостью штормов они несколько чаще бывают в зимние месяцы. В отдельные годы число дней со штормовым ветром может быть в 1,5-2 раза больше, или меньше среднего многолетнего. В открытом море число дней со штормом обычно уменьшается по сравнению с береговыми станциями, тогда как в узких проливах и заливах, наоборот, увеличивается.

Следует отметить, что в связи с небольшой продолжительностью сильных ветров, суммарная повторяемость штормов над Восточно-Сибирским морем невелика и, как в отдельные месяцы, так и в среднем за год обычно не превышает 2-3%. Лишь на тех станциях, где орографические условия благоприятствуют усилению ветров (бухта Амбарчик, Валькаркай, Певек), повторяемость ветров равных и превышающих 15 м/с в отдельные зимние месяцы может достигать 10%. Наиболее штормовыми являются ветры западных румбов, хотя в весенне-летний период штормовой силы часто достигают восточные и северо-восточные ветры.

Из местных штормовых ветров особого внимания заслуживает «южак» в бухте Певек - сильный, порывистый юго-восточный ветер, сопровождаемый феновыми явлениями [Гидрометеорологические условия, 1986]. «Южак» возникает внезапно, скорость его часто достигает ураганных значений - до 40-45 м/с. Зона действия «южака» не превышает нескольких километров по ширине, в море его влияние простирается на несколько десятков километров. Штормовые ветры фенового характера наблюдаются также в бухте Амбарчик и на мысе Шелагский.

Наибольшие скорости ветра, отмеченные по флюгеру на полярных станциях за период их работы по 2001 г, показывают, что годовые экстремумы почти повсеместно достигают 40 м/с (большие скорости по флюгеру измерить невозможно). Хотя средние скорости ветра достигают наибольших величин в летний период, абсолютные экстремумы отмечаются обычно зимой [Кошинский, 1982]. Летом максимальные скорости обычно не превышают 22-24 м/с в западной части моря и 28-32 м/с в восточной. Аналогично и в переходные сезоны величины максимальных скоростей ветра возрастают с запада на восток.

Сведения о непрерывной продолжительности ветров разных направлений и скорости показывают, что усиление ветра носит обычно кратковременный характер. В среднем за год в 40-50% всех случаев непрерывная продолжительность ветра данного направления и скорости  $\geq 10$  м/с не превышает 6 ч и лишь в единичных случаях превышает 3 суток. В исключительных случаях она может достигать 5-8 суток. Еще менее устойчивы ветры силой более 15 и 20 м/с, непрерывная продолжительность которых не превышает 6 ч в 60-70% всех случаев, а максимальная длительность обычно не более 2-3 суток (для ветра данного направления). Четких сезонных закономерностей в повторяемости периодов различной непрерывной продолжительности сильных ветров не прослеживается. Следует отметить, что непрерывная продолжительность сильных ветров в действительности значительно больше, поскольку в них учтены ветры только одного направления. Однако при прохождении активных барических образований направление ветра может меняться без существенного изменения скорости.

При организации работ на шельфе большое значение имеют сведения о повторяемости слабых ветров ( $>5$  м/с). Для Восточно-Сибирского моря характерна их высокая повторяемость в течение всего года, особенно зимой и весной, когда она повсеместно превышает 50%, а в северной части моря и прибрежных районах достигает 70%. Лишь в районе Медвежьих островов и в проливе Санникова повторяемость слабых ветров понижена. В летние месяцы повторяемость слабых ветров в целом возрастает с запада на восток и от центральной части моря, где она составляет 45-50%, на север и юг (60-65%). В октябре отмечается наименьшая повторяемость слабых ветров, составляющая 45-50% на большей части акватории моря.

Повторяемость штилей над акваторией Восточно-Сибирского моря несколько больше, чем над другими арктическими морями, и имеет четко выраженный годовой ход с максимумом зимой и минимумом летом. В навигационный период повторяемость штилей на большинстве станций составляет 4-8% и лишь в районе Валькаркайской возрастает до 10-18%. Зимой больше сказываются орографические условия, и повторяемость штилей колеблется в пределах от 10 до 30%.

В целом ветровой режим Восточно-Сибирского моря в большой степени зависит от местных условий и отличается разнообразием.

Особенности сезонных изменений барических полей над тихоокеанским сектором Арктики и связанных с ними горизонтальных градиентов атмосферного давления определяют преобладание над Чукотским морем в течение всего года воздушных потоков восточных румбов. Зимой и весной над южной частью моря, особенно близ чукотского побережья, преобладающие восточные потоки имеют значительную северную составляющую. В начале лета (июнь-июль) характерны юго-западные, а в районе Берингова пролива - почти чисто южные потоки. Начиная с августа по мере приближения осени все больше возрастает северная составляющая ветровых потоков, особенно в западной части моря, где в сентябре-октябре они имеют почти чисто северное направление. Таким образом, муссонный характер потоков, характерный для других арктических морей, над Чукотским морем выражен слабо [Гидрометеорологические условия, 1986].

Степень устойчивости воздушных потоков зависит от местных особенностей циркуляционных процессов, орографии, ориентации береговой линии и горных образований и т. д. В некоторых районах (побережье Чукотского полуострова, южное побережье о. Врангеля и др.) нередки устойчивые ветровые

потоки вдоль береговой линии. В узких заливах, долинах рек ветровые потоки также имеют тенденцию распространяться вдоль береговой линии, причем нередко преобладают ветры противоположных направлений (это отмечается даже в Беринговом проливе - станция Уэлен). Поэтому действительно преобладающие на станциях ветры не всегда совпадают с направлением преобладающих потоков.

Зимой (январь) из шести станций только на трех (о. Врангеля, о. Колючин, Уэлен) преобладающий ветер согласуется с преобладающим потоком. На о. Врангеля наибольшую повторяемость имеют северо-восточные ветры (33%), на станциях Уэлен и о. Колючин - северные (соответственно 38 и 28%). На станциях мыс Шмидта, мыс Ванкарем и мыс Нэттэн заметно преобладают орографически обусловленные западные и северо-западные ветры, причем на первой из них повторяемость северо-западных ветров достигает в январе 53%.

Весной (апрель) сохраняется зимний характер распределения ветров по направлению. Летом на станциях Уэлен и о. Колючин наибольшую повторяемость имеют ветры южные (25-38%), на о. Врангеля - восточные (20-30%), которые хорошо согласуются с преобладающими ветровыми потоками. В то же время на остальных станциях чукотского побережья, как и в холодный период, сказываются орографические искажения и преобладают северо-западные ветры.

Осенью (октябрь) на всех советских станциях в западной части Чукотского моря преобладают северные и северо-западные ветры, суммарная повторяемость которых составляет от 40 до 70%. В целом в холодную часть года преобладающие ветры более устойчивы, чем летом.

Средние скорости ветра над акваторией Чукотского моря имеют достаточно четко выраженный годовой ход, обусловленный атмосферными циркуляционными условиями, с максимумом в осенне-зимний период (чаще всего в ноябре) и минимумом в весенне-летний (обычно в июне). Наибольшие скорости ветра во все сезоны отмечаются в районе Берингова пролива и примыкающей к нему акватории. При переходе с моря на сушу скорости ветра убывают, особенно быстро в осенне-зимний период. Пониженные скорости ветра отмечаются и в северной части моря. В зимние месяцы средние скорости ветра над морем равны 6-7 м/с, весной и летом 5-6 м/с, а осенью вновь возрастают, достигая своего максимума в ноябре-декабре (7-8 м/с в южной части моря и 5-6 м/с - в северной).

Скорость ветра в большой степени зависит от его направления. Средние скорости ветра разных направлений могут различаться в 2 с лишним раза. Зимой (январь) в западной части моря (станции о. Врангеля, мыс Шмидта, мыс Ванкарем) самыми сильными (9-11 м/с) являются северные, северо-западные ветры, имеющие большую повторяемость (свыше 20%). Восточное, вплоть до мыса Дежнева, самыми большими скоростями отличаются сравнительно редкие (повторяемость менее 10%) юго-восточные ветры. В Уэлене, например средняя скорость северо-восточных ветров равна 16 м/с, но повторяемость их всего 3%. Летом ветры менее устойчивы и наибольшие скорости нередко отмечаются при ветрах противоположных румбов. На станции о. Колючий, например, наибольшими скоростями в июле отличаются южные ветры, а в августе -- северные. Осенью (октябрь) наибольших скоростей следует ожидать при ветрах северных румбов.

Изменение средних и максимальных значений скорости ветра по месяцам на гидрометеостанции о. Врангеля в Чукотском море представлены в таблице 4.1.9, а также на рисунке 4.1.16.

Таблица 4.1.9

Сезонные изменения скорости ветра. Чукотское море, о. Врангеля

	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя	6.1	5.2	4.3	4.7	4.5	3.7	3.8	4.2	4.9	6.1	7.1	6.3
Максимум	28.	26.	25.	25.	20.	17.	18.	21.	25.	25.	26.	26.

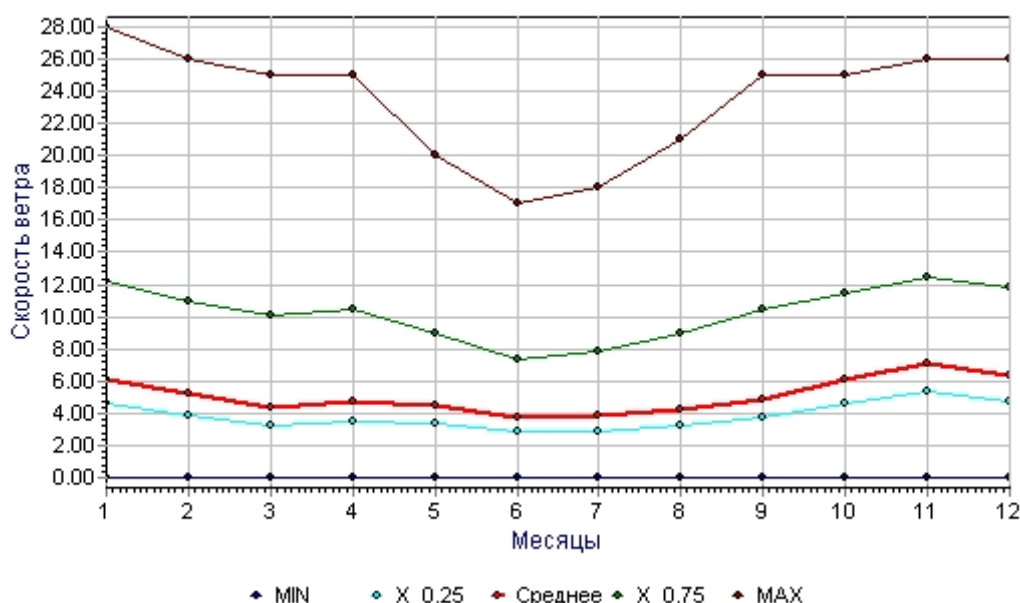


Рис. 4.1.16. Сезонные изменения скорости ветра. Чукотское море, о.Врангеля

Местные ветры наблюдаются почти на всем побережье Чукотского моря, где они носят характер фена, сопровождаются резким повышением температуры воздуха (иногда на 15-20°C) и понижением относительной влажности на несколько десятков процентов. Фены возникают преимущественно в теплое время года в результате переваливания теплых воздушных масс через горные хребты. Они наблюдаются 2-3 раза в месяц и сопровождаются ясной, теплой и сухой погодой. Продолжительность фенов, средняя скорость которых 10-12 м/с, обычно не превышает нескольких часов, и они не распространяются далеко в море.

На о. Врангеля зимой нередко (в среднем 2 раза в месяц) наблюдается бора - сильный северный ветер, развивающийся при переваливании через горы холодных воздушных масс. Средняя скорость боры около 20 м/с, максимальная - более 40 м/с, продолжительность 1-2 суток, в море бора распространяется на 6-8 миль от берега. Бора сопровождается ясной погодой и значительным понижением температуры воздуха.

Большой практический интерес представляют данные о повторяемости штормовых (>15 м/с) и слабых (<5 м/с) ветров [Кошинский, 1982]. Число дней со штормом на советском побережье Чукотского моря в зависимости от закрытости станций составляет от 40 до 70 за год. В открытом море штормы отмечаются значительно реже. Характерен резко выраженный годовой ход повторяемости

штормовых ветров. Чаще всего штормы отмечаются в октябре и ноябре (8-10 дней за месяц), с мая по август бывает 1-2, реже 3 дня со штормом за месяц. В отдельные годы число дней со штормом может превышать среднее многолетнее в 1,5-2 раза. Поскольку длительность штормов обычно невелика, их суммарная повторяемость в осенне-зимний период обычно не превышает 10% в южной части моря и 4-5% - в северной. В весенне-летний период общая повторяемость штормов не более 1% в открытом море и до 2-3% в прибрежной зоне. Повторяемость сильных штормов (более 20 м/с) осенью и зимой достигает на полярных станциях 1-2%, летом обычно не более 0,1-0,3%.

Годовые экстремумы скорости ветра, наблюдавшиеся на полярных станциях за период их работы по 1994 г, повсеместно достигают 40 м/с (большие скорости по флюгеру измерить невозможно). Максимальные скорости ветра могут достигать 35-40 м/с в любой из месяцев осенне-зимнего периода, а на станциях Уэлен и о. Врангеля почти во все месяцы года. Наибольшие по величине экстремумы отмечаются, как правило, в ноябре или октябре. С мая по август на большинстве станций максимальные скорости ветра не превышали 28-30 м/с. В северной части Чукотского моря максимальные скорости ветра значительно меньше, чем в прибрежной зоне и южной части моря.

Даже на станциях о. Врангеля и Уэлен, отличающихся наибольшей повторяемостью штормов, усиление ветра обычно носит кратковременный характер. В среднем за год в 40-50% всех случаев непрерывная продолжительность скорости ветра более 10 м/с при неизменном направлении не превышает 6 ч и лишь в 2-3% всех случаев она может превышать 3 суток. Еще меньше непрерывная продолжительность более сильных ветров. В осенне-зимний период продолжительность сильных ветров значительно повышается по сравнению с летом и в исключительных случаях может достигать 7-8, даже 10 суток (для скоростей ветра >10 м/с). Если учесть, однако, что сильные ветры могут менять при прохождении активных барических образований направление, то их действительная непрерывная продолжительность может быть значительно больше.

Для Чукотского моря характерна высокая повторяемость слабых ветров (<5 м/с) в течение всего года, причем во все сезоны она возрастает с юга на север. Наибольшая повторяемость характерна для весенне-летнего периода, когда она равна около 50% в южной части моря и 60-70% - в северной. Осенью (октябрь-ноябрь) повторяемость слабых ветров в южной части моря резко уменьшается до 25-30%, зимой она составляет около 40%. Над северной периферией Чукотского моря повторяемость слабых ветров в течение года меняется незначительно и составляет около 60%.

Повторяемость штилей в большой степени зависит от защищенности станций. В годовом ходе штили чаще всего отмечаются зимой и весной, когда их повторяемость обычно превышает 10%, достигая 30% на станции Остров Врангеля. Реже всего штили отмечаются летом и осенью - от 3-4 до 10% (лишь на острове Врангеля до 15-18%). Над открытым морем повторяемость штилей несколько меньше, чем на открытых островных и прибрежных станциях.

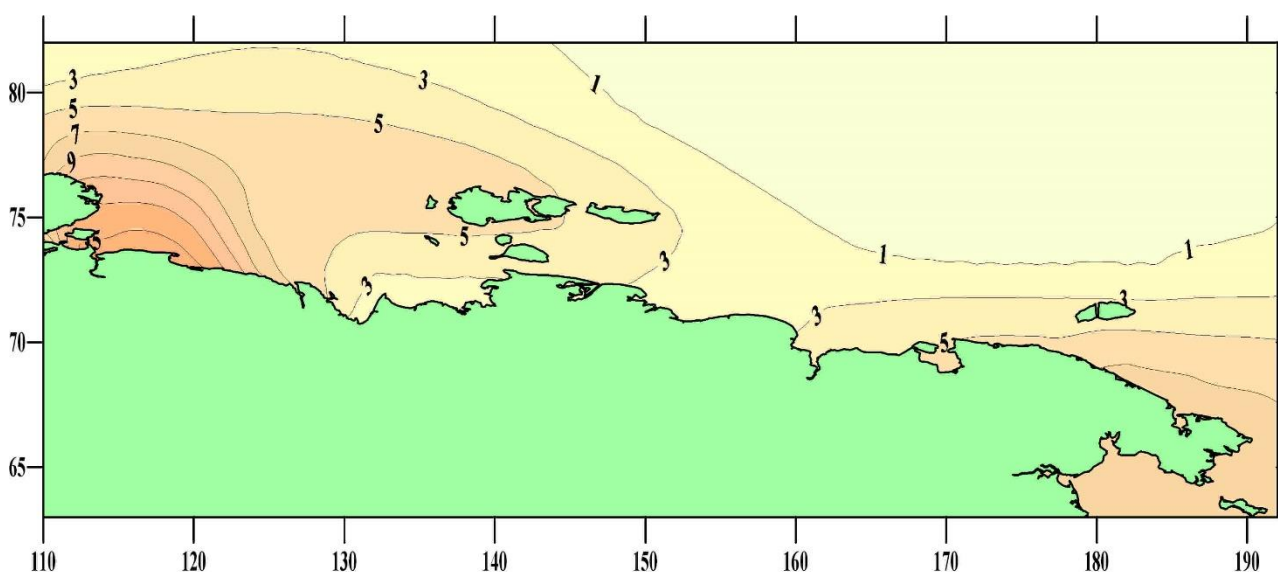
#### **4.1.2.3. Температура воздуха**

Своеобразие режима температуры воздуха над морем Лаптевых определяется континентальностью климата этого района, связанной с удаленностью моря от исландского и алеутского минимумов и доминирующим



воздействием сибирского антициклона в зимний период [Гидрометеорологические условия, 1986]. В результате здесь отмечаются рекордные для Мирового океана величины годовых колебаний среднемесячных температур воздуха, достигающие 40-42°C в южной части моря и 30°C в северной. Наиболее однородные температурные условия, в отличие от других морей, отмечаются не летом, а зимой, когда различия температуры в отдельных районах моря не превышают 2-4°C (в летние месяцы они в 2 раза больше). Особенностью термики моря Лаптевых является также аномальный характер распределения температуры воздуха в зимние месяцы (ноябрь-март): наиболее теплой в этот период является северная часть моря, наиболее холодной - южная.

Средняя температура воздуха в приповерхностном слое (°C) за июль представлена на рис. 4.1.17.



**Рис. 4.1.17. Температура воздуха в приповерхностном слое (°C) за июль**

В центральные зимние месяцы (январь-февраль) температура воздуха вдоль побережья составляет -30 - -32°C (в Оленекском заливе до -34°C). Над акваторией она меняется мало и в северной части моря составляет около -29°C. Начиная с апреля радиационный фактор формирования термического режима является определяющим, и температура возрастает уже с севера на юг от -21 - -22°C до -19 - -20°C.

В летние месяцы материк сильно прогревается, и для прибрежной зоны характерны значительные градиенты температуры. В июле и августе температура у берегов быстро уменьшается от 8 до 2°C, оставаясь над большей частью акватории близкой к нулю. В сентябре положительные температуры (0-1°C) удерживаются лишь южнее 75° с.ш., на север температура быстро убывает до -6°C. В октябре над южной частью моря располагается очаг повышенных температур (около -10°C), к северу и югу от которого температура понижается. В ноябре устанавливается зимний тип распределения температуры, характеризующийся её ростом к северу.

В отдельные годы среднемесячные температуры могут значительно отклоняться от средних многолетних. Зимой амплитуда их колебаний составляет 10-11°C в восточной части моря и 15-17°C вдоль Таймырского побережья. Летом амплитуда в 2-3 раза меньше, а на станции Малый Таймыр в июле-августе она

составляет всего 2,5°C. Вероятность положительных отклонений от нормы составляет зимой 60-70%, а отрицательных-30-40%. Летом в западной части моря более вероятны положительные отклонения (60-70%), а в районе Новосибирских островов - отрицательные (60%).

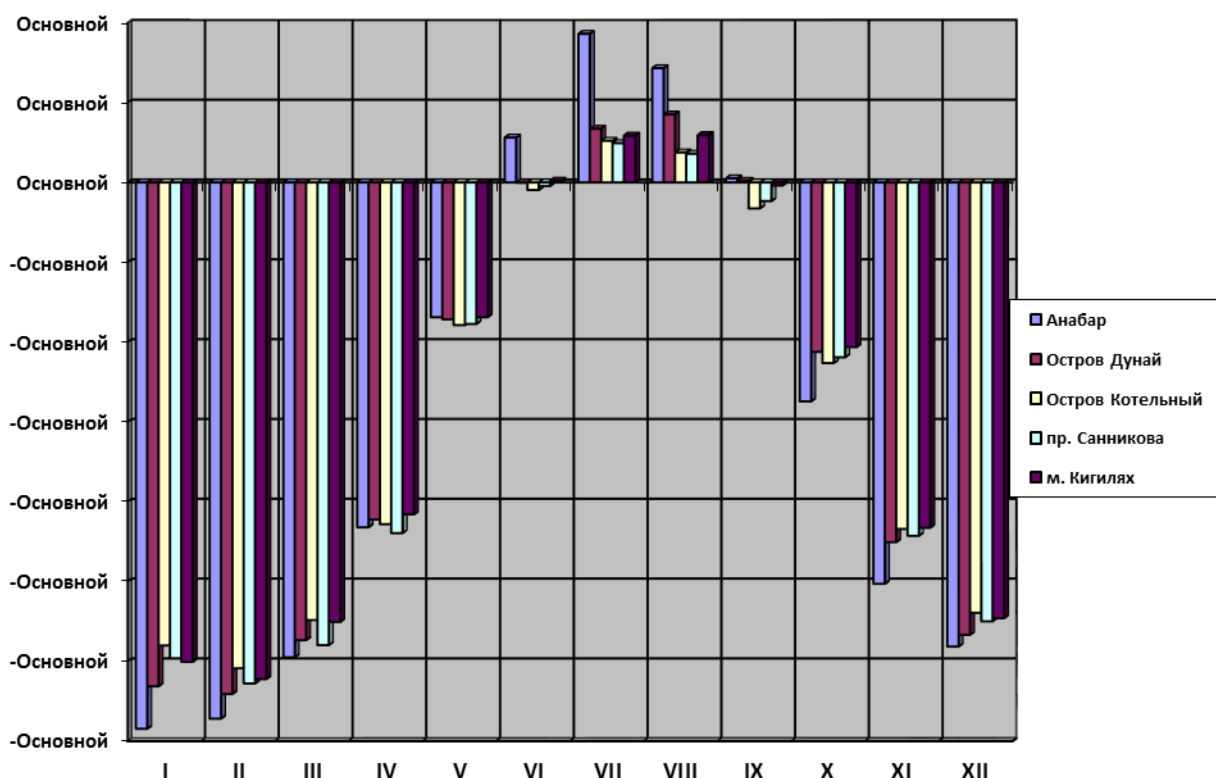
Значения температуры воздуха в соре Лаптевых, полученных по наблюдениям на прибрежных гидрометеостанциях, отражены в таблице 4.1.10., а также на рисунке 4.1.18.

**Таблица 4.1.10**

**Сезонные изменения температуры воздуха (С°) по месяцам. Море Лаптевых**

Месяц года	Анабар	Остров Дунай	Остров Котельный	пр. Санникова	м. Кигилях
Средняя					
I	-34.22	-31.56	-29.00	-29.80	-30.03
II	-33.59	-32.04	-30.43	-31.38	-31.11
III	-29.74	-28.67	-27.41	-28.98	-27.53
IV	-21.60	-21.11	-21.40	-21.96	-20.79
V	-8.44	-8.57	-8.93	-8.86	-8.44
VI	2.81	-0.02	-0.47	-0.22	0.11
VII	9.31	3.37	2.61	2.46	2.93
VIII	7.16	4.26	1.88	1.80	2.97
IX	0.26	0.10	-1.62	-1.16	-0.19
X	-13.71	-10.61	-11.31	-10.95	-10.31
XI	-25.14	-22.53	-21.70	-22.13	-21.63
XII	-29.07	-28.34	-26.95	-27.49	-27.30
Максимальная					
I	-7.7	-11.3	-10.2	-11.2	-12.1
II	-14.3	-13.5	-14.8	-13.9	-13.1
III	-7.8	-6.1	-8.2	-9.9	-8.5
IV	-2.0	-0.8	-3.8	-3.2	-1.7
V	2.1	2.7	3.3	2.6	6.4
VI	26.5	20.3	19.0	9.3	14.7
VII	27.6	22.4	21.5	19.1	17.0
VIII	21.8	18.8	16.6	9.1	17.3
IX	13.0	14.4	8.8	7.1	8.2
X	2.1	2.2	0.8	1.9	1.3
XI	-5.0	-4.7	-4.0	-3.8	-3.2
XII	-7.7	-7.4	-8.5	-10.3	-10.0
Минимальная					
I	-49.4	-46.5	-44.0	-44.3	-44.5
II	-55.1	-49.4	-49.0	-45.8	-44.5
III	-45.6	-41.4	-41.8	-41.8	-39.6
IV	-37.4	-37.0	-36.9	-37.8	-35.9
V	-27.4	-31.9	-25.9	-26.4	-25.0
VI	-13.3	-10.3	-10.1	-9.8	-10.2
VII	-0.8	-2.4	-3.1	-3.2	-2.3
VIII	-1.4	-2.7	-5.0	-4.1	-3.0
IX	-11.5	-10.1	-14.7	-12.9	-10.7
X	-32.0	-30.1	-39.0	-37.8	-30.5

Месяц года	Анабар	Остров Дунай	Остров Котельный	пр. Санникова	м. Кигилях
XI	-41.0	-40.1	-37.8	-37.7	-35.5
XII	-46.0	-45.9	-41.8	-43.5	-41.4



**Рис. 4.1.18. Средние значения температуры воздуха (Co) по месяцам. Море Лаптевых**

Большую часть года над морем Лаптевых свирепствуют морозы. Продолжительность периода с положительными среднесуточными температурами составляет около 2 месяцев в северной части моря и 3-3,5 месяца - в южной. Устойчивый переход температуры воздуха через 0°C раньше всего происходит в Янском и Оленекском заливах (10 июня) и только месяц спустя - в северной части моря. Однако самые ранние и самые поздние даты перехода могут отличаться друг от друга более чем на месяц.

Охлаждение моря происходит медленнее, чем нагрев, поэтому период установления устойчивых отрицательных температур воздуха оказывается более длительным. В северо-восточной части моря температура переходит через 0°C уже в конце июля. И только в третьей декаде сентября устойчивые отрицательные температуры устанавливаются вдоль южного побережья моря. Характерен почти строго широтный ход изохрон осенних дат перехода, тогда как весной конфигурация изохрон определяется положением ледяного массива в море Лаптевых. Для осенних дат перехода характерна очень большая изменчивость времени их наступления на Новосибирских островах и в районе пролива Б. Вилькицкого, где самые ранние и поздние даты различаются на 40-50 дней.

Наиболее высокие температуры летом не превышают 12-15°C на севере и 26-28°C на юге акватории, но над сушей абсолютные максимумы могут достигать 32-35°C. В зимние месяцы (с декабря по март) температура над морем Лаптевых никогда не повышается выше 0°C, и абсолютный максимум равен -2 - -4°C.

Абсолютные экстремумы - редкое явление, наблюдаемое примерно один раз в 50 лет. Минимальная температура, которую можно ожидать ежегодно, примерно на 5-6°C выше наблюдаемого абсолютного минимума и равна в зимние месяцы -43 - -47°C, а летом -1 - -2°C. Аналогично максимальные температуры, ожидаемые над акваторией моря ежегодно, составляют летом 14-15°C, а зимой - 15 - -17°C.

Внутрисуточные изменения температуры имеют периодическую составляющую, определяемую суточным ходом высоты Солнца, и непериодическую, связанную с адвекцией теплого и холодного воздуха в системе циркуляции атмосферы. Периодические изменения температуры воздуха над морем Лаптевых невелики, хотя из-за более высокой степени континентальности климата несколько больше, чем в других арктических морях. Суточная амплитуда в летние месяцы составляет 1,5-2°C в северной части моря, около 3°C в южной и 4-5°C в более континентальных районах. Весной (май), когда происходит смена дня и ночи и облачность минимальна, амплитуда достигает максимальных значений (на 1-2° выше летних). Осенний максимум не выражен из-за большой повторяемости облачности в это время. Зимой, в полярную ночь, амплитуда суточного хода не превышает 0,2-0,3°C, причем максимум может приходиться на любые часы суток, в том числе и ночные.

Непериодические колебания температуры воздуха характеризуются её междусуточной изменчивостью, т.е. изменением от суток к суткам под воздействием, главным образом, циркуляционных процессов. Наибольшая междусуточная изменчивость наблюдалась в зимние месяцы - с декабря по март она равна 3-4°C. Летом величины изменчивости в 2-3 раза меньше, причем минимум отмечается в июне и сентябре. Над северной частью моря Лаптевых под нивелирующим влиянием холодной подстилающей поверхности средняя междусуточная изменчивость температуры не превышает 1°C.

Наибольшие величины междусуточных перепадов среднесуточной температуры воздуха могут достигать 15-18°C зимой и 8-10°C летом. Абсолютные перепады температуры за сутки (разность между максимальным и минимальным значениями) могут превышать зимой 30°C.

Температура воздуха в Арктике тесно связана с ветровым режимом и другими метеорологическими элементами. На большинстве станций ветры, дующие зимой с материка, значительно холоднее, чем ветры противоположного направления. Например, в Тикси при северных ветрах температура на 6°C выше, чем при юго-восточных. Не менее четко выражена связь температуры со скоростью ветра. С усилением ветра температура воздуха, как летом, так и зимой обычно повышается, причем в Тикси разность температур при сильном и слабом ветре может достигать 6-7°C.

Тесно связан термический режим и с облачностью. При пасмурной погоде сглаживаются температурные контрасты, уменьшается междусуточная изменчивость. При ясной погоде амплитуда суточных колебаний температуры возрастает в 3-4 раза.

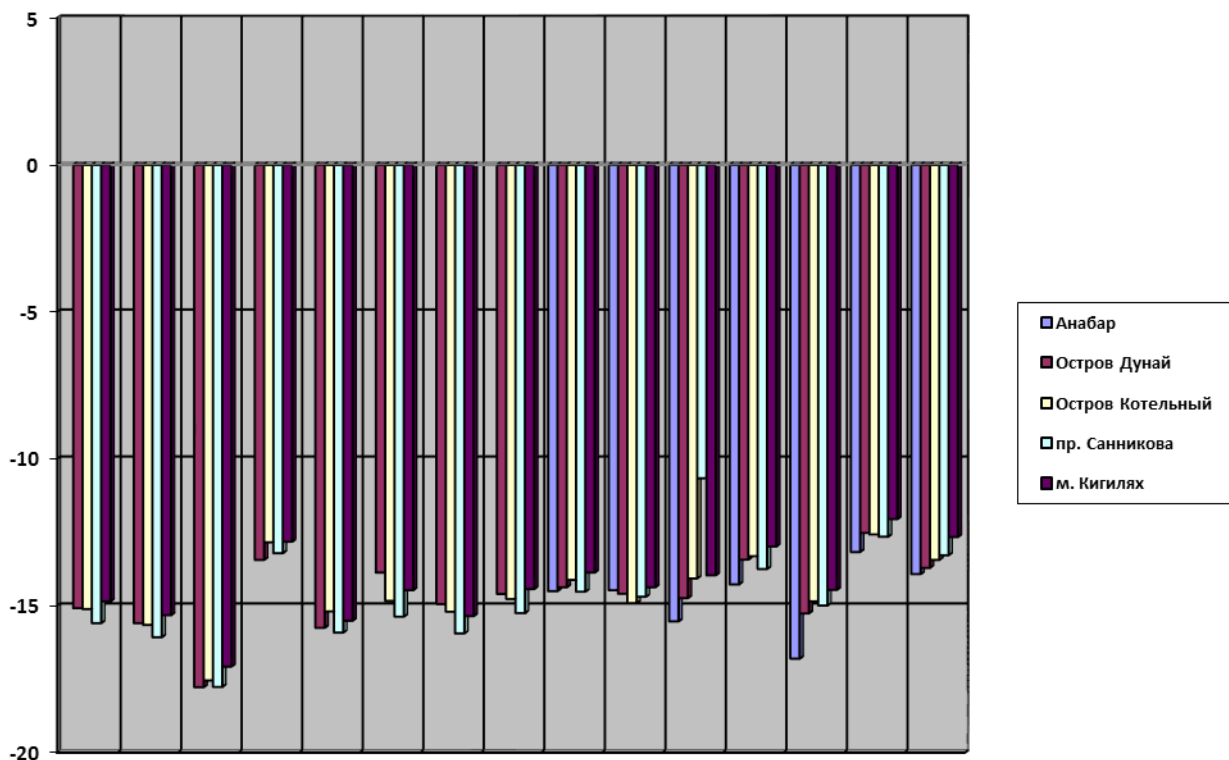
Данные о среднегодовых значениях температуры воздуха в море Лаптевых, полученные с прибрежных гидрометеостанций в период наблюдений с 1977 по 2006 годы, представлены в таблице 4.1.11, а также на рисунке 4.1.19.

**Таблица 4.1.11**

**Среднегодовые температуры воздуха (С°). Море Лаптевых**

Год	Анабар	Остров Дунай	Остров Котельный	пр. Санникова	м. Кигилях
Средняя					
1977	нет данных	-15.08	-15.11	-15.59	-14.85
1978	нет данных	-15.59	-15.65	-16.07	-15.32
1979	нет данных	-17.77	-17.54	-17.76	-17.07
1981	нет данных	-13.44	-12.84	-13.21	-12.82
1982	нет данных	-15.75	-15.19	-15.91	-15.51
1983	нет данных	-13.87	-14.83	-15.37	-14.47
1984	нет данных	-14.94	-15.20	-15.94	-15.35
1985	нет данных	-14.60	-14.77	-15.25	-14.43
2000	-14.50	-14.37	-14.12	-14.52	-13.87
2001	-14.47	-14.59	-14.91	-14.69	-14.37
2002	-15.53	-14.74	-14.07	-10.66	-13.96
2003	-14.27	-13.43	-13.31	-13.75	-12.98
2004	-16.80	-15.26	-14.85	-14.99	-14.46
2005	-13.17	-12.52	-12.57	-12.65	-12.05
2006	-13.92	-13.71	-13.44	-13.28	-12.66
Максимальная					
1977	нет данных	11.8	13.4	7.7	8.9
1978	нет данных	13.6	12.1	7.5	8.7
1979	нет данных	10.2	9.6	6.0	6.2
1981	нет данных	15.3	11.2	7.1	9.9
1982	нет данных	15.3	13.3	8.6	11.5
1983	нет данных	15.2	14.5	9.0	12.9
1984	нет данных	12.4	10.4	10.5	10.2
1985	нет данных	10.4	12.9	7.1	7.1
2000	23.0	18.7	10.9	8.8	10.9
2001	25.8	21.4	17.0	13.3	17.0
2002	25.0	18.8	19.0	5.5	17.2
2003	27.6	20.0	15.3	9.1	17.3
2004	20.7	12.0	10.2	8.9	13.7
2005	26.5	22.4	21.5	19.1	15.9
2006	25.5	15.0	13.6	10.3	16.3
Минимальная					
1977	нет данных	-42.9	-41.2	-41.9	-41.2
1978	нет данных	-46.6	-42.3	-43.5	-41.6
1979	нет данных	-49.4	-43.9	-45.8	-43.3
1981	нет данных	-40.6	-38.7	-40.8	-38.6
1982	нет данных	-44.5	-41.8	-42.1	-44.2
1983	нет данных	-40.8	-42.1	-43.3	-40.7
1984	нет данных	-41.0	-40.0	-42.1	-41.0
1985	нет данных	-41.7	-39.9	-39.5	-39.6
2000	-46.7	-44.2	-44.0	-44.3	-41.0
2001	-49.4	-43.8	-38.3	-39.4	-38.9
2002	-55.1	-48.5	-49.0	-35.5	-44.5
2003	-46.1	-43.9	-37.7	-41.2	-39.8

Год	Анабар	Остров Дунай	Остров Котельный	пр. Санникова	м. Кигилях
2004	-47.8	-43.0	-42.7	-44.4	-39.1
2005	-42.0	-38.5	-38.4	-40.5	-39.4
2006	-43.5	-42.4	-37.1	-37.3	-36.8



**Рис. 4.1.19. Среднегодовые значения температуры воздуха (Co). Море Лаптевых**

Характерной чертой климата моря Лаптевых является наличие термических инверсий над его акваторией в течение всего года. Температура воздуха при инверсии не понижается с высотой, как обычно, а повышается, и лишь начиная с некоторого уровня, она начинает уменьшаться. В результате над морем Лаптевых повсеместно нижние слои воздуха холоднее более высоких.

Наибольшая повторяемость инверсий отмечается зимой, когда она превышает 90%. В летние месяцы сохранению инверсии благоприятствует холодная поверхность моря.

Наиболее резко выражены инверсионные условия при слабых скоростях ветра в зимний период, когда разности температуры на указанных уровнях достигают 4-5°.

Пространственное распределение температуры воздуха над Восточно-Сибирским морем резко меняется от сезона к сезону [Гидрометеорологические условия, 1986]. Зимой, с ноября по март, на полях температуры сказывается адвекция тепла в тихоокеанских циклонах. Основной поток тепла распространяется от о. Врангеля на запад северо-запад, и распределение температуры приобретает аномальный характер: наибольшие её значения

приурочены к центральной части моря, а на север и, особенно, на юг температура понижается. Этому благоприятствует выхолаживание приземного слоя воздуха в системе сибирского антициклона и его отрога, с одной стороны, и теплоотдачи моря через лед, которая особенно интенсивна вблизи материкового склона, с другой.

Средняя месячная температура самых холодных месяцев (январь-февраль) изменяется близ Новосибирских островов в районе о. Врангеля от  $-24^{\circ}\text{C}$  до  $-30^{\circ}\text{C}$  и до  $-32$  -  $-34^{\circ}\text{C}$  в устьевых областях рек Индигирки и Колымы. Весной (апрель-май) выход тихоокеанских циклонов резко сокращается и над Восточно-Сибирским морем устанавливается малоградиентное поле температуры. Средняя температура в апреле изменяется от  $-18^{\circ}\text{C}$  в восточной части моря до  $-20$  -  $-21^{\circ}\text{C}$  в северо-западной.

Летом основным климатообразующим фактором становится приток солнечной радиации в условиях полярного дня. В связи с прогревом материка изотермы простираются параллельно береговой линии, причем для прибрежной зоны характерны большие градиенты, достигающие  $4-6^{\circ}$  на 100 км. Над северной частью моря в июле-августе удерживается устойчивая температура около  $0^{\circ}\text{C}$ , близ побережья она равна  $4-5^{\circ}\text{C}$ , а в глубине вдающихся в материк заливов и бухт - до  $7-8^{\circ}\text{C}$ . С наступлением осени (октябрь) термические контрасты над Восточно-Сибирским морем ослабевают, и уже в ноябре устанавливается зимний тип распределения температуры.

Для годового хода средней температуры воздуха характерны довольно близкие её значения в центральные зимние месяцы - с декабря по март - и отсутствие ярко выраженного минимума в один из месяцев. Это явление получило в литературе название «безъядерной зимы». Однако анализ данных за отдельные годы показывает, что «безъядерность» арктических зим фиктивная. В действительности для Восточно-Сибирского моря, особенно его восточной части, характерны регулярные повышения температуры в один из центральных зимних месяцев - так называемые «теплые ядра» и правильнее говорить не о безъядерности, а о теплоядерности зим. Теплые ядра наблюдаются над Восточно-Сибирским морем в среднем каждую вторую зиму. Чаще всего они отмечаются в январе и феврале, реже в декабре и связаны с особенностями развития адвективных процессов в тихоокеанском секторе Арктики. Иллюзия незначительности изменения температуры в зимние месяцы создается за счет осреднения данных за многолетний период.

В отличие от зимы близкие значения температуры в центральные летние месяцы (июль - август) отражают реальные физические процессы и связаны с нивелирующим влиянием холодного моря. Наибольшая межмесячная изменчивость температуры характерна для переходных сезонов. От апреля к маю, средняя температура воздуха возрастает на  $10-12^{\circ}\text{C}$ , а от мая к июню на  $8-10^{\circ}\text{C}$ . Почти такими же темпами, но несколько медленнее из-за влияния тепловой инерции моря, идет падение температуры осенью, от сентября к ноябрю.

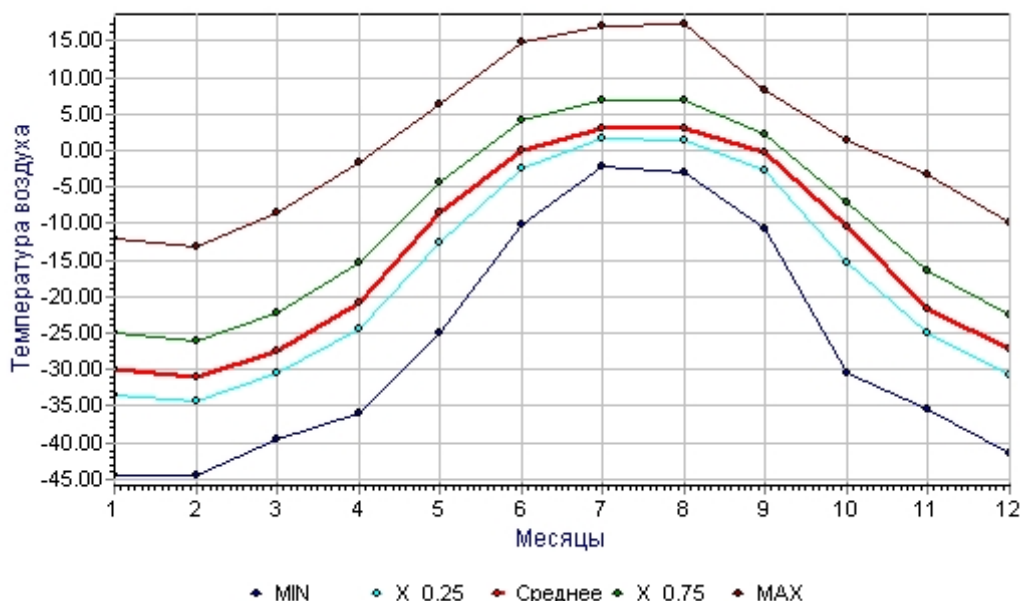
В отдельные годы средние месячные температуры воздуха могут значительно отличаться от её средних многолетних величин. Зимой амплитуда колебаний температуры является наибольшей и составляет примерно  $10^{\circ}\text{C}$  в районе Новосибирских островов,  $14-16^{\circ}\text{C}$  вдоль побережья материка восточнее о. Айон и около  $20^{\circ}\text{C}$  в юго-восточной части моря. При этом положительные отклонения от нормы зимой более вероятны (60-70%) и, как правило, больше по абсолютным величинам, чем отрицательные. Летом преобладание отрицательных аномалий менее заметно.

Большую часть года над Восточно-Сибирским морем наблюдаются отрицательные температуры. Продолжительность периода с положительными среднесуточными температурами составляет менее 2 месяцев в северной части моря и 3-3,5 месяца - в южной. Устойчивый переход температуры воздуха через 0°C раньше всего (конец мая) происходит в Чаунской губе и устьевой части р. Колымы, и лишь полтора месяца спустя (10-15 июля) положительные температуры устанавливаются в северо-восточной части моря. Однако самые ранние и самые поздние даты весеннего перехода могут отличаться друг от друга более чем на месяц, а в отдельные годы в северной части моря отсутствует период с устойчивыми положительными температурами.

Изменение температуры воздуха в течение года представлено в таблице 4.1.12 и на рисунке 4.1.20.

**Таблица 4.1.12**  
**Сезонные изменения температуры воздуха°C. Восточно-Сибирское море, о.Жохова**

	Месяцы					
	I	II	III	IV	V	VI
Минимум	-42.2	-45.1	-39.3	-35.8	-25.5	-11.0
Среднее	-27.65	-29.70	-27.56	-21.77	-9.49	-1.41
Максимум	-10.1	-16.9	-15.5	-3.5	2.5	4.4
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Минимум	-2.9	-6.8	-19.9	-33.4	-38.3	-43.4
Среднее	0.71	-0.27	-4.25	-14.34	-22.72	-27.96
Максимум	4.6	5.3	10.5	-0.8	-4.6	-13.0



**Рис. 4.1.20. Сезонные изменения температуры воздуха°C. Восточно-Сибирское море, о. Жохова**



Осенний переход температуры воздуха через 0°C в северо-восточной части моря происходит уже в конце июля, а к 15 сентября вся акватория Восточно-Сибирского моря находится в области устойчивых отрицательных температур воздуха. Изменчивость дат осеннего перехода температуры через 0°C очень велика: самые ранние и самые поздние даты в юго-восточной части моря могут различаться на полтора-два месяца. Причина - в особенностях циркуляционных и ледовых условий отдельных лет.

С наступлением отрицательных температур начинается интенсивное льдообразование на акватории моря. Толщина образовавшегося за зиму льда определяется годовой суммой отрицательных среднесуточных значений температуры воздуха (суммой градусодней мороза). Эти суммы меняются в значительных пределах: от 4400 градусодней в районе о. Врангеля до 5400 в западной части моря и 5800 на севере акватории.

Абсолютная амплитуда колебаний температуры воздуха над акваторией Восточно-Сибирского моря очень велика. Разность между абсолютными годовыми максимумами и минимумами равна 70-80°C над открытым морем и 80-90°C в заливах, бухтах и в некотором удалении от берега. В зимние месяцы возможная амплитуда составляет 45-50°C, в бухтах и заливах до 55°C. Летом амплитуда уменьшается от 20°C на севере моря до 30°C в прибрежной зоне. Самые низкие температуры, возможные зимой, составляют -42 - -44°C в районе о. Врангеля и -50 - -55°C в южной части моря, заливах и бухтах. Даже в самый теплый месяц (июль) температура воздуха над акваторией моря опускается ниже -5°C.

Внутрисуточные изменения температуры определяются главным образом изменением высоты солнца (периодическая составляющая) и адвекцией теплого или холодного воздуха в системе циркуляции атмосферы (непериодическая составляющая). Полярный день и особенно полярная ночь сглаживают суточный ход температуры. Амплитуда суточных колебаний на станции о. Четырехстолбовой, например, в ноябре-январе составляет 0,2-0,3°C, резко возрастает в марте-мае (до 3-4°C) и не превышает 1,5-2°C летом и 1°C осенью. В осенние месяцы суточный ход мал из-за резкого возрастания количества облачности по сравнению с весной.

Абсолютные экстремумы температуры - редкое явление, наблюдаемое один раз в 30-50 лет. Минимальные температуры, которые можно ожидать ежегодно (средние из годовых абсолютных минимумов), примерно на 5-6°C выше приведенных наблюдаемых абсолютных минимумов и равны в зимние месяцы от -40 - -42°C близ о. Врангеля до -45- -48°C в прибрежной части моря. Летом над большей частью акватории ежегодно можно ожидать понижения температуры воздуха до 0°C. Аналогично середине из абсолютных максимумов составляют летом над открытым морем 10-15°C, у побережья до 20-25°C.

Непериодические колебания температуры воздуха характеризуются её междусуточной изменчивостью. В отличие от периодической составляющей максимальная междусуточная изменчивость наблюдается в зимние месяцы, когда она равна 3- 3,5°C. В летние месяцы она не превышает 1,5-2°C (на севере моря 1°C) и достигает своего минимума в начале лета (июнь) и начале осени (сентябрь). Наибольшие величины междусуточной изменчивости температуры воздуха могут достигать 15-20°C зимой и 9-11°C летом. В целом изменчивость температуры воздуха над акваторией Восточно-Сибирского моря возрастает с запада на восток и с севера на юг. Абсолютные перепады температуры воздуха за сутки (разность между максимальным и минимальным значениями) могут превышать зимой 25°C.

Температура воздуха в Арктике тесно связана с ветровым режимом. Зимой в прибрежных районах ветры, дующие с охлажденного континента, как правило, на несколько градусов холоднее, чем ветры, дующие со стороны моря. В западной Части Восточно-Сибирского моря эти разности достигают 6-7°C. Усиление ветра как зимой, так и летом обычно приводит к повышению температуры воздуха. Самые сильные морозы зимой чаще всего отмечаются при штилевой погоде, особенно в закрытых бухтах, заливах.

Связь термического режима с облачностью проявляется в уменьшении междусуточной изменчивости температуры в пасмурную погоду, сглаживании пространственных температурных контрастов. При ясной погоде амплитуда суточных колебаний температуры возрастает в несколько раз.

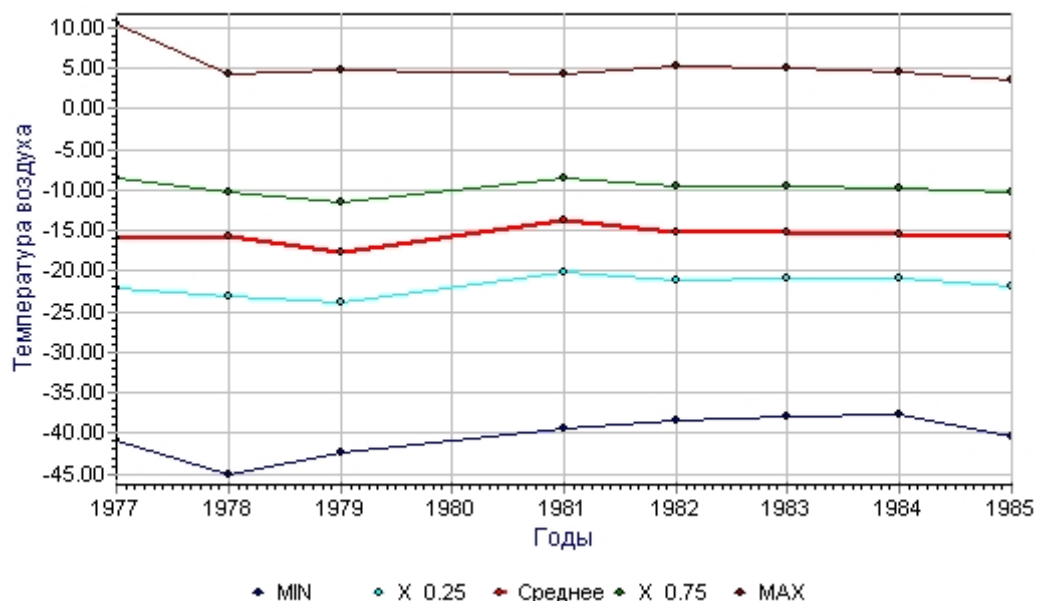
Характерной чертой климата Восточно-Сибирского моря и особенно его западной части является наличие термических инверсий над его акваторией. Температура воздуха при инверсии не понижается с высотой, как обычно, а повышается, и лишь начиная с некоторого уровня, она начинает уменьшаться. Наибольшая повторяемость инверсий отмечается зимой: с ноября по март их повторяемость превышает 90%, а в декабре-феврале они отмечаются практически непрерывно. Летом инверсии поддерживает холодная поверхность моря, но мощность их значительно уменьшается. Однако летом распределение температуры с высотой носит более сложный характер и зависит от скорости и направления ветра. При ветрах, дующих со стороны моря, инверсионное распределение температуры выражено более четко.

В таблице 4.1.13 и на рисунке 4.1.21 представлены среднегодовые значения температуры воздуха, полученные с гидрометеостанции о. Жохова в период 1977-1985 гг.

**Таблица 4.1.13**

**Среднегодовые значения температуры воздуха°C. Восточно-Сибирское море, о.Жохова**

	Годы							
	1977	1978	1979	1981	1982	1983	1984	1985
Минимум	-41.0	-45.1	-42.5	-39.3	-38.5	-37.9	-37.8	-40.3
Среднее	-15.86	-15.75	-17.71	-13.68	-15.19	-15.13	-15.36	-15.61
Максимум	10.5	4.3	4.8	4.4	5.3	5.1	4.6	3.5



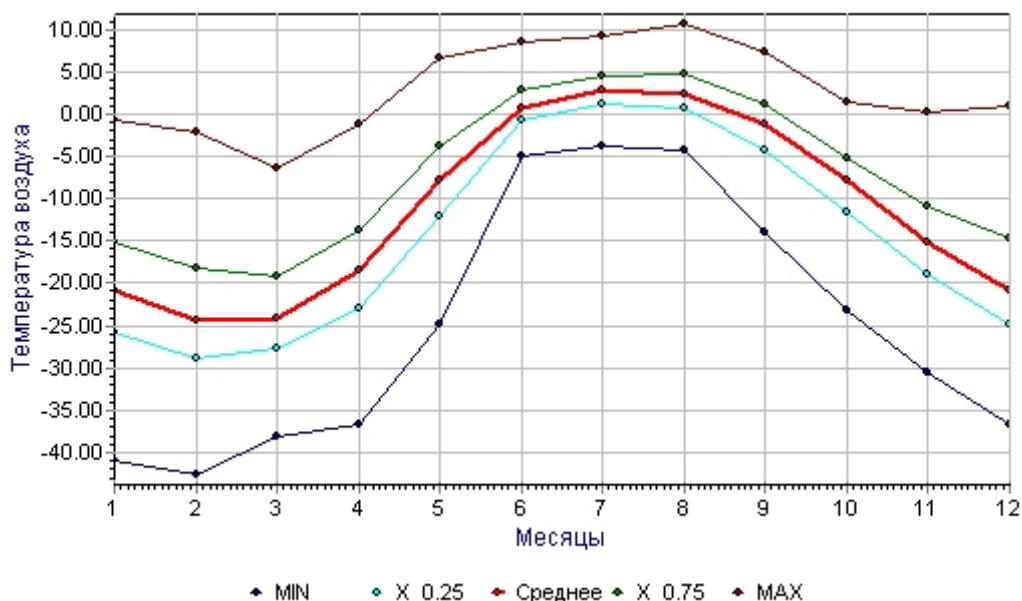
**Рис. 4.1.21. Среднегодовые значения температуры воздуха<sup>°</sup>С. Восточно-Сибирское море, о. Жохова**

Своеобразие пространственного распределения температуры воздуха над Чукотским морем определяется преобладающим влиянием подстилающей поверхности в летний период и особенностей циркуляции атмосферы и гидросферы в остальные сезоны. Большую часть года, с сентября по март, отмечается активная адвекция тепла в тихоокеанских циклонах, на которую накладывается термическое воздействие теплых океанических течений, проникающих в Чукотское море через Берингов пролив. Несмотря на наличие ледяного покрова, океаническое тепло отдается в атмосферу и в совокупности с циклонической циркуляцией это определяет характерный изгиб изотерм к северу на картах температуры. Летом, наоборот, покрытое тающим льдом море действует как холодильник, и изотермы изогнуты к югу. Средняя месячная температура воздуха центральных зимних месяцев изменяется от -18 - -20<sup>°</sup>С в районе Берингова пролива до -26 - -28<sup>°</sup>С в северной части моря. Для зимы характерны большие градиенты температуры воздуха вдоль чукотского побережья, связанные с выхолаживанием воздуха в гребне повышенного давления (отроге сибирского максимума) над континентом. Весной (апрель-май) вынос тепла в циклонах на акваторию Чукотского моря с юга уменьшается, но характерный прогиб изотерм на северо-запад сохраняется. Температура воздуха в это время быстро повышается от -8 - -18<sup>°</sup>С в апреле до -2 - -8<sup>°</sup>С в мае.

**Таблица 4.1.14**  
**Сезонные изменения температуры воздуха<sup>°</sup>С. Чукотское море. о.Врангеля**

	Месяцы					
	I	II	III	IV	V	VI
Минимум	-40.9	-42.6	-38.2	-36.8	-24.8	-5.0
Среднее	-20.83	-24.37	-24.14	-18.44	-7.80	0.68
Максимум	-0.7	-2.1	-6.4	-1.3	6.5	8.4
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Минимум	-3.8	-4.2	-14.0	-23.3	-30.5	-36.7

Среднее	2.68	2.32	-1.15	-7.79	-15.06	-20.89
Максимум	9.2	10.6	7.4	1.4	0.1	0.9



**Рис. 4.1.22. Сезонные изменения температуры воздуха °С. Чукотское море. о. Врангеля**

Летом роль циркуляционных факторов в формировании термического режима незначительна, поступающая солнечная радиация почти полностью расходуется на таяние льда, и горизонтальные градиенты температуры над открытым морем становятся минимальными. Средняя температура воздуха в июле-августе меняется от 3-4°С в южной части моря до 0 - -1°С на его северной периферии. В прибрежной части моря характерна ориентация изотерм вдоль береговой линии. При переходе с моря на берег, а также в глубине залива Коцебу температура быстро повышается до 10-12°С. С наступлением осени начинается быстрое выхолаживание моря. В октябре Чукотское море почти полностью находится в области отрицательных температур, а в его северной части средние величины температуры достигают -10 - -12°С.

Годовой минимум температуры приходится, как правило, на февраль, но он очень слабо выражен, и средние многолетние величины температуры зимних месяцев (с января по март) мало различаются. В действительности же для Чукотского моря характерны резкие колебания термического режима в течение зимы, и в 50-60% всех лет отмечается значительное повышение температуры в один из центральных зимних месяцев по сравнению с соседними. Чаще всего такие «теплые ядра» отмечаются в январе и феврале и связаны обычно с усилением в эти месяцы адвекции тепла с юга. Представление о незначительности изменений температуры от месяца к месяцу зимой связано с осреднением данных за многолетний период.

В отличие от зимы близкие значения температуры воздуха в центральные летние месяцы (июль-август) отражают реальные физические процессы и связаны с нивелирующим влиянием холодного моря. Наибольшая межмесячная

изменчивость температуры характерна для переходных сезонов: от апреля к маю средняя многолетняя температура возрастает на 9-11°C, от мая к июню - на 8°C. Более медленными темпами идет понижение температуры осенью, что связано с тепловой инерцией моря.

В отдельные годы средние месячные температуры воздуха могут значительно отличаться от её средних многолетних величин. Зимой амплитуда колебаний температуры воздуха является наибольшей и составляет около 20°C вдоль чукотского побережья и 12-16°C над остальной акваторией Чукотского моря. Летом амплитуда уменьшается до 5-6°C на прибрежных станциях и 1-3°C в открытом море. При этом летом несколько более вероятны отрицательные отклонения от нормы, а зимой - положительные.

Большую часть года над Чукотским морем наблюдаются отрицательные температуры. Продолжительность периода с устойчивыми положительными температурами воздуха составляет 4 месяца в районе Берингова пролива, 3 месяца - у 70° с.ш. и около месяца - на крайнем севере моря. Устойчивый переход температуры воздуха через 0°C раньше всего (конец мая) происходит в заливе Коцебу, в первой декаде июня - вдоль чукотского и аляскинского побережий и лишь около 10 июля - на севере моря. Однако за период работы станции самые ранние и самые поздние даты могут различаться почти на месяц, а в северной части моря в отдельные годы период с устойчивыми положительными температурами отсутствует вообще.

Медленное охлаждение моря осенью благоприятствует тому, что период установления устойчивых отрицательных температур над Чукотским морем почти на месяц более длительный, чем период установления положительных температур. В северной части моря температура переходит через 0°C уже в конце июля, а в Беринговом проливе и заливе Коцебу устойчивые отрицательные температуры устанавливаются лишь в первых числах октября. Изменчивость дат осеннего перехода значительно возрастает: самые ранние и самые поздние даты на одной и той же станции могут различаться на 40-50 дней.

С наступлением отрицательных температур начинается интенсивное образование льда на акватории моря. Толщина образовавшегося за зиму льда определяется годовой суммой отрицательных среднесуточных значений температуры воздуха (сумма градусодней мороза). Эти суммы меняются над Чукотским морем в больших пределах: от 3000 градусодней в Беринговом проливе до 5500 на крайнем севере моря.

Диапазон возможных колебаний температуры, характеризуемый абсолютными экстремумами, над Чукотским морем очень велик. Для года в целом разности между абсолютными максимумами и абсолютными минимумами составляют 70-75°C вдоль чукотского и аляскинского побережий и 55-60°C над открытой частью моря. В зимние месяцы абсолютная амплитуда колебаний температуры составляет около 50°C в южной части моря и 45°C - в северной. Летом амплитуды примерно в 2 раза меньше - около 25°C.

Самые низкие температуры воздуха, возможные над Чукотским морем зимой, равны -40 - -45°C (в закрытых бухтах, заливах до -48°C). Даже летом температура воздуха может изредка опускаться до -2 - -6°C. Наиболее высокие температуры воздуха в прибрежной зоне и в Беринговом проливе достигают 28-30°C, тогда как в открытом море они не превышают 15-20°C. Температура может достигать положительных значений в любой зимний месяц, а в южной части моря в январе-марте доходить до 4 -8°C.

Абсолютные экстремумы температуры - редкое явление, наблюдаемое раз в 30-50 лет. Минимальные температуры, которые можно ожидать ежегодно (их характеризуют средние из абсолютных минимумов), примерно на 5-6°C выше наблюдаемых абсолютных минимумов и равны в зимние месяцы -38 - -40°C. Летом ежегодно ожидаемые минимальные температуры не бывают ниже -2 - -3°C. Аналогично средние из абсолютных максимумов характеризуют наиболее высокую температуру, которую можно ожидать ежегодно, и составляют 18-22°C в прибрежной зоне и 10-15°C в открытом море. Зимой можно ожидать ежегодного повышения температуры не выше -3-5°C.

Внутрисуточные изменения температуры определяются главным образом изменением высоты солнца (периодическая составляющая) и адвекцией теплого или холодного воздуха в системе циркуляции атмосферы (непериодическая составляющая). Полярный день и особенно полярная ночь сглаживают суточный ход температуры, и амплитуда суточных колебаний даже в южной части моря (Уэлен) в ноябре-январе не превышает 0,5°C. Суточный ход резко возрастает в марте-апреле (до 3-3,5°C), когда отмечается наибольший приток солнечной радиации и происходит смена дня и ночи. В осенние месяцы амплитуда не превышает 1°C из-за увеличения общей облачности.

Непериодические колебания температуры воздуха характеризуются её междусуточной изменчивостью. В отличие от периодической составляющей максимальная междусуточная изменчивость наблюдается в зимние месяцы, когда она равна 3-3,5°C. В теплый период (июнь-сентябрь) она не превышает 1,5°C (на севере моря 1°C). Наибольшие величины междусуточной изменчивости температуры воздуха могут достигать 15-20°C зимой и 9-11°C летом. Абсолютные перепады температуры воздуха за сутки (разность между максимальной и минимальной температурами) могут превышать 25°C.

Температура воздуха над Чукотским морем, особенно его прибрежной частью, тесно связана с ветровым режимом. Зимой при ветрах, дующих с охлажденного континента, температура воздуха, как правило, на несколько градусов ниже, чем при ветрах со стороны моря. Амплитуда температур при разных направлениях ветра достигает 10-15°C и увеличивается с запада на восток. Усиление ветра, особенно зимой, обычно приводит к повышению температуры воздуха.

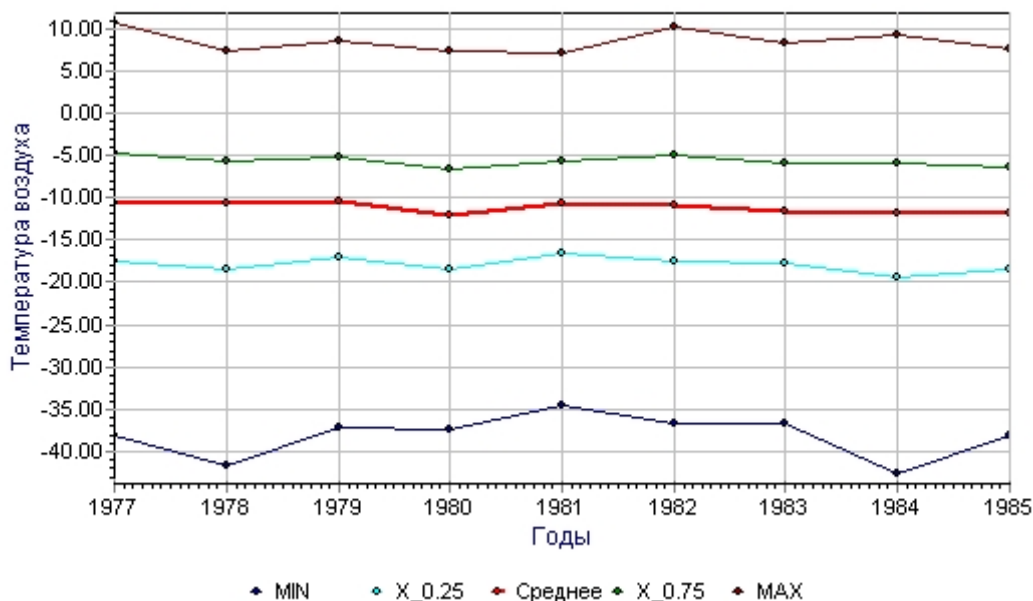
Связь термического режима с облачностью проявляется в уменьшении междусуточной изменчивости температуры воздуха в пасмурную погоду, в сглаживании температурных контрастов. При ясной погоде амплитуда суточных колебаний температуры возрастает и несколько раз.

Характерной чертой климата Чукотского моря является наличие термических инверсий над его акваторией, особенно четко выраженных в зимнее время. Температура воздуха при инверсии не понижается с высотой, как обычно, а повышается, и лишь начиная с некоторого уровня, она начинает уменьшаться. Повторяемость инверсий в зимнюю половину года превышает 90%. Наибольшей мощности они достигают к концу зимы (февраль-март). Летом существование инверсий поддерживается холодной поверхностью моря, но мощность их по сравнению с зимой уменьшается вдвое. Наличие зимних инверсий хорошо видно из температурных данных, но летом распределение температуры с высотой носит более сложный характер и зависит от скорости и направления ветра. При ветрах со стороны моря инверсионное распределение температуры выражено более четко (мыс Шмидта).

**Таблица 4.1.15**

**Среднегодовые значения температуры воздуха °С. Чукотское море, о.Врангеля**

	Годы								
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Минимум	-38.1	-41.7	-37.1	-37.3	-34.6	-36.7	-36.7	-42.6	-38.2
Среднее	-10.79	-10.79	-10.40	-12.10	-10.72	-11.02	-11.52	-11.78	-11.98
Максимум	10.6	7.2	8.4	7.4	7.1	10.2	8.2	9.2	7.6



**Рис. 4.1.23. Среднегодовые значения температуры воздуха °С. Чукотское море, о.Врангеля**

### 4.1.3 КЛИМАТ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ РФ

#### 4.1.3.1 Берингово море

##### Общая характеристика

В северо-восточной части района наблюдается сильное влияние воздушных масс Арктического бассейна, поэтому климат здесь более суровый, чем в юго-западной части. Существенное влияние на климат оказывает также Азиатский материк и холодное Камчатское течение [Лоция, 1994, 1995].

Зима довольно продолжительная, с устойчивыми морозами и метелями. Наиболее холодные зимы отмечены в вершинах заливов, глубоко вдающихся в сушу. В зимнее время довольно интенсивна циклоническая деятельность, обуславливающая частые осадки. Однако количество осадков, выпадающих в зиму, невелико.

Лето пасмурное и прохладное. В открытом море часто наблюдаются туманы, особенно в районе холодного течения.

Обледенение судов наблюдается с ноября по апрель. В это время вероятна

угроза очень быстрого обледенения судов, при котором скорость нарастания льда превышает 6 см/час. Очень быстрое обледенение наблюдается при сочетании температуры воздуха ниже  $-4^{\circ}\text{C}$  и скорости ветра более 10 м/сек.

### **Температура и влажность воздуха**

Температура в северо-восточной части района моря ниже, чем в юго-западной. Зимой она понижается по направлению к побережью, особенно к вершинам заливов. Летом в этих местах температура выше, чем в открытом море, однако различие температур не столь значительно, как зимой [Проект «Моря». Берингово море, 1993]. Средняя месячная температура воздуха самых холодных месяцев (январь-февраль) равна  $-12^{\circ}\text{C}$ ,  $-17^{\circ}\text{C}$ . В вершинах заливов она понижается до  $-19^{\circ}\text{C}$  и до  $-23^{\circ}\text{C}$ . Наименьшая температура воздуха на побережье в это время колеблется от  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $-47^{\circ}\text{C}$ . Заморозки заканчиваются, как правило, во второй половине июня и начинаются в конце августа - начале сентября. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 65-80 дней, местами она увеличивается до 100 дней.

Средняя месячная температура воздуха самых теплых месяцев года (июль-август) находится в пределах  $4^{\circ}\text{C}$  -  $13^{\circ}\text{C}$ , причем на побережье она несколько выше, чем в открытом море.

Разность между средней температурой самого теплого и самого холодного месяца на побережье колеблется от  $20^{\circ}\text{C}$  до  $35^{\circ}\text{C}$ , на море она не превышает  $10^{\circ}\text{C}$  -  $15^{\circ}\text{C}$ .

Относительная влажность воздуха велика в течение всего года. С мая по сентябрь она достигает 80-90%, а с октября по апрель колеблется от 70 до 85%.

### **Ветер**

В период с октября по апрель повсеместно преобладают ветры северо-западного, северного и северо-восточного направления; повторяемость их в сумме составляет 50-85%. В период с мая - июня по август в целом преобладают ветры юго-западные, южные и юго-восточные, повторяемость которых составляет 30-60%.

Средняя месячная скорость ветра на побережье с октября по март составляет 6-8 м/сек, с апреля по сентябрь - 2-4 м/сек (см. Приложение – Ветер). В тоже время в открытом море и на мысах, вдающихся далеко в море, средняя месячная скорость ветра увеличивается соответственно до 8-13 и 4-6 м/сек.

Штили чаще всего наблюдаются с апреля по сентябрь, повторяемость их в это время достигает 15-30%. В период с октября по март на большей части района повторяемость штилей уменьшается до 5-10%.

Повторяемость штормов в открытом море в период с октября по март составляет 15-20%, в остальное время года она уменьшается до 5-8% [Кошинский, 1978].

Продолжительность штормов в большинстве случаев не превышает одних суток. Во время штормов скорость ветра зимой может достигать 30-40 м/сек.

### **Туманы**

Туманы в описываемом районе довольно часты. Они имеют резко выраженный годовой ход [Проект «Моря». Берингово море, 1993].

На море наиболее часты туманы с мая по август; повторяемость их в это



время составляет 5-15% в прибрежной зоне и 20-40% в открытом море. С сентября по апрель туманы наблюдаются реже, и повторяемость их на акватории моря не превышает 5%.

Следует отметить, что у открытых берегов туманы наблюдаются чаще, чем в закрытых бухтах и заливах.

### **Видимость**

Условия видимости в описываемом районе неблагоприятны в течение всего года. Зимой видимость ухудшается при метелях и снегопадах, а летом во время туманов [Проект «Моря». Берингово море, 1993].

Повторяемость плохой видимости (менее 1 мили) в отдельных районах достигает 20-30%. В период с сентября по апрель в северном районе Берингова моря повторяемость видимости менее 2 миль колеблется от 10% до 30% случаев.

### **Облачность и осадки**

Облачность в данном районе велика в течение всего года. Наибольшая средняя облачность падает на период с мая по сентябрь и составляет повсюду 7-9 баллов. В период с октября по апрель она уменьшается до 6-7 баллов, местами даже до 5 баллов [Проект «Моря». Берингово море, 1993].

Среднее число пасмурных дней колеблется от 150 до 260, тогда как среднее годовое число ясных дней не превышает 50.

Годовое количество осадков составляет 300-600 мм. Наибольшее среднее месячное количество осадков приходится на период с апреля по октябрь с максимумом 50-160 мм в августе, наименьшее - с ноября по июнь с минимумом 20-60 мм в феврале.

В открытом море среднее годовое число дней с осадками колеблется до 120-160. Зимой осадки выпадают в виде снега, летом - в виде дождя.

#### **4.1.3.2 Охотское море**

Охотское море расположено в муссонной *климатической зоне* умеренных широт, однако, для северной части моря, которая глубоко вдается в Азиатский материк, ему свойственны и некоторые особенности климата арктических морей. Муссонный климат, обусловленный изменением местоположения и характером взаимодействия барических образований, а также положение моря на границе Азиатского материка и Тихого океана являются основными факторами, формирующими климат и гидрологический режим моря. Главными барическими образованиями, которые определяют условия циркуляции атмосферы и характер переноса воздушных масс, являются Алеутский минимум, Северо-Тихоокеанский максимум, Сибирский антициклон (зимой), а также дальневосточная депрессия и охотский антициклон (летом). Общий муссонный характер циркуляции и ветрового режима часто нарушается глубокими циклонами, которые проходят в направлении с юго-запада на северо-восток. Зима здесь, особенно в северной части моря, продолжительная и суровая, с частыми штормовыми ветрами и метелями. Лето прохладное, с большим количеством осадков и густыми туманами. Весна и осень короткие, холодные и облачные. В целом, Охотское море самое холодное из дальневосточных морей. Холодный период года длится здесь от 120-130 сут. на юге до 210-220 сут. на севере моря. Влияние охлаждающих факторов сказывается сильнее, чем отепляющих и результирующий теплообмен на поверхности

является отрицательным. В целом, по своим климатическим условиям Охотское море является наиболее холодным из дальневосточных морей.

С мая по сентябрь над акваторией моря преобладают слабые *ветры* (2-5 м/с) южной четверти [Проект «Моря». Охотское море, 1998]. Случаи кратковременного резкого усиления ветра (до 20 м/с и более) связаны с выходом в море отдельных циклонов и тайфунов с максимумом повторяемости в августе-сентябре. Обычно здесь отмечается 1-2, реже 3-4 случая выхода тайфунов в год. В холодное время года над морем господствуют сильные ветры северной четверти с наиболее вероятными значениями скорости 5-10 м/с (в отдельные месяцы 10-15 м/с). Повторяемость штормовых ветров скоростью более 15 м/с в среднем за год составляет около 10%. Вероятностные характеристики скорости и направления ветра заметно различаются для отдельных районов моря. Максимальные скорости ветра достигают значений 25-30 м/с в северо-восточной и западной частях моря, 30-35 м/с – в центральной и восточной и более 40 м/с – на юге. Осенне-зимние штормовые ветры по сравнению с летними отличаются большей силой и продолжительностью. Самыми беспокойными являются южный и юго-восточный районы моря. Значительная горизонтальная протяженность моря, частые и сильные ветры над акваторией способствуют развитию сильного ветрового волнения и зыби (высота волн от 4-6 до 10-11 м), а вся совокупность гидрометеоусловий создает предпосылки для опасного обледенения судов и сооружений, находящихся в море.

Величины среднегодовых значений *температуры воздуха* над Охотским морем постепенно понижаются с юга на север от  $4-5^{\circ}$  до  $-4...-5^{\circ}$ . Диапазон же средних месячных колебаний температур в этом направлении, напротив, возрастает от  $15-18^{\circ}$  до  $30-36^{\circ}$ . Самым холодным месяцем является январь, а самым теплым – август. Минимальные фактические значения температуры воздуха, зафиксированные на прибрежных станциях, составляют  $-36...-51^{\circ}$  на севере и  $-12...-16^{\circ}$  в южных районах моря. Максимальные значения ( $31-36^{\circ}$ ) наблюдались в юго-западной части моря. В холодный период года при смене синоптических ситуаций имеют место резкие колебания температуры воздуха в пределах всей акватории, размах которых может превосходить  $20^{\circ}$ .

Охотское море, наряду с Беринговым, является высокопродуктивной морской экосистемой и имеет исключительно важное промысловое значение для России.

#### **4.1.3.2 Японское море**

Японское море располагается в двух *климатических зонах*: субтропической и умеренной. В пределах этих зон выделяются два сектора с отличающимися климатическими и гидрологическими условиями: суровый холодный северный (зимой частично покрытый льдом) и мягкий, теплый, прилегающий к Японии и берегам Кореи. Основным фактором, формирующим климат моря, является муссонная циркуляция атмосферы.

Главными барическими образованиями, определяющими атмосферную циркуляцию над Японским морем, являются Алеутская депрессия, Тихоокеанский субтропический максимум и Азиатский центр действия атмосферы, расположенный над материком. Изменения их положения в течение года обуславливает муссонный характер климата на Дальнем Востоке. В распределении *атмосферного давления* над Японским морем, определяемого главными барическими образованиями, обнаруживаются следующие

особенности: общее понижение давления с запада на восток, повышение давления с севера на юг, рост избытка величин зимнего давления над летним в направлении с северо-востока на юго-запад, а также резко выраженная сезонная изменчивость. В годовом ходе давления для большей части моря характерно существование максимума давления зимой и минимума летом. В северо-восточной же части моря - у северной половины о. Хонсю, о. Хоккайдо и у южного берега Сахалина имеют место два максимума давления: первый - в феврале и второй - в октябре, при минимуме - летом. Амплитуды годового хода давления, как правило, убывают с юга на север. Вдоль материкового побережья амплитуда уменьшается от 15 мб на юге до 6 мб на севере, а вдоль берегов Японии - от 12 до 6 мб соответственно. Абсолютная амплитуда колебаний давления во Владивостоке составляет 65 мб, а на о. Хоккайдо - 89 мб. К юго-востоку, в центральной и южной частях Японии, она увеличивается до 100 мб. Главной причиной возрастания амплитуд колебаний давления в юго-восточном направлении является прохождение глубоких циклонов и тайфунов.

Рассмотренные выше особенности распределения атмосферного давления определяют общие характеристики *ветрового режима* над акваторией Японского моря. У материкового побережья в холодное время года преобладают сильные ветры северо-западного направления со скоростями 12-15 м/с. Повторяемость этих ветров в период с ноября по февраль составляет 60 - 70 %. В январе и феврале повторяемость преобладающих ветров в отдельных пунктах побережья достигает до 75 - 90%. С севера на юг скорости ветра постепенно убывают от 8 м/с до 2,5 м/с. Вдоль островного восточного побережья ветры холодного сезона не так отчетливо выражены по направлению, как у материкового берега. Скорости ветра здесь меньше, но также в среднем убывают с севера на юг. Ежегодно в конце лета и в начале осени на Японское море выходят тропические циклоны (тайфуны), сопровождающиеся ураганскими ветрами. В течение холодного сезона повторяемость штормовых, вызываемых глубокими циклонами ветров, резко возрастает. В теплый период года над морем преобладают южные и юго-восточные ветры. Повторяемость их составляет 40 - 60 %, а скорости, как и зимой, в среднем убывают с севера на юг. В целом, скорость ветра в теплое время года значительно меньше, чем зимой. В переходные сезоны (весной и осенью) направления и скорости ветра претерпевают значительные изменения.

Для открытых участков северо-западных районов моря зимой преобладающими являются ветры северо-западных и северных направлений. В направлении на юго-запад происходит разворот ветров от северо-западных к западным, а в районах, прилегающих к южному Сахалину и Хоккайдо, от северо-западных к северным и даже к северо-восточным. В теплый сезон такой закономерной картины общего строения поля ветра установить для всего моря не удается. Однако обнаруживается, что в северных районах моря преобладают ветры восточных и северо-восточных, а в южных - южных направлений.

В Японском море *температура воздуха* закономерно изменяется как с севера на юг, так и с запада на восток [Проект «Моря». Японское море, 2003]. В северной, более суровой климатической зоне, среднегодовая температура составляет 2°, а на юге, в области субтропиков - +15°. В сезонном ходе температуры воздуха минимум имеет место в зимние месяцы (январь - февраль), а максимум - в августе. На севере средняя месячная температура января около -19°, а абсолютный минимум равен -32°. На юге среднемесячная температура в январе составляет 5°, а абсолютный минимум -10°. В августе на севере средняя температура равняется 15°, а абсолютный максимум - +24°; на юге, соответственно, 25° и 39°. Изменения температуры с запада на восток имеют

меньшую амплитуду. Западное побережье в течение всего года холоднее чем восточное, причем различия температур увеличиваются с юга на север. Зимой они больше, чем летом, и в среднем составляют 2°, но на некоторых широтах могут достигать 4 - 5°. Число холодных дней (со средней температурой ниже 0°) резко уменьшается с севера на юг.

В целом море имеет отрицательный (порядка 50 Вт/м ) годовой радиационный баланс тепла на поверхности, который компенсируется за счет постоянного притока тепла с водами, поступающими через Корейский пролив. Водный баланс моря определяется главным образом его водообменом со смежными бассейнами через три пролива: Корейский (приток), Сангарский и Лаперуза (сток). По сравнению с величиной водообмена через проливы вклад в водный баланс осадков, испарения и материкового стока пренебрежимо мал. Материковый сток в связи с его незначительностью оказывает свое влияние только в прибрежных районах моря [Проект «Моря». Японское море, 2003; Atlas, 1995; Режим, 1996; Справочник, 1966-1969].

## **4.2. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ**

### **4.2.1. ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

В период проведения морских инженерных изысканий в Арктических морях перед строительством ПВОЛС источниками загрязнения атмосферного воздуха являются:

- работа двигателей научно-исследовательского судна (НИС) «Капитан Воронин»;
- работа двигателей научно-исследовательского судна (НИС) «Быхов»;
- работа двигателей судна обеспечения «Саян Поларис»;
- работа двигателей судна обеспечения «Sayan Prince».

Суда НИС «Капитан Воронин» и НИС «Быхов» проводят исследовательские работы на более приближенных к берегу расстояниях, а два судна обеспечения «Саян Полярис» и «Sayan Prince» - на более удаленных. Все 4 судна, задействованные в изысканиях, работают по отдельности.

Исходя из этого, для иллюстрации максимального вредного воздействия от судов, ведущих свои работы на более приближенных к берегу расстояниях, расчеты рассеивания загрязняющих веществ были проведены у трех берегов (3 сценария) для более мощного из двух судов (для НИС «Быхов»). Так же был проведен один расчет рассеивания (1 сценарий) для глубоководного участка работ для более мощного из двух судов обеспечения («Sayan Prince»).

### **Работа двигателей НИС «Капитан Воронин»**

НИС «Капитан Воронин» будет использоваться в работах по проведению инженерных изысканий на прибрежных и глубоководных участках трассы. Ближайшее расстояние, на которое судно подходит к берегу, составляет 1000 метров. Общая продолжительность работ судна составит 270 суток (70 суток - мобилизация/демобилизация; 200 суток - проведение изысканий).

Технические характеристики НИС «Капитан Воронин» приведены в таблице:

Характеристика	Величина
Длина	54,8 м
Ширина	9,8 м
Высота	5 м
Запас топлива	160 тонн
Экипаж/экспедиционный персонал	12/27
Главный двигатель:	
- марка	8NVD 48A2U
- количество	1 шт
- мощность	853 кВт
Вспомогательные дизель-генераторы:	
-марка	6чн18/22
- количество	4 шт.
- мощность	160 кВт
Суточный расход ДТ:	
а) для ГД:	
- полный ход	4,44 тонн
- экономичный режим	2,14 тонн
б) для ВДГ	
- на ходу/при стоянке в море	0,576 тонн
Расход масел:	
а) для ГД:	
- на ходу	1,58 кг/час
б) для ВДГ:	
- на ходу	0,9 кг/час

НИС «Капитан Воронин» оснащен главным двигателем (ГД) мощностью 853 кВт и четырьмя вспомогательными дизельными генераторами (ВДГ) мощностью 4\*160 кВт. Одновременная работа ГД и 2-4 ВДГ не предусмотрена, ВДГ работают попеременно, заменяя друг друга. Максимальный расход топлива происходит в момент одновременной работы ГД и одного ВДГ.

В процессе работы двигателей НИС «Капитан Воронин» (ГД+ВДГ) (**источник № 6001**) в атмосферу поступают следующие вещества: *серы диоксид, углерода оксид, азота диоксид, азота оксид, керосин, сажа, бенз(а)пирен, формальдегид.*

### Работа двигателей НИС «Быхов»

НИС «Быхов» будет использоваться в работах по проведению инженерных изысканий на прибрежных и глубоководных участках трассы. Ближайшее расстояние, на которое судно подходит к берегу, составляет 1000 метров. Общая продолжительность работ судна составит 270 суток (70 суток - мобилизация/демобилизация; 200 суток - проведение изысканий).

Технические характеристики НИС «Быхов» приведены в таблице:

Характеристика	Величина
Длина	53,7 м
Ширина	10,5 м
Высота	6,0 м
Запас топлива	195 тонн
Экипаж/экспедиционный персонал	11/16

Главный двигатель:	
- марка	8NVD 48A2U
- количество	1 шт
- мощность	970 кВт
Вспомогательные дизель-генераторы:	
- марка	6ЧН 18/22;
- количество	3 шт.
- мощность	150 кВт
Суточный расход ДТ:	
а) для ГД:	
- полный ход	5,2 тонн
- экономичный режим	3,9 тонн
б) для ВДГ	
- на ходу/при стоянке в море	1,35 тонн
Расход масел:	
а) для ГД:	
- на ходу	1,9 кг/час
б) для ВДГ:	
- на ходу	0,55 кг/час

НИС «Быхов» оснащен главным двигателем (ГД) мощностью 970 кВт и тремя вспомогательными дизельными генераторами (ВДГ) мощностью 3\*150 кВт. Одновременная работа 2-3 ВДГ не предусмотрена, они работают попеременно, заменяя друг друга. Максимальный расход топлива происходит в момент одновременной работа ГД и одного ВДГ.

В процессе работы двигателей НИС «Быхов» (ГД+ВДГ) (**Источник № 6002**) в атмосферу неорганизованно поступают вредные вещества: *серы диоксид, углерода оксид, азота диоксид, азота оксид, керосин, сажа, бенз(а)пирен, формальдегид.*

### **Работа двигателей судна обеспечения «Саян Поларис»**

Судно обеспечения «Саян Поларис» будет использоваться в работах по проведению инженерных изысканий на глубоководных участках трассы, удаленных от берега. Ближайшее расстояние, на которое судно подходит к берегу, составляет 2000 метров. Общая продолжительность работ судна составит 270 суток (70 суток - мобилизация/демобилизация; 200 суток - проведение изысканий).

Технические характеристики «Саян Поларис» приведены в таблице:

Характеристика	Величина
Длина	89,1 м
Ширина	22,0 м
Высота	9,0 м
Запас топлива	1359 тонн
Экипаж/экспедиционный персонал	100
Главный двигатель:	
- марка	Wartsilf 8L26
- количество	3 шт
- мощность	1320 кВт
Суточный расход ДТ:	

- полный ход	12,0 тонн
- экономичный режим	8,4 тонн
Расход масел:	
- на ходу	5 кг/час

Судно обеспечения «Саян Поларис» оснащено 3-мя главными двигателями (ГД) мощностью 1320 кВт каждый. Одновременная работа 3-х ГД не предусмотрена, максимальный расход топлива происходит в момент одновременной работа 2-х ГД.

В процессе работы двигателей «Саян Поларис» (2 ГД) (**Источник № 6003**) в атмосферу неорганизованно поступают вредные вещества: *серы диоксид, углерода оксид, азота диоксид, азота оксид, керосин, сажа, бенз(а)пирен, формальдегид.*

### Работа двигателей судна обеспечения «Sayan Prince»

Судно обеспечения «Sayan Prince» будет использоваться в работах по проведению инженерных изысканий на глубоководных участках трассы, удаленных от берега. Ближайшее расстояние, на которое судно подходит к берегу, составляет 2000 метров. Общая продолжительность работ судна составит 270 суток (70 суток - мобилизация/демобилизация; 200 суток - проведение изысканий).

Технические характеристики «Sayan Prince» приведены в таблице:

Характеристика	Величина
Длина	84,0 м
Ширина	19,4 м
Высота	9,0 м
Запас топлива	1661 тонн
Экипаж/экспедиционный персонал	60/43
Главный двигатель:	
- марка	МАК
- количество	4 шт
- мощность	4000 кВт
Суточный расход ДТ:	
- полный ход	36,0 тонн
- экономичный режим	25,6 тонн
Расход масел:	
- на ходу	15 кг/час

Судно обеспечения «Sayan Prince» оснащено 4-мя главными двигателями (ГД) мощностью 4000 кВт каждый. Одновременная работа 3-4 ГД не предусмотрена, максимальный расход топлива происходит в момент одновременной работа 2-х ГД.

В процессе работы двигателей Sayan Prince (2 ГД) (**Источник № 6004**) в атмосферу неорганизованно поступают вредные вещества: *серы диоксид, углерода оксид, азота диоксид, азота оксид, керосин, сажа, бенз(а)пирен, формальдегид.*

Для определения состава и объемов выбросов от источников загрязнения атмосферного воздуха использованы их технические характеристики и данные расхода топлива (табл. 4.2.1-4.2.2).

**Таблица 4.2.1**

**Мощности и продолжительность работы двигателей судов**

Наименование источника	Мощность двигателя, кВт	Продолжительность работ, час
НИС «Капитан Воронин» (ГД+ВДГ)	1013 (853+160)	6480
НИС «Быхов» (ГД+ВДГ)	1120 (970+150)	6480
Судно обеспечения «Саян Поларис» (2 ГД)	2640 (2*1320)	6480
Судно обеспечения «Sayan Prince» (2 ГД)	8000 (2*4000)	6480

**Таблица 4.2.2**

**Количество использованного дизельного топлива судами, задействованными в исследовательских работах**

Название судна	Количество дизельного топлива, тонн
НИС «Капитан Воронин»	580,6
НИС «Быхов»	874,5
Судно обеспечения «Саян Поларис»	2268
Судно обеспечения «Sayan Prince»	6912
<b>Итого</b>	<b>10635,1</b>

Общее количество использованного дизельного топлива всеми судами, задействованными в изыскательских работах в Арктических морях, составит 10635,1 тонн.

**Таблица 4.2.3**

**Запас и расход дизельного топлива на судах, задействованных в исследовательских работах. Потребность в заправке**

Наименование судна	Запас ДТ, тонн	Расход ДТ, тонн	Заправка	Номер источника
НИС «Капитан Воронин»	160	580,6	Требуется	6005
НИС «Быхов»	195	874,5	Требуется	6006
Судно обеспечения «Саян Поларис»	1359	2268	Требуется	6007
Судно обеспечения «Sayan Prince»	1661	6912	Требуется	6008

В течение всего срока проведения исследовательских работ НИС «Капитан Воронин» потребуется 3 раза заходить в порт для заправки, НИС «Быхов» - 4 раза, «Саян Поларис» - 1 раз, «Sayan Prince» – 3-4 раза.

Используемое дизельное топливо соответствует ГОСТу 305-82, сероводород в топливе отсутствует, пары дизельного топлива, поступающие в атмосферу при бункеровках, идентифицируются, как углеводороды предельные.



#### 4.2.2. ПАРАМЕТРЫ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ. ПЕРЕЧЕНЬ, КОЛИЧЕСТВО, ПДК И КЛАСС ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Расчет выбросов загрязняющих веществ от каждого источника приведен в приложении 2 «Расчет количества загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух» книги 2 ОВОС.

Характеристики источников загрязняющих веществ и топлива приняты на основании справочных материалов и данных программы.

Параметры источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух приведены в таблице 4.2.4.

Таблица 4.2.4

Параметры источников выбросов загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух

Основной источник выбросов	Наименование источника выделения загрязняющих веществ	Число часов работы, год	Наименование ИЗВ	Число источников выброса	Номер источника выброса	Высота источника выброса, м	Отработанные газы		Код загрязняющего вещества	Наименование загрязняющего вещества	Выбросы загрязняющих веществ	
							Объемный расход, м³/с	Температура, К			Максимально-разовый выброс, г/с	Валовый выброс, т/год
НИС «Капитан Воронин» (работа ГД+ВДГ)	Выхлопная труба главного двигателя	6480	Н/О	1	6001	8	3.1710	678	301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	1,8909	16,257
									304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,3073	2,642
									328	Углерод черный (Сажа)	0,0985	0,871
									330	Сера диоксид	0,3939	3,484
									337	Углерод оксид	1,4914	12,773
									703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,000003	0,00003
									1325	Формальдегид	0,0281	0,232
									2732	Керосин	0,6753	5,806
НИС «Быхов» (работа ГД+ВДГ)	Выхлопная труба главного двигателя	6480	Н/О	1	6002	9	5,0642	678	301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	2,0907	24,486
									304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,3397	3,979
									328	Углерод черный (Сажа)	0,1089	1,312
									330	Сера диоксид	0,4356	5,247
									337	Углерод оксид	1,6489	19,239
									703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,000003	0,00004
									1325	Формальдегид	0,0311	0,350
									2732	Керосин	0,7467	8,745
Судно обеспечения	Выхлопная труба главного	6480	Н/О	1	6003	12	8,1417	678	301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	1,9712	25,402
									304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,3203	4,128

Основной источник выбросов	Наименование источника выделения загрязняющих веществ	Число часов работы, год	Наименование ИЗВ	Число источников выброса	Номер источника выброса	Высота источника выброса, м	Отработанные газы		Код загрязняющего вещества	Наименование загрязняющего вещества	Выбросы загрязняющих веществ		
							Объемный расход, м³/с	Температура, К			Максимально-разовый выброс, г/с	Валовый выброс, т/год	
«Саян Поларис» (работа 2 ГД)	двигателя									328	Углерод черный (Сажа)	0,0733	0,972
										330	Сера диоксид	0,2933	3,888
										337	Углерод оксид	1,9433	24,948
										703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,000002	0,00003
										1325	Формальдегид	0,0210	0,259
										2732	Керосин	0,5029	6,480
Судно обеспечения «Sayan Prince» (работа 2 ГД)	Выхлопная труба главного двигателя	6480	Н/О	1	6004	12	24.6719	678		301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	5,9733	77,414
										304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,9707	12,580
										328	Углерод черный (Сажа)	0,2222	2,962
										330	Сера диоксид	0,8889	11,849
										337	Углерод оксид	5,8889	76,032
										703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,00001	0,0001
										1325	Формальдегид	0,0635	0,790
										2732	Керосин	1,5238	19,749
Резервуар с ДТ (НИС «Капитан Воронин»)	Выпускной клапан	48	Н/О	1	6005	5	-	-	2754	Углеводороды C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,0109	0,0015	
Резервуар с ДТ (НИС «Быхов»)	Выпускной клапан	78	Н/О	1	6006	5	-	-	2754	Углеводороды C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,0109	0,0025	
Резервуар с ДТ («Саян Поларис»)	Выпускной клапан	91	Н/О	1	6007	5	-	-	2754	Углеводороды C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,0163	0,0043	
Резервуар с ДТ («Sayan Prince»)	Выпускной клапан	350	Н/О	1	6008	5	-	-	2754	Углеводороды C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	0,0163	0,0165	

Перечень, количество, ПДК и класс опасности загрязняющих веществ, выделяемых при проведении исследовательских работ в атмосферный воздух, определен согласно действующей на территории РФ нормативно-методической базе и приведен в таблице 4.2.5.

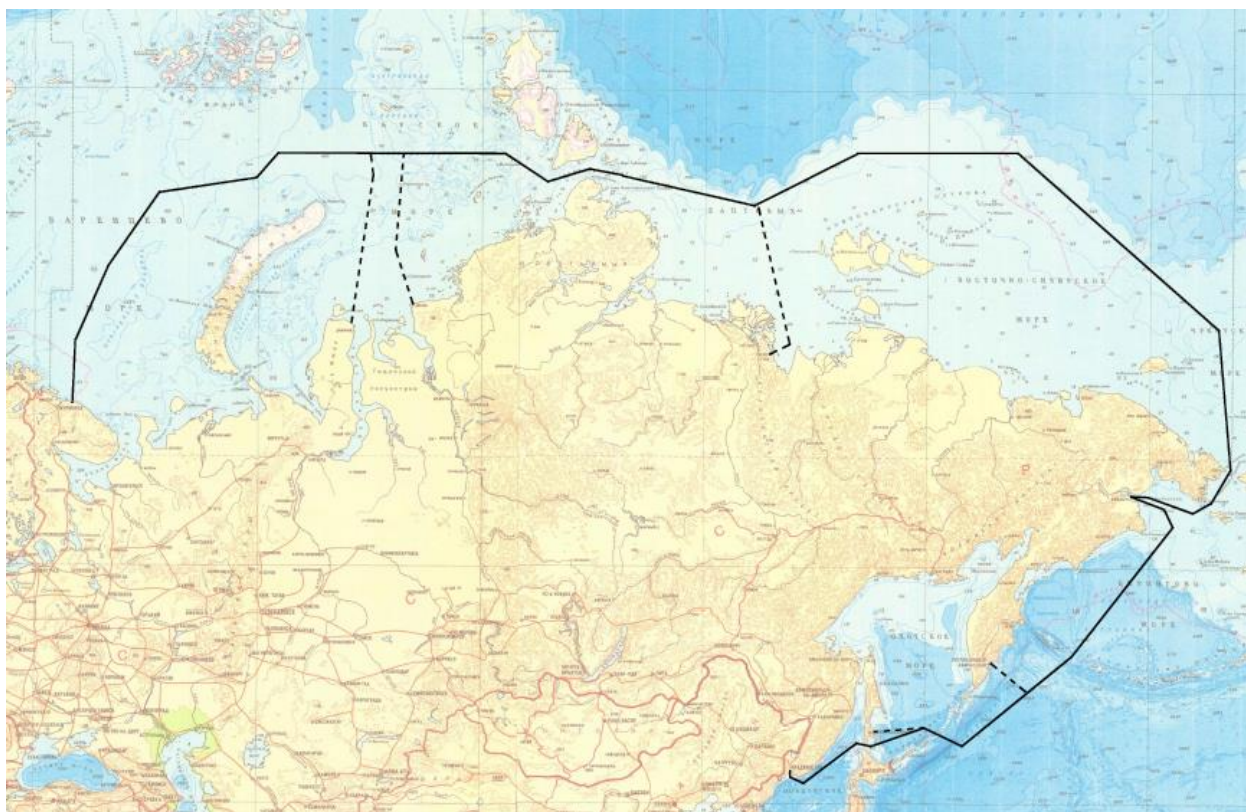
**Таблица 4.2.5**

**Перечень, количество, ПДК и класс опасности загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух**

Загрязняющее вещество		Использ. критерий	Значение критерия, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Суммарный выброс вещества	
Код	Наименование				г/с	тонн
301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	ПДК м/р	0,2	2	11,9261	143,559
304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	ПДК м/р	0,4	3	1,9380	23,328
328	Углерод черный (Сажа)	ПДК м/р	0,15	3	0,5029	6,117
330	Сера диоксид	ПДК м/р	0,5	3	2,0117	24,468
337	Углерод оксид	ПДК м/р	5,0	4	10,9725	132,992
703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	ПДК с/с	0,000001	1	0,00002	0,0002
1325	Формальдегид	ПДК м/р	0,05	2	0,1437	1,631
2732	Керосин	ОБУВ	1,2	-	3,4487	40,780
2754	Углеводороды предельные C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub>	ПДК м/р	1,0	4	0,0544	0,025
Всего веществ: 9					<b>30,9981</b>	<b>372,900</b>
в том числе твердых: 2					0,5029	6,117
жидких/газообразных: 7					30,4951	366,783
Группы веществ, обладающих эффектом комбинированного вредного действия:						
6204	( 2) 301 330					

**Вывод.** Суммарное количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при проведении исследовательских работ, составит 372,9 тонн, в том числе, жидких/газообразных – 366,8 тонн, твердых – 6,1 тонн. Из них, азота диоксида – 143,6 тонн, оксида углерода – 133 тонны.

#### 4.2.3. СХЕМА ПРОЕКТИРУЕМОЙ ТРАССЫ ПВОЛС



**Рис. 4.2.1. Схема проектируемой трассы ПВОЛС**

#### 4.2.4. ПРОВЕДЕНИЕ РАСЧЕТОВ РАССЕИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ

##### 4.2.4.1. Определение необходимости проведения расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере на каждом участке проведения работ

Для ускорения и упрощения расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ рассматриваются вещества, для которых

$$G/ПДК > \Phi,$$

где:

G - суммарное значение выброса от всех источников, г/с;

ПДК - максимальная разовая предельно допустимая концентрация, мг/м<sup>3</sup>,

H<sub>ср. вэв</sub> - средневзвешенная высота источника выброса, м.

$$\Phi = 0,01 \text{ при } H_{\text{ср. вэв}} > 10 \text{ м,}$$

$$\Phi = 0,1 \text{ при } H_{\text{ср. вэв}} \leq 10 \text{ м,}$$

1. Сценарий 1: проведение инженерных изысканий со стороны Владивостока: работа НИС «Быхов» (источник №6002).
2. Сценарий 2: проведение инженерных изысканий со стороны Анадара: работа НИС «Быхов» (источник №6002).
3. Сценарий 3: проведение инженерных изысканий со стороны Мурманска: работа НИС «Быхов» (источник №6002).
4. Сценарий 4: проведение инженерных изысканий со стороны Анадара, (глубоководный участок): работа судна обеспечения «Sayan Prince» (источник №6004).

Расчёты параметра «Φ». Данные представлены в таблице 4.2.6.

**Таблица 4.2.6**

##### **Оценка выбросов по параметру «Φ»**

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Мощность выброса G, г/с	0,8ПДК (ОБУВ) мг/м <sup>3</sup>	H <sub>ср.вэв</sub> , м	Φ	G/ПДК	Целесообразность расчета
<b>Сценарий 1, сценарий 2, сценарий 3 - источник №6002.</b>							
1	Азота диоксид	2,0907	0,16	9	0,1	13,07	Да
2	Азота оксид	0,3397	0,32	9	0,1	1,06	Да
3	Сажа	0,1089	0,12	9	0,1	0,91	Да
4	Серы диоксид	0,4356	0,4	9	0,1	1,09	Да
5	Углерода оксид	1,6489	4	9	0,1	0,41	Да
6	Бенз(а)пирен	0,000003	0,0000008	9	0,1	4,28	Да
7	Формальдегид	0,0311	0,04	9	0,1	1,11	Да
8	Керосин	0,7467	1,0	9	0,1	0,75	Да
<b>Сценарий 4 - источник №6004.</b>							
1	Азота диоксид	5,9733	0,16	12	0,1	37,33	Да
2	Азота оксид	0,9707	0,32	12	0,1	3,03	Да

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Мощность выброса G, г/с	0,8ПДК (ОБУВ) мг/м <sup>3</sup>	H <sub>ср.взв</sub> , м	Ф	G/ПДК	Целесообразность расчета
3	Сажа	0,2222	0,12	12	0,1	1,85	Да
4	Серы диоксид	0,8889	0,4	12	0,1	2,22	Да
5	Углерода оксид	5,8889	4	12	0,1	1,47	Да
6	Бенз(а)пирен	0,00001	0,0000008	12	0,1	8,73	Да
7	Формальдегид	0,0635	0,04	12	0,1	1,59	Да
8	Керосин	1,5238	1,0	12	0,1	1,52	Да

Первоначально проводилась оценка влияния выбросов на загрязнение атмосферы по параметру «Ф». Эта оценка осуществлялась для всех компонентов, поступающих в воздушную среду от источников выбросов.

Анализ таблицы показал, что расчёт рассеивания вредных веществ целесообразно производить для тех веществ, для которых условие  $G/ПДК < Ф$  не соблюдается.

Вместе с тем, учитывая, что оценка целесообразности расчета по параметру «Ф» носит ориентировочный характер, расчеты приземных концентраций проводились по всем веществам для каждого из сценариев расчета на основании МРР-2017 (Методы расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе) и с помощью программного комплекса «Эколог» (УПРЗА «Эколог» версия 4.6.).

#### 4.2.4.2. Исходные данные и принятые коэффициенты для расчета рассеивания загрязняющих веществ

Расчеты рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе проведены для теплого периода года (для холодного периода года результаты расчета рассеивания идентичны). Расчеты проведены для 4 участков ведения работ (сценариев расчета).

Коэффициенты, определяющие расчеты рассеивания, приведены ниже в таблицах:

##### г.Владивосток:

Наименование характеристик	Величина
Коэффициент рельефа местности	1,0
Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, А	200
Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, Т	+24,9
Средняя минимальная температура наружного воздуха наиболее холодного месяца года, Т	-13,9
Скорость ветра (U*), повторяемость которой составляет 5%, м/с	8,8

##### г.Анадарь:

Наименование характеристик	Величина
Коэффициент рельефа местности	1,0
Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, А	200
Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца	+2,7

года, Т	
Средняя минимальная температура наружного воздуха наиболее холодного месяца года, Т	-24,5
Скорость ветра (U*), повторяемость которой составляет 5%, м/с	16,0

г.Мурманск:

Наименование характеристик	Величина
Коэффициент рельефа местности	1,0
Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, А	200
Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, Т	+15,3
Средняя минимальная температура наружного воздуха наиболее холодного месяца года, Т	-8,2
Скорость ветра (U*), повторяемость которой составляет 5%, м/с	15,0

Фоновые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе данных районов приведены в Приложении 1 книги 2 ОВОС.

Расчет рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы произведен на основании МРР-2017 и с помощью персонального компьютера и программного средства «Эколог» (УПРЗА «Эколог» версия 4.6.).

Максимальные разовые предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ приняты в соответствии с действующими гигиеническими нормативами.

Ниже приведены сценарии, по которым были проведены расчеты рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферу:

Сценарий 1. Проведение инженерных изысканий со стороны Владивостока: работа НИС «Быхов» (**источник №6002**) (1000 метров от берега). Для расчета задан прямоугольник размером 7250×7580 метров ( $H_{max}=9$  метров) с шагом расчетной сетки 200 метров. Угол между осью ОХ и направлением на север 90 градусов.

Сценарий 2. Проведение инженерных изысканий со стороны Анадара: работа НИС «Быхов» (**источник №6002**) (1000 метров от берега). Для расчета задан прямоугольник размером 7250×7580 метров ( $H_{max}=9$  метров) с шагом расчетной сетки 200 метров. Угол между осью ОХ и направлением на север 90 градусов.

Сценарий 3. Проведение инженерных изысканий со стороны Мурманска: работа НИС «Быхов» (**источник №6002**) (1000 метров от берега). Для расчета задан прямоугольник размером 7250×7580 метров ( $H_{max}=9$  метров) с шагом расчетной сетки 200 метров. Угол между осью ОХ и направлением на север 90 градусов.

Сценарий 4. Проведение инженерных изысканий со стороны Анадара (глубоководный участок): работа судна обеспечения «Sayan Prince» (**источник №6004**) (2000 метров от берега). Для расчета задан прямоугольник размером 16000×16000 метров ( $H_{max}=12$  метров) с шагом расчетной сетки 250 метров. Угол между осью ОХ и направлением на север 90 градусов.

Контрольными точками были выбраны: точка № 1 - контрольная точка в



месте достижения 1 ПДК.

Проведенными расчетами учитывались:

- высота источников;
- взаимное расположение источников на площадке проведения работ, расположение их относительно общего начала системы координат;
- скорость оседания различных веществ в атмосфере;
- неблагоприятные метеорологические условия (путем автоматического учета опасного направления и скорости ветра, при которых достигаются наибольшие концентрации).

#### 4.2.5. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА РАССЕЙВАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ В ХОДЕ РАБОТ

По результатам выполненных расчетов установлено:

**По сценарию 1 (Владивосток, НИС «Быхов» (источник №6002)):**

НИС «Быхов» подходит к берегу на расстояние 1000 метров.

Определялись концентрации 8 загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы (окислы азота, серы диоксид, углерода оксид, углеводороды, сажа, бенз(а)пирен, формальдегид) и одна группа суммации.

Анализ расчетов концентраций основных загрязняющих веществ, выполненных по группам суммаций и по отдельным веществам, приведен ниже.

*Азота диоксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет 7,95 ПДК. По результатам расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ **расстояние, которое обеспечивает достижение 1 ПДК, составляет 715 метров от источника выбросов - контрольная точка №1.1.**

*Азота оксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,72 ПДК.**

*Углерод (сажа):*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,53 ПДК.**

*Серы диоксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,67 ПДК.**

*Углерода оксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,60 ПДК.**

*Бенз(а)пирен:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов

составляет **0,22 ПДК**.

*Формальдегид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,46 ПДК**.

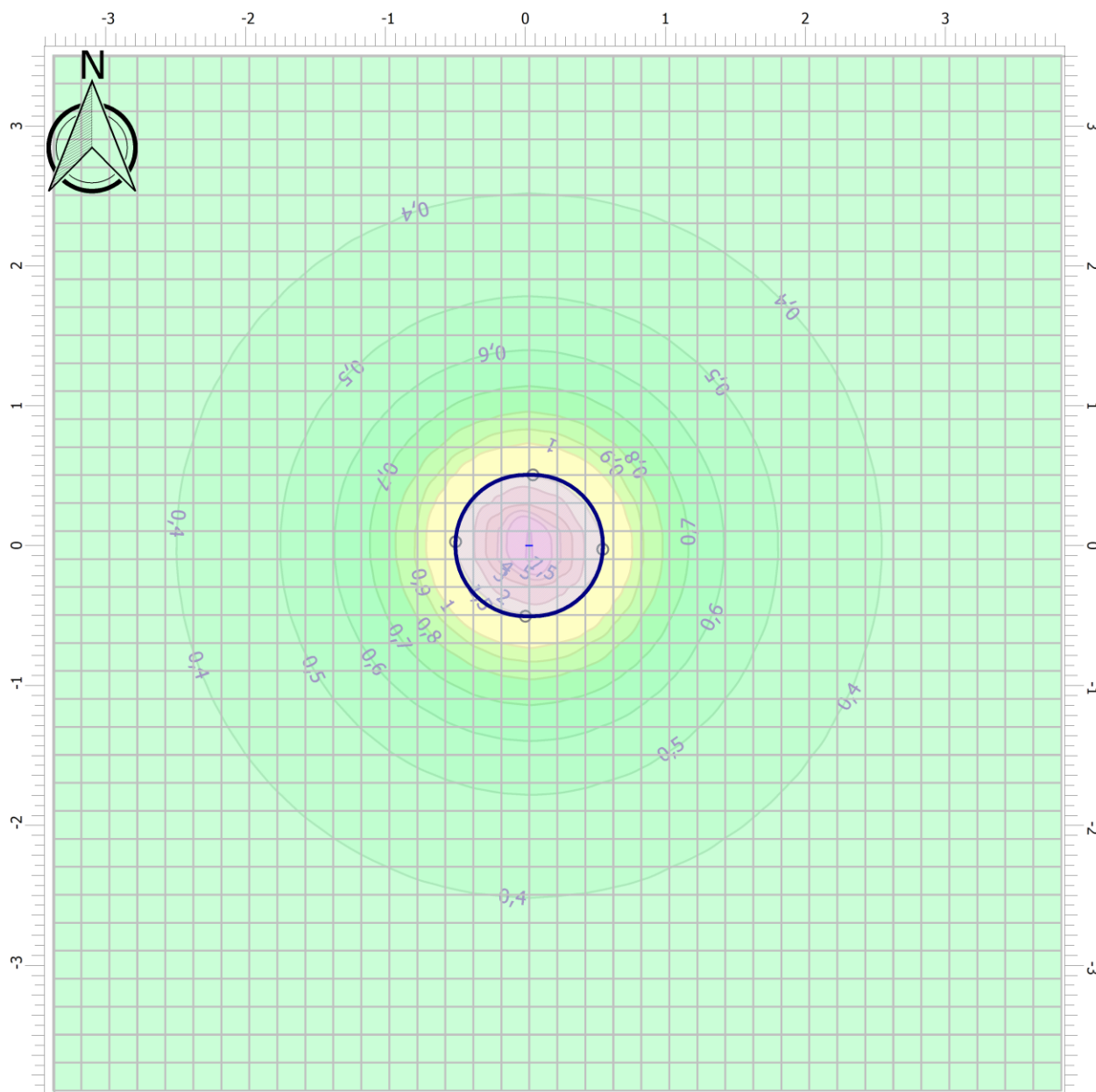
*Керосин:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,46 ПДК**.

*Суммация азота диоксида и серы диоксида:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет 5,39 ПДК. По результатам расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ **расстояние, которое обеспечивает достижение 1 ПДК, составляет 490 метров от источника выбросов - контрольная точка №1.1.**

На рисунке 4.2.2 отражена карта рассеивания выбросов для диоксида азота в атмосферном воздухе для сценария 1.



**Рис. 4.2.2. Карта рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для диоксида азота (Владивосток, НИС «Быхов» (источник №6002)), масштаб 1:46000**

Карты рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для сценария 1 приведены в приложении 3.

**ВЫВОД:** по результатам расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе **по сценарию 1 расстояние, которое обеспечивает достижение 1 ПДК и ниже по всем веществам, составляет 715 метров от источника выбросов.** Так как судно (суда) не подходит к берегу ближе, чем на 1000 метров, такое воздействие можно считать допустимым. Так же стоит отметить, что превышение концентрации в месте образования выбросов наблюдается лишь по одному веществу (диоксиду азота – 7,95 ПДК) и одной группе суммации (азота диоксид, сера диоксид) - 5,39 ПДК, по всем остальным

загрязняющим веществам концентрации находятся на уровне 0,22-0,72 ПДК.

**По сценарию 2 (Анадарь, НИС «Быхов» (источник №6002)):**

НИС «Быхов» подходит к берегу на расстояние 1000 метров.

Определялись концентрации 8 загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы (окислы азота, серы диоксид, углерода оксид, углеводороды, сажа, бенз(а)пирен, формальдегид) и одна группа суммации.

Анализ расчетов концентраций основных загрязняющих веществ, выполненных по группам суммаций и по отдельным веществам, приведен ниже.

*Азота диоксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет 7,95 ПДК. По результатам расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ **расстояние, которое обеспечивает достижение 1 ПДК, составляет 715 метров от источника выбросов - контрольная точка №1.2.**

*Азота оксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,72 ПДК.**

*Углерод (сажа):*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,53 ПДК.**

*Серы диоксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,67 ПДК.**

*Углерода оксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,60 ПДК.**

*Бенз(а)пирен:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,22 ПДК.**

*Формальдегид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,46 ПДК.**

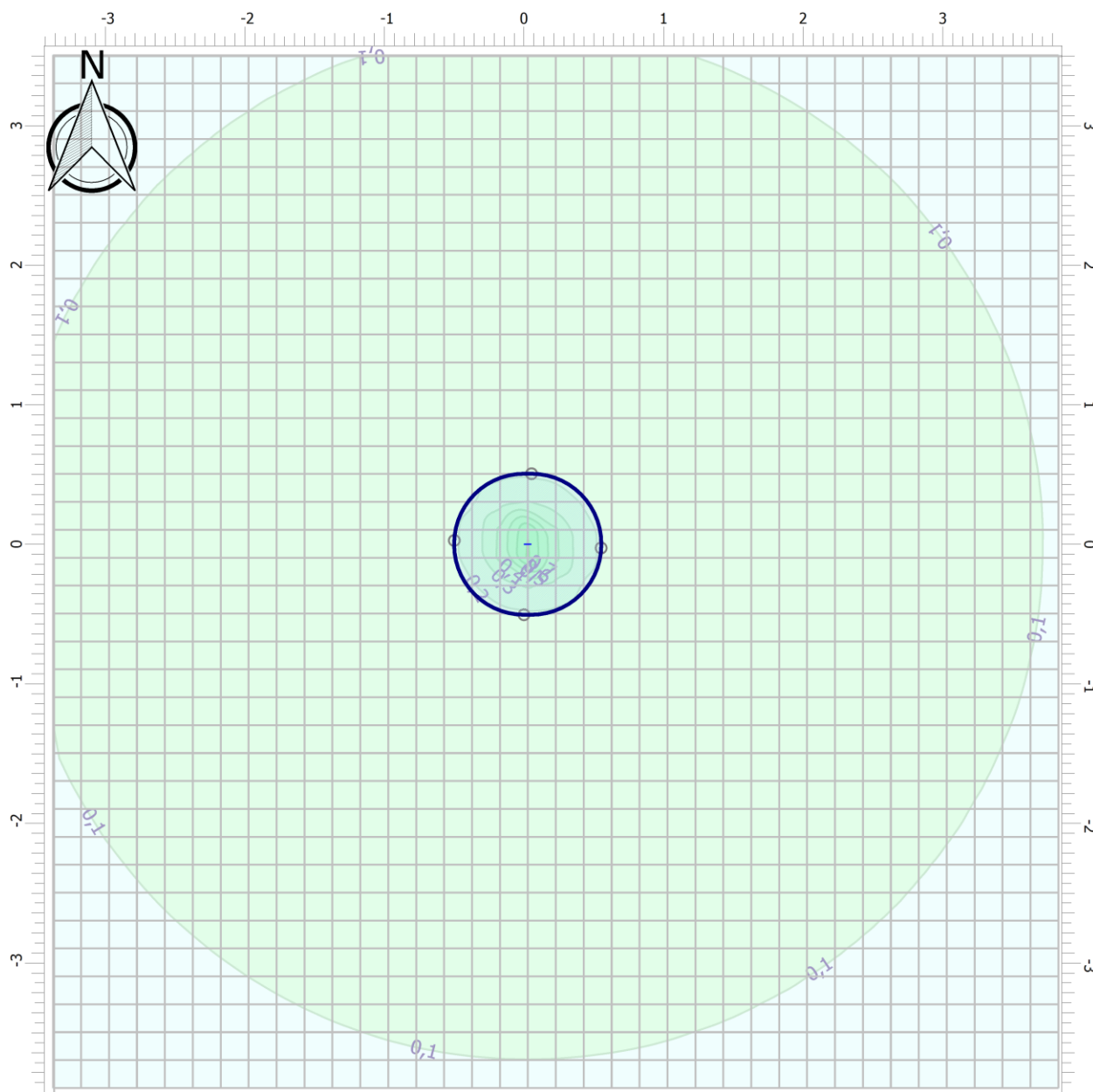
*Керосин:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,46 ПДК.**

*Суммация азота диоксида и серы диоксида:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет 5,39 ПДК. По результатам расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ **расстояние, которое обеспечивает достижение 1 ПДК, составляет 490 метров от источника выбросов - контрольная точка №1.2.**

На рисунке 4.2.3 отражена карта рассеивания выбросов для оксида азота в атмосферном воздухе для сценария 2.



**Рис. 4.2.3. Карта рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для оксида азота (Анадарь, НИС «Быхов» (источник №6002)), масштаб 1:46000**

Карты рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для сценария 2 приведены в приложении 3.

**ВЫВОД:** по результатам расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по сценарию 2 расстояние, которое обеспечивает достижение 1 ПДК и ниже по всем веществам, составляет 715 метров от источника выбросов. Так как судно (суда) не подходит к берегу ближе, чем на 1000 метров, такое воздействие можно считать допустимым. Так же

стоит отметить, что превышение концентрации в месте образования выбросов наблюдается лишь по одному веществу (диоксиду азота – 7,95 ПДК) и одной группе суммации (азота диоксид, сера диоксид) - 5,39 ПДК, по всем остальным загрязняющим веществам концентрации находятся на уровне 0,22-0,72 ПДК.

**По сценарию 3 (Мурманск, НИС «Быхов» (источник №6002)):**

НИС «Быхов» подходит к берегу на расстояние 1000 метров.

Определялись концентрации 8 загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы (окислы азота, серы диоксид, углерода оксид, углеводороды, сажа, бенз(а)пирен, формальдегид) и одна группа суммации.

Анализ расчетов концентраций основных загрязняющих веществ, выполненных по группам суммаций и по отдельным веществам, приведен ниже.

*Азота диоксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет 7,95 ПДК. По результатам расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ **расстояние, которое обеспечивает достижение 1 ПДК, составляет 715 метров от источника выбросов - контрольная точка №1.3.**

*Азота оксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,72 ПДК.**

*Углерод (сажа):*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,53 ПДК.**

*Серы диоксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,67 ПДК.**

*Углерода оксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,60 ПДК.**

*Бенз(а)пирен:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,22 ПДК.**

*Формальдегид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,46 ПДК.**

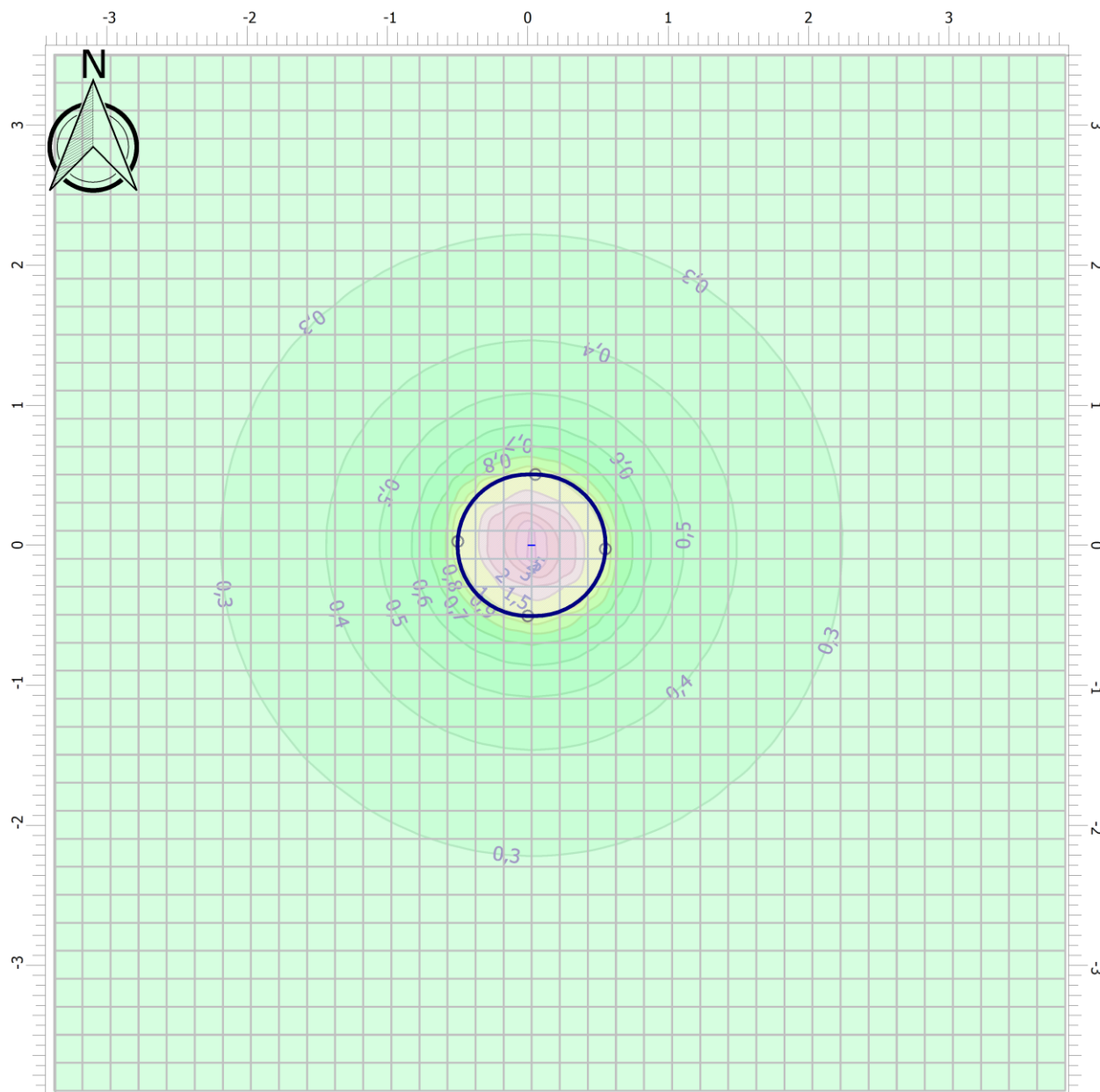
*Керосин:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,46 ПДК.**

*Суммация азота диоксида и серы диоксида:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет 5,39 ПДК. По результатам расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ **расстояние, которое обеспечивает достижение 1 ПДК, составляет 490 метров от источника выбросов - контрольная точка №1.3.**

На рисунке 4.2.4 отражена карта рассеивания выбросов для группы суммации (азота диоксид, сера диоксид) в атмосферном воздухе для сценария 3.



**Рис. 4.2.4. Карта рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для группы суммации (азота диоксид, сера диоксид) (Мурманск, НИС «Быхов» (источник №6002)), масштаб 1:46000**

Карты рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для сценария 3 приведены в приложении 3.

**ВЫВОД:** по результатам расчетов рассеивания выбросов загрязняющих

веществ в атмосферном воздухе по сценарию 3 расстояние, которое обеспечивает достижение 1 ПДК и ниже по всем веществам, составляет 715 метров от источника выбросов. Так как судно (суда) не подходит к берегу ближе, чем на 1000 метров, такое воздействие можно считать допустимым. Так же стоит отметить, что превышение концентрации в месте образования выбросов наблюдается лишь по одному веществу (диоксиду азота – 7,95 ПДК) и одной группе суммации (азота диоксид, сера диоксид) - 5,39 ПДК, по всем остальным загрязняющим веществам концентрации находятся на уровне 0,22-0,72 ПДК.

**По сценарию 4 (Анадарь (глубоководный участок); судно обеспечения «Sayan Prince» (источник №6004)):**

Судно обеспечения «Sayan Prince» подходит к берегу на расстояние 2000 метров.

Определялись концентрации 8 загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы (окислы азота, серы диоксид, углерода оксид, углеводороды, сажа, бенз(а)пирен, формальдегид) и одна группа суммации.

Анализ расчетов концентраций основных загрязняющих веществ, выполненных по группам суммаций и по отдельным веществам, приведен ниже.

*Азота диоксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет 9,42 ПДК. По результатам расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ **расстояние, которое обеспечивает достижение 1 ПДК, составляет 1000 метров от источника выбросов - контрольная точка №1.4.**

*Азота оксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,77 ПДК.**

*Углерод (сажа):*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,47 ПДК.**

*Серы диоксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,56 ПДК.**

*Углерода оксид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,37 ПДК.**

*Бенз(а)пирен:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет **0,32 ПДК.**

*Формальдегид:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов



составляет 0,40 ПДК.

*Керосин:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет 0,40 ПДК.

*Суммация азота диоксида и серы диоксида:*

максимальная приземная концентрация в месте образования выбросов составляет 6,24 ПДК. По результатам расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ **расстояние, которое обеспечивает достижение 1 ПДК, составляет 710 метров от источника выбросов - контрольная точка №1.4.**

На рисунке 4.2.5 отражена карта рассеивания выбросов для сажи в атмосферном воздухе для сценария 4.

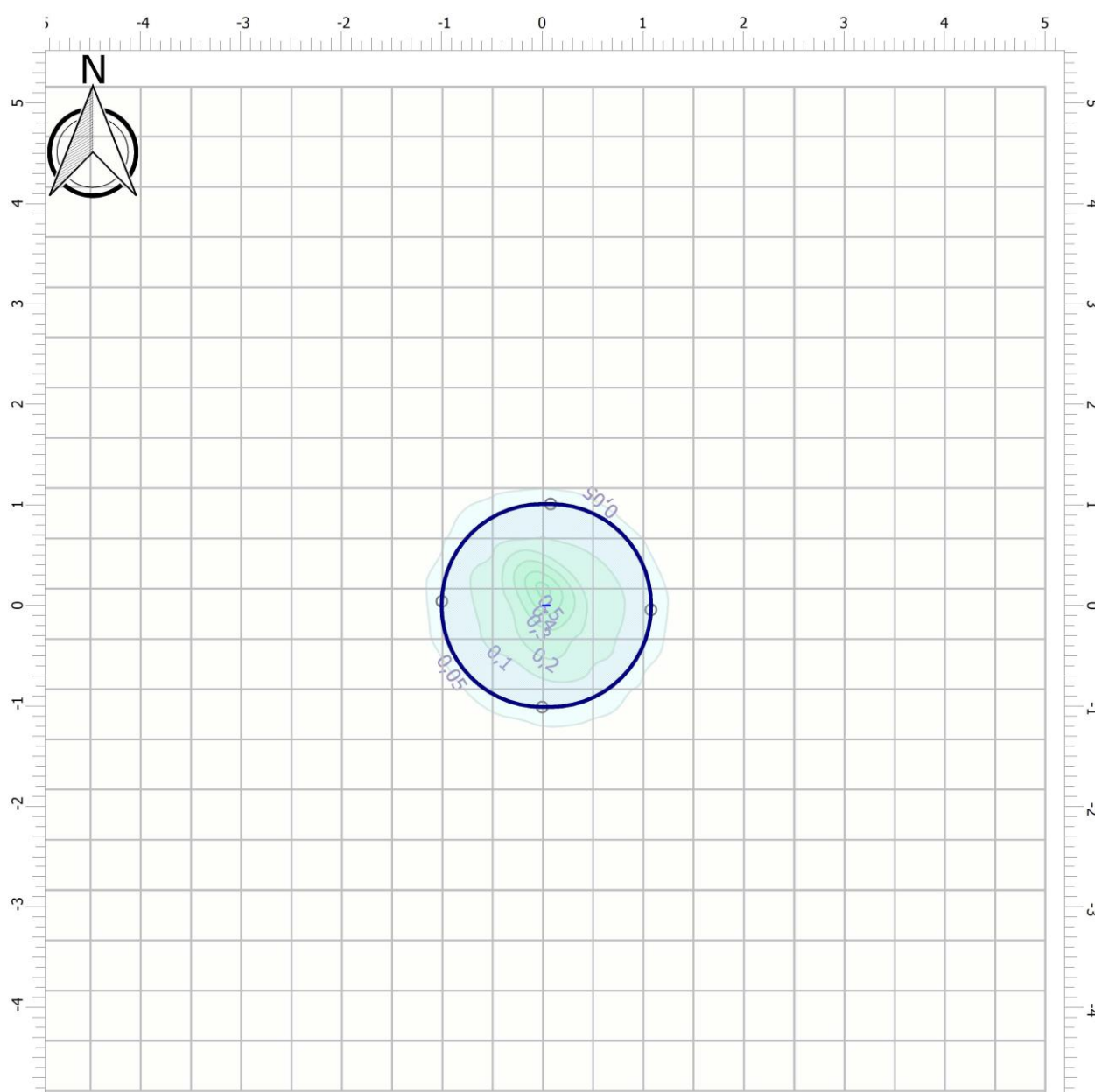


Рис. 4.2.5. Карта рассеивания выбросов загрязняющих веществ в

## **атмосферном воздухе для сажи (Анадарь (глубоководный участок); судно обеспечения «Sayan Prince» (источник №6004)), масштаб 1:64000**

Карты рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для сценария 4 приведены в приложении 3.

**ВЫВОД:** по результатам расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе **по сценарию 4 расстояние, которое обеспечивает достижение 1 ПДК и ниже по всем веществам, составляет 1000 метров от источника выбросов.** Так как судно (суда) не подходит к берегу ближе, чем на 2000 метров, такое воздействие можно считать допустимым. Так же стоит отметить, что превышение концентрации в месте образования выбросов наблюдается лишь по одному веществу (диоксиду азота – 9,42 ПДК) и одной группе суммации (азота диоксид, сера диоксид) – 6,24 ПДК, по всем остальным загрязняющим веществам концентрации находятся на уровне 0,32-0,77 ПДК.

### **4.2.6. ПЛАТА ЗА ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ**

В соответствии с актуальной редакцией ст. 16 Федерального закона «Об охране окружающей среды» №7-ФЗ от 10.01.2002 плата за негативное воздействие на окружающую среду взимается, в части выбросов, только за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками.

Согласно письму Минприроды России от 23 июля 2015 г. N 02-12-44/17039 с 1 января 2015 года взимание платы за негативное воздействие на окружающую среду за выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от передвижных источников с юридических лиц и индивидуальных предпринимателей законодательством Российской Федерации не предусматривается.

Все используемые в ходе работ источники выбросов относятся к передвижным. В силу этого плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в рамках реализации данной программы не взимается.

### **4.3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

На основании статьи 9 Федерального Закона № 96-ФЗ от 4 мая 1999 года «Об охране атмосферного воздуха» юридические лица, имеющие источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, а также вредного физического воздействия на атмосферный воздух, обязаны разрабатывать и осуществлять мероприятия по охране атмосферного воздуха, согласованные с территориальными органами специально уполномоченного федерального органа исполнительной власти в области охраны атмосферного воздуха.

Все проводимые мероприятия не будут приводить к загрязнению других объектов окружающей природной среды.

Основные мероприятия по охране атмосферного воздуха направлены на снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. С этой целью программой предусмотрено:

- использовать сорта горючего (дизельное топливо) для работы морского транспорта, удовлетворяющие требованиям соответствующих ГОСТов;
- снизить выбросы оксида азота двигателями судов при работе на малом режиме путем обеспечения регулировки топливной аппаратуры, позволяющей снизить угол опережения впрыска топлива;
- принять специальные меры по улучшению систем рециркуляции (охлаждение перепускаемой части газов и проч.), которые позволяют снизить выход оксида азота судовыми двигателями практически без увеличения расхода топлива;
- хранить топливо в закрытых емкостях, оборудованных клапанами и воздушниками;
- вести учет вредных воздействий на атмосферный воздух;
- соблюдать экономичную и регламентную работу дизельных генераторов;
- контролировать концентрации загрязнений в выбросах дизельных генераторов (при техническом обслуживании);
- осуществлять выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) от дизелей только через выхлопные патрубки, расположенные выше уровня верхней палубы, что обеспечит эффективность рассеивания;
- соблюдать требования по хранению дизельного топлива;
- исключить сжигание твердых бытовых отходов, являющихся источниками загрязнения атмосферного воздуха;
- минимизировать воздействия на окружающую среду на всех этапах проводимых работ;
- организовать экологическое обучение производственного и обслуживающего персонала.

#### **4.4. ВЫВОДЫ**

Проведение морских изысканий будет сопровождаться поступлением в атмосферу 9 загрязняющих веществ, валовый выброс которых составит 372,9 тонн. Основную массу выбросов составит азота диоксида – 143,6 тонн, оксида углерода – 133 тонны.

По результатам расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ установлено, что при ведении изысканий на прибрежных и глубоководных участках со стороны каждого из берегов максимальная приземная концентрация по всем загрязняющим веществам снижается до 1 ПДК и ниже до достижения берега: прибрежные участки – на расстояние 715 метров; глубоководные участки – на расстояние 1000 метров. Так как суда не подходят к берегам ближе, чем на 1000 метров на прибрежных участках и ближе, чем на 2000 метров на глубоководных участках, такое воздействие можно считать допустимым. Так же стоит отметить, что превышение концентрации в месте образования выбросов и для прибрежных и для глубоководных участков работе наблюдается лишь по диоксиду азота и группе суммации (азота диоксид, сера диоксид), по всем остальным загрязняющим веществам концентрации находятся на уровне 0,22-

0,77 ПДК.

## **5. ОХРАНА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ**

### **5.1. ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ**

#### **5.1.1. БАРЕНЦЕВО МОРЕ**

М.Л.Верба и др. [1986] полагают, что в основе глубинной структуры шельфа заложено сочетание тектонических блоков, сохранивших признаки складчатых структур, и разделяющих их обширных вытянутых и глубоких депрессий, составляющих единый Баренцево-Северо-Карский мегапрогиб. В новейшее время произошло обособление шельфа в его современных границах на месте эпиконтинентального моря, примыкавшего к Центрально-Арктическому поднятию, и осуществилась некоторая перестройка прежнего структурного плана, который на данном этапе предопределен заложившимся в рифее платформенным геологическим строением региона и особенностями развития в позднем мезозое-кайнозое. В числе структурных форм выделяются прогибы, впадины, желоба, поднятия, ступени, валы и др., нередко осложненные складками и разломами. В это время создаются новые блоковые ассоциации и новые соотношения разломных зон путем избирательной активизации фрагментов более древней структуры. Наиболее крупные структурные формы, отраженные в рельефе дна, соответствуют структурному плану подошвы осадочного чехла и фундамента. Особенности новейшего структурного плана с разной степенью детальности отражены в ряде работ [Арктический шельф...,1987; Геологическое строение..., 1984; Махотин, 1982; Сенин, 1988; Мусатов, 1990].

Относительно времени начала неотектонического этапа в данном секторе Арктики среди исследователей пока нет единого мнения. В числе наиболее вероятных возрастных рубежей обычно называют конец олигоцена, миоцен, поздний миоцен, середину неогена, рубеж верхнего-среднего плиоцена, конец плиоцена [Матишов, 1984; Махотин, 1982; Зархидзе, 1985]. По данным палеомагнитных аномалий кардинальная перестройка геологических условий в этом регионе относится к раннему олигоцену [Савостин, 1981]. Это время совпадает и с деформациями наиболее молодой широко региональной поверхности выравнивания, время формирования которой по аналогии с прилегающей сушей соотносится с палеоцен-эоценовым возрастом. Применительно к субаквальным условиям начало неотектонического этапа можно соотнести с формированием базальтов провинции Туле. Сопоставление отметок фрагментов деформированной поверхности выравнивания с современным уровнем моря дало возможность оценить амплитуды неотектонических движений. Наибольшие погружения приурочены к современным крупным впадинам и желобам, где они достигают 350-500 м. Наибольшие поднятия проявились в пределах обрамляющих шельф архипелагов, эпиплатформенных орогенов и Балтийского щита, где они достигают 1000 м. По подошве неоген-четвертичных отложений составлена неотектоническая схема [Мусатов, 1990]. По мнению этого исследователя, в современной структуре шельфа прослеживается субширотная зональность, а в дочетвертичное время новейшего периода зональность была субмеридиональной. Ведущим неотектоническим процессом на шельфе является деструкция земной коры и опускание внутренних районов и преобладающее поднятие в окраинных. Влияние процессов со стороны глубоководных океанских впадин проявляется в продолжении флексурного прогибания по краю шельфа и в

отрыве блоков по тектоническим сбросам, формировании секущих желобов, повышенной сейсмичности. Общая тенденция тектонических движений на баренцевоморском шельфе заключается в смене дифференцированных малоамплитудных менее дифференцированными по площади, но большей амплитуды. Большинство каптируемых поднятий есть следствие их более медленных погружений по сравнению с соседними участками дна и потому являются относительными. Общий фон голоценовой эпохи развития региона соответствует тенденции к опусканию. Ряд исследователей считают характер неотектонических движений колебательным на основе ритмичного строения осадков изученных ими геологических разрезов. Другие усматривают в этих движениях волнообразный характер по уменьшению в палеогене тектонической активизации с запада на восток, а в неоген-четвертичное время - с севера на юг. Высокая активность новейших движений подчеркивается высокой дифференцированностью структурных форм, значительным суммарным размахом вертикальных движений (до 1500 м), землетрясениями, оползновыми явлениями и др. Тем не менее, регион в целом считается изостатически уравновешенным.

При морфоструктурном анализе на шельфе выделяются положительные (своды, поднятия, валы), отрицательные (впадины, прогибы, желоба) и переходные (ступени, террасы) диаморфы, а также разного ранга линеаменты, идентифицируемые как разрывные нарушения, являющиеся важным критерием уровня организации и упорядоченности тектонической структуры.

Ряд исследователей относят небольшие, выраженные на поверхности дна дислокации не к тектоническим, а к сформированным напорной деятельностью ледников. Однако Р.Б.Крапивнер [1992] убедительно доказал несостоятельность такой точки зрения. В частности, принимаемые за гляциальные приповерхностные пликативные дислокации (до первых сотен метров вглубь) создаются в результате приповерхностного выполаживания разломов взбросового и взбросово-сдвигового типов. В то же время здесь могут быть небольшие литобарические дислокации (структуры нагрузки) и криогенные (вследствие промерзания отложений и позднего выделения льда). По мнению И.Д.Данилова [1987], криогенные деформации могут охватывать пространство, измеряемое десятками километров, и мощность осадочной толщи до десятков метров.

Что касается современных тектонических движений, то сведения о них имеются лишь для районов побережья и отдельных участков верхней зоны шельфа. Их направленность в целом хорошо согласуется с данными структурно-геоморфологического анализа. Наибольшие скорости поднятия характерны для островов внешней зоны шельфа и Мурманского побережья. Так, архипелаги Земля Франца Иосифа и Шпицберген поднимаются со скоростью 2-4, район Мурманска - 5,2, побережье Новой Земли 1-3 мм/год. Опускания преобладают на южном побережье Печорского моря - до 3 мм/год и свойственны о-ву Колгуеву (1-2 мм/год). Несколько неожиданным является опускание восточного побережья Кольского полуострова - до 3 мм/год [Никонов, 1978; Борисов, 1976; Победоносцев, Розанов, 1971; Вейнбергс и др., 1995].

### 5.1.2. КАРСКОЕ МОРЕ

Шельф и побережья Карского моря, как и Баренцева, расположены в области земной коры континентального типа. Возраст основания его осадочного чехла определяется как триас-среднеюрский: 230-165 млн. лет. Строение осадочного чехла в пределах карского шельфа различается в разных районах последнего вплоть до выпадения некоторых стратиграфических комплексов. Что касается кайнозойских, то судя по тому, что в арктической зоне побережий Западной Сибири однозначно не установлены отложения эоцена-миоцена, их, вероятно, нет и на шельфе. Правда, некоторые исследователи допускают наличие шельфовых условий в эоцене и, следовательно, возможность обнаружения соответствующих отложений этого возраста [Зархидзе, 1985; Мусатов, 1990].

В качестве наиболее крупных геолого-структурных элементов в пределах шельфа выделяют часть эпикаледонской Баренцево-Карской плиты, структурно представленной здесь Карским массивом, занимающим северную его область и расположенным южнее части эпигерценской Западно-Сибирской плиты, выраженной Южно-Карской впадиной. Границей между плитами является относительно поднятый Новоземельско-Таймырский геоблок (Северо-Сибирский порог), структурно принадлежащий к Северной плите и прослеживающийся от северного окончания Новой Земли к побережью Таймыра южнее островов ВЦИК.

Начало новейшего этапа развития региона определяется неоднозначно. Приуроченность обширного карского шельфа к гетерогенной геоструктурной области, отдельные районы которой граничат с различно построенными и геотектонически по-разному развивающимися регионами, не могла не отразиться на времени и форме проявления неотектонического периода его эволюции. По-видимому, в южной части шельфа новейший этап начался в среднем олигоцене, а в северном - в позднем олигоцене-раннем миоцене. Характер морских осцилляций - тектоно-эвстатический, усложненный гляциоэвстатическими причинами. Новейшие отложения верхнего структурного этажа, представленные в основном терригенными и терригенно-морскими осадками четвертичного и в меньшей мере плиоценового возраста, залегают с угловым и стратиграфическим несогласием на породах различного возрастного интервала нижних структурных этажей. Их мощность может достигать 100-150 м.

В новейшее время на карском шельфе преобладают дифференцированные, преимущественно нисходящие, тектонические движения и деструкция земной коры, а процесс тектогенеза можно определить как реконструктивно-деструктивный. Наличие относительных поднятий является, вероятно, следствием более медленного погружения этих территорий. В формировании тектонической структуры главную роль, по-видимому, играет гравитационное и тепловое разделение и перераспределение земного вещества на фоне ротационных явлений. Влияние процессов океанообразования особенно заметно на внешней зоне шельфа, где формируются, в частности, наложенные структурные формы в виде раскрывающихся к океанской впадине некомпенсированных осадконакоплением желобов с аномально большими для шельфа глубинами, а также высокодифференцированная блоковая структура. Уменьшение тектонической динамичности с севера на юг дает основание некоторым исследователям охарактеризовать новейшие движения на шельфе как

волнообразные.

Считается, что последняя фаза неотектонической активизации произошла на границе позднего плейстоцена и голоцена, сопровождаясь усилением погружений. Несмотря на то, что интенсивность неотектонических движений на карском и в целом на западно-арктическом шельфе оценивается наибольшей в условиях переходных зон атлантического типа, все же данные о высоких скоростях тектонических подвижек в голоцене - до 7 см/год, как на о-ве Свальбард [Мусатов, 1990], представляются недостаточно выверенными, равно как и точка зрения на формирование Восточно-Новоземельского желоба с плейстоцен-голоценового рубежа. Амплитуды новейших движений, подсчитанные [Мусатов, 1990] по отметкам базисной поверхности неоген-четвертичных отложений, приведенные к современному уровню Мирового океана, на большей части карского шельфа изменяются в пределах от 0 до -100 и от -100 до -200 м, достигая максимума в Восточно-Новоземельском желобе и в приокеанских грабен-желобах (от -300 до -400 м) (рис. 5.1.1).



Рис. 5.1.1 Фрагмент карты новейшей тектоники Карского моря [Ласточкин, Махотин, 1982]

1 – изобазы, м; 2 – разрывные нарушения, выделенные по данным морфоструктурного анализа; 3 – разломы, выделенные по комплексу структурно-геоморфологических и геофизических данных; 4 – бровка шельфа



### 5.1.3. МОРЕ ЛАПТЕВЫХ

В структурно-тектоническом отношении шельф моря Лаптевых и большая часть побережья представляет собой либо самостоятельную окраинно-материковую эпимезозойскую плиту, либо являются опущенным перикратонным мегаблоком Сибирской платформы и мезозоид Верхояно-Чукотской складчатой области. На западе некоторое значение имеют герцинские структуры Таймырско-Североземельской складчатой области. Восточной границей региона являются острова Новосибирского архипелага, расположенные в пределах Ломоносовско-Святоносской зоны поднятий, представляющие собой в структурном отношении сводово-блоковые кряжи и поднятия (рис. 5.1.2). В современной структуре шельфа, особенно в его северной области, можно отметить формы, образованные при ведущей роли дизъюнктивных дислокации: горсты, грабены, а также поднятия и прогибы. В их ориентировке заметно выделяются северо-западные направления и в меньшей степени - северо-восточные. Среди разломов видное место занимают ортогонально направленные. Эти структурно-тектонические различия отразились не только на строении рельефа, но и на региональных особенностях трансгрессий и регрессий, осадконакоплении, положении нижней границы криолитозоны и др.

С позиций тектоники плит шельф моря Лаптевых одновременно приурочен к тыловой границе двух литосферных плит. Заметная автономия в тектоническом развитии шельфа отмечается с рубежа мела-палеогена. Неотектонический этап в регионе проявился с миоцена. На уровне макроструктуры новейшие тектонические элементы часто унаследованы от позднемезозойских, а на локальном - являются новообразованными, что связано с перестройкой мезозойского структурного плана в области Северного Ледовитого океана. На шельфе уровень организации современной структуры в значительной мере определяется блоково-разрывными деформациями, по которым происходит разрядка напряжений земной коры, сопровождаемая сейсмичностью до 6-8 баллов. Преобладание отрицательных морфоструктур и хорошая выраженность их в современных условиях позволяет ряду исследователей сделать вывод о доминировании в позднечетвертичной геодинамике региона процессов растяжения, сопровождаемых тектоническими опусканиями, о чем свидетельствует и расположение значительного пространства приморской суши ниже нулевой изобазы, а также ограниченное распространение поднятых молодых морских террас. Динамика современных тектонических движений в регионе оценивается по-разному. Так, М.В.Стовас [1965] полагает, что все побережье преимущественно поднимается со скоростью 0,7-3 мм/год с максимумом на Таймыре. На этом фоне существуют частные опускания до 2,2 мм/год и участки энергичных воздыманий - до 8,4 мм/год. По схеме Л.А.Борисова [1976] преобладают низкие и умеренные восходящие движения (менее 1 мм/год) и локально проявляются опускания со скоростью более 2 мм/год. Ряд других исследователей [Дворкин, Мустафин, 1989] сходятся во мнении, что побережье моря Лаптевых, по-видимому, не опускается, в то время как большая часть шельфа погружается со скоростью до 5 мм/год. Некоторые исследователи считают, что погружение свойственно лишь отрицательным морфоструктурам, а остальные области шельфа и побережья либо стабильны, либо имеют тенденцию к поднятию разной интенсивности.

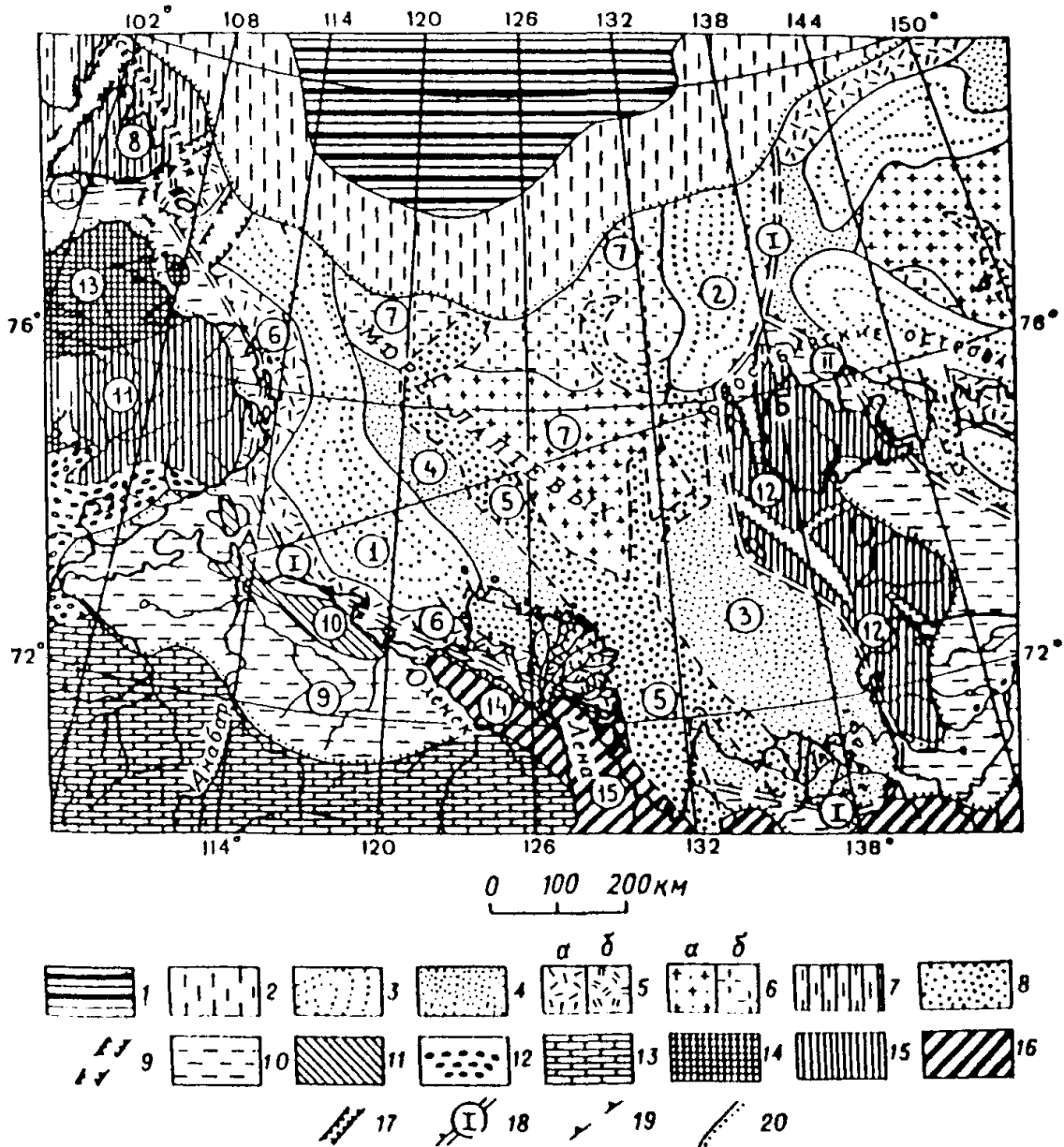


Рис. 5.1.2 Структурно–тектоническое районирование дна моря Лаптевых и его обрамления [Геологическое строение... 1984]

1 – абиссальная котловина; 2 – материковый склон; 3–11 – окраинно–материковые плиты и их элементы: 3 – прогибы, 4 – седловины и структурные террасы, 5 – погребенные горстовые гряды, 6 – погребенные сводовые поднятия, 7 – надводные сводовые поднятия, 8 – рифтогенные желоба и грабены, выполненные осадками, 9 – грабены, не компенсированные осадками, 10 – периферийные кайнозойские тектонические депрессии, 11 – периферийные горсты, сложенные мезозойскими осадочными породами; 12 – внутриматериковый Енисейско–Хатангский прогиб; 13 – Сибирская платформа; 14–16 – тектонические комплексы орогенного обрамления: 14 – карский полигенный гранитный

**комплекс, 15 – киммерийские складчатые комплексы, 16 – складчатый комплекс мезозойско-Северо-Востока России; 17 – кайнозойские грабены; 18 – флексурно-разломные границы плит; 19 – граница внутриматерикового Енисейско-Хатангского прогиба; 20 – границы периферийных кайнозойских депрессий. Цифры в кружках – номера отдельных структур**

#### 5.1.4. ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЕ МОРЕ

Шельф Восточно-Сибирского моря является наименее изученным среди арктических шельфов Евразии. Сведения о его геологии и тектонике базируются главным образом на данных редкой сети магнито- и гравиметрических съемок. При этом его строение и развитие обычно в той или иной мере увязывается с развитием докембрийской платформы и отделенными краевым швом обрамляющих ее с юга и юго-запада мезозоидами (K1 - начало K2) Новосибирско-Чукотской складчатой системы, орогенный этап развития которой начался в позднем мелу.

Последняя, по мнению В.А.Виноградова и др. [1974], характеризуется сквозным развитием геосинклинальных условий с протерозоя. Предполагается также, что в районе о-ва Врангеля южная граница платформы проходит в непосредственной близости от его северного побережья, охватывает острова Де-Лонга и северную часть о-ва Новая Сибирь. Другие исследователи включают в состав платформы весь о-в Новая Сибирь, острова Котельный, Бельковский, Малый Ляховский и прилегающий к ним шельф. В соответствии с данными И.С.Грамберга и др. [1972], Гиперборейская платформа в пределах шельфа имеет допозднедевонский метаморфизованный складчатый фундамент. Шельф Восточно-Сибирского моря расположен в области парагеосинклинальной впадины. Можно отметить и точки зрения, согласно которым практически весь шельф Восточно-Сибирского (как и Чукотского) моря, включая о-ва Врангеля, острова Анжу и северное побережье Чукотки, расположен в пределах складчатого фундамента мезозойской консолидации, характеризующегося миогеосинклинальным строением геологического разреза [Виноградов, 1976], либо в области прогибания, заложенной в позднем мелу, а Гиперборейская платформа прослеживается лишь в области верхней кромки и аваншельфа северо-восточной части Чукотского моря или ее признаки не устанавливаются вовсе [Секретов, 1992].

Большинство исследователей региона полагают, что шельф входит в состав Восточно-Сибирско-Чукотского осадочного бассейна, граница которого оформилась в синокеанскую стадию развития Арктической геодепрессии. Он находится в области прогибов и впадин окраинно-материковой плиты, расположенной на месте активизированной киммерийскими движениями Гиперборейской платформы, а также частично захватывает предгорные и межгорные депрессии с осадочной толщей преимущественно кайнозойского возраста. В его пределах выделяются два крупных геоблока: внутренний - Верхояно-Чукотский, и внешний - Восточно-Сибирский, разграниченные дуговой шовной зоной примерно по параллели 73° с.ш. Согласно Ю.Е.Погребницкому [1976], шельф находится в зоне синеклизы кайнозойского возраста.

Формирование доновейшего структурного плана (рис. 5.1.3) контролировалось особенностями складчато-глыбового фундамента. Острова и разделяющие их проливы в зоне Котельническо-Святоносского поднятия являются либо отражением горст-грабеновой системы активизированной платформы, либо острова представляют блоковые выступы в сводовой части антиклинального поднятия Новосибирско-Чукотской складчатой системы, заложившейся в конце мела - начале палеогена. Некоторые острова, например, о-в Фаддеевский, возможно, являются следствием куполовидных поднятий [Советская Арктика, 1970]. Вдоль побережья простирается протяженная Приморская моноклинал (некоторые исследователи называют ее депрессией), осложненная брахиантиклинальными складками. Отдельные исследователи [Шипилов, 1993] отводят ведущую роль в доновейшем тектогенезе рифтогенным процессам, проявившимся в несколько циклов. Заключительный этап рифтогенеза сопоставляется с формированием Евразийской впадины Северного Ледовитого океана, после чего регион вступает в плитно-синеклизный режим развития, сопряженно [Зархидзе, 1985] с мезозоидами прилегающей суши. В процессе деструкции земной коры важная роль отводится также «отседанию» субширотных сегментов в сторону океанской впадины и заполнению образовавшихся прогибов осадками.

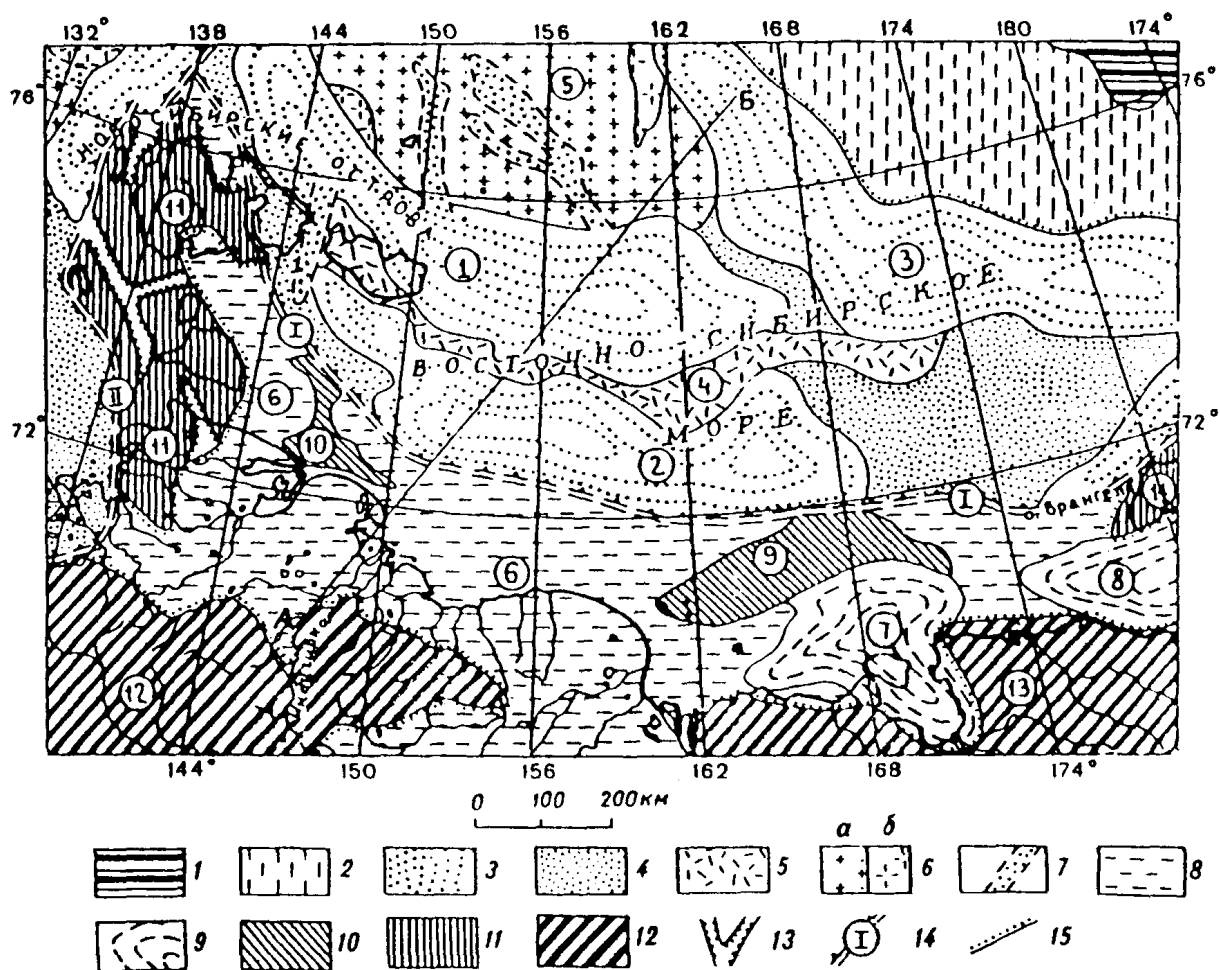


Рис. 5.1.3 Структурно-тектоническое районирование Восточно-Сибирского

## моря и его обрамления [Геологическое строение..., 1984]

**1 – абиссальная котловина; 2 – материковый склон; 3–7 – окраинно–материковые плиты; 8 – периферийные тектонические депрессии; 9 – унаследованные прогибы и впадины; 10 – горсты; 11,12 – тектонические комплексы орогенного обрамления; 13 – грабены зон орогенеза; 14 – флексурно–разломные ограничения окраинно–материковых плит; 15 – граница периферийных депрессий. В кружках – номера структур**

Начало неотектонического этапа в регионе, вероятно, следует увязывать с ранним миоценом, в отложениях которого на прилегающей суше установлены продукты размыва палеогеновых кор выветривания. Новейшие движения происходили на фоне формирующейся молодой платформы с компенсированным осадконакоплением в режиме преобладания погружения и сопровождались несколькими фазами (до четырех) активизации вертикальных движений. Это привело к формированию основных черт современного рельефа, в том числе предопределило размеры и абсолютные отметки островов и проливов, а также других форм структурно-скульптурного рельефа [Арктический шельф..., 1987]. Амплитуды тектонических подвижек и их контрастность, по-видимому, не были значительными, что наряду с осадконакоплением обусловило выравненность поверхности шельфа. В этот период происходит перестройка структурного плана [Патык-Кара и др., 1982]. Образовались краевые шельфовые поднятия горстового и валообразного типов, окраинно-шельфовые прогибы, общий субширотный структурный план приобретает субмеридиональную ориентировку, возрастает роль разломно-блоковой и сводово-глыбовой тектоники, по сравнению с пликративными дислокациями (рис. 4.6). При этом в структурном плане остаются заметными простирания, характерные для мезозойского этапа развития региона: северо-западные и северо-восточные.

Б.И.Ким и И.В.Рейнин [1989] построили карту новейшей тектоники, отражающую структурные формы на фоне общего дифференцированного погружения. По их данным, в новейшей структуре отчетливо проявляется мозаика блоков, ограниченных на севере разломами континентального склона, а с юга - разломами орогенного обрамления материка. В ориентировке разрывных нарушений доминируют ортогональные и северо-восточные направления. Подчиненно представлены северо-западные простирания. Выделяются также крупные поднятия, прогибы и другие структурные формы.

Определенное представление о новейшей тектонической структуре дает структурно-геоморфологическая схема [Патык-Кара и др., 1980]. В соответствии с указанными построениями на шельфе Восточно-Сибирского моря выделяются морфоструктуры складчатого и разломно-блокового типов разного порядка, как унаследованные от мезозойского этапа развития региона, так и новообразованные, смещенные по времени и в пространстве. Усиление с неогена активности вертикальных движений привело к формированию основных черт современного рельефа, в том числе определило размеры и абсолютные отметки островов, проливов, других форм структурного и структурно-скульптурного рельефа [Арктический шельф..., 1987]. Что касается современной динамики

региона, то зона берегов испытывает тенденцию к поднятию, а районы шельфа - к абсолютному и относительному опусканию. Однако существует мнение [Дегтяренко и др., 1982], что в плейстоцене данный шельф испытывал поднятие.

#### 5.1.5. ЧУКОТСКОЕ МОРЕ

Решение вопроса о глубинной структуре шельфа Чукотского моря обычно исходит из представлений о существовании докембрийской Гиперборейской платформы, реликтом которой, вероятно, является о-в Врангеля, или, возможно, некогда единой Панарктической платформы - Арктиды, включавшей Сибирскую, Гиперборейскую и Канадско-Гренландскую платформы, на значительные площади которой наложились структуры палеозойских и мезозойских эпох тектогенеза от байкалид о-ва Врангеля до новокиммерид Чукотки и Аляски. Предполагается также, что шельф Чукотского моря расположен в области парагеосинкли-нальной впадины, приуроченной к срединному массиву, или он находится в пределах платформы, выступом которой является о-в Врангеля. Возможна также его принадлежность к области складчатого фундамента мезозойской консолидации. Кардинальных структурных перестроек в регионе, по-видимому, не было. В то же время не исключено, что отдельные глыбы фундамента претерпели индивидуальное развитие, что проявилось, в частности, в возрасте и мощностях перекрывающего чехла. При условии предположительно высокой тектонической активности отдельных глыб можно прийти к выводу о промежуточном (между геосинклиналями и ортоплатформами) типе развития региона в целом.

С точки зрения концепции тектоники плит, происхождение и строение шельфа во многом определяется развитием соответствующей области Северо-Американской литосферной плиты, в пределах которой он находится. Столкновение ее с Евразийской плитой произошло в конце юры, а 111-115 млн. лет назад эти плиты «спаялись» [Савостин, 1981]. Возраст литосферы оценивается как девон-пермский (400-230 млн. лет назад). Предполагается, что ориентации структурного плана шельфа свойственно большое согласие со структурным планом прилегающей суши, столь характерное для подводных континентальных окраин Тихоокеанского типа. Большая часть шельфа принадлежит Южно-Чукотскому предгорному прогибу, простирающемуся к югу от поздних киммерид Врангелевско-Геральдской гряды. Его основание сложено мезозоидами Новосибирско-Чукотской складчатой системы, а осадочный чехол представлен вулканогенно-терригенным комплексом позднемезозойско-кайнозойского возраста (K1-0). Низы разреза чехла образует орогенная толща мощностью более 4 км, которая перекрыта образованиями палеогенового возраста мощностью до 1,5 км и неоген-четвертичными осадками мощностью до 750 м. Прогиб является элементом формирующейся молодой платформы, для которой преобладание нисходящих движений началось с палеогена или в конце мелового периода.

Северная часть шельфа относится к Восточно-Сибирской окраинно-материковой плите с гетерогенным разновозрастным фундаментом. В ее осадочном чехле выделяется нижний этаж, сформированный в условиях эпиконтинентальных бассейнов, и верхний этаж раннепермского-четвертичного возраста, подразделяемый на доокеанский и синоокеанский, главным образом,

кайнозойский, комплексы. Шельф здесь подвержен процессам океанизации, морфологическое проявление которых реализуется глубоко опущенными блоками аваншельфа, транзитными (океанская впадина - континентальный склон - шельф) желобами и др. Восток-северо-восточная часть шельфа относится к Бофортско-Чукотской плите с позднекаледонским складчатым фундаментом и среднепалеозойско-кайнозойским чехлом мощностью до 3-6 км. Южную часть чукотского шельфа относят к Новосибирско-Чукотской складчатой системе мезозойского типа колымского типа миогеосинклинального развития, а остальное пространство - к южной глыбе бывшей Гиперборейской платформы. Она разделена глубинным разломом северо-западного простирания, прослеживающимся севернее широтного течения р. Колвилл. Здесь отмечается надвиг в районе северных склонов Центральных гор о-ва Врангеля. Не исключено, что южная граница Гиперборейских структур проходит в районе прогиба Лонга, учитывая его, возможно, шовную природу и геологически длительное развитие глубинных разломов.

По мнению некоторых исследователей [Шипилов, 1993], в структуре региона большое значение имеют грабен-рифтовые зоны, выраженные в фундаменте в виде осложненных блоками желобов, заполненных отложениями предположительно от верхнего триаса до голоцена включительно. Эти зоны принадлежат к системе глубинных правосторонних сдвиго-раздвиговых поясов.

Неотектонический план Чукотского шельфа представлен на рис. 4.8. Со стороны океана шельф ограничен континентальным склоном, ширина которого возрастает в восточном направлении от 15 до 80 км с соответствующим уменьшением крутизны от 7 до 1°. По данным сейсмоакустического профилирования, севернее мыса Барроу геологический разрез в области бровки склона отражает моноклинально залегающую слоистую толщу отложений мощностью 100-120 м с падением на восток под углом около 3°, осложненную системой сбросов. Непосредственно в пределах Чукотского шельфа выделяются шельфовая платформа, северные окраины срединного массива и предгорные либо межгорные впадины областей горообразования [Арктический шельф..., 1987]. Понятие «шельфовая платформа» отражает в данном случае континентальный тип земной коры и платформенный режим развития. С юга она ограничена прогибом Лонга, с востока - разломами по границе со срединным массивом, а на западе прослеживается в акваторию Восточно-Сибирского моря. Среди структурных форм более высокого порядка здесь выделяются поднятия, впадины, желоба, ступени, прогибы, разрывные нарушения. Последние характеризуются различной протяженностью и простиранием с преобладанием северо-западных и северо-восточных направлений. Вдоль крупных разломов отмечаются приразломные складки. Мелкие разломы распространены повсеместно и имеют самую различную ориентировку. Возраст разрывных нарушений установлен лишь относительно. Сопоставление новейшего структурного плана шельфа и прилегающей суши показывает значительную автономность тектоники шельфа. Лишь единичные структурные формы суши прослеживаются несколько далее его прибрежной зоны.

Для позднечетвертичного этапа развития шельфа характерна тенденция к преобладающему опусканию, сравнительно медленному (судя по мощностям осадков), на фоне которого отмечаются районы относительных поднятий. Лишь

верхняя часть шельфа, пограничная с областями орогенеза, испытывает относительное опускание, т.е. поднимается со скоростью, меньшей скорости трансгрессии моря. Темп этого поднятия возрастает по направлению к суше и уже в пределах побережья достигает нескольких миллиметров в год.

В генетическом отношении Чукотский шельф является трансгрессивно-тектоническим образованием. Его значительная ширина обусловлена спецификой его тектонического строения, а не выносом больших масс осадочного материала реками.

#### 5.1.6. БЕРИНГОВО МОРЕ

Берингово море является крупнейшим в цепи окраинных морей Восточно-Азиатской, переходной зоны континент — океан, выраженной Тихоокеанским подвижным поясом. Земная кора Берингоморского региона состоит из осадочного чехла с пластовой сейсмической скоростью 1,5—4,9 км/с и фундамента с граничной сейсмической скоростью 4,8—7,5 км/с. Фундамент региона гетерогенен и сложен на суше комплексами складчатых систем, срединного массива, вулканогенных поясов [Геологическая карта...,1982; Геология Берингова...,1985; Тектоника Северной...,1977]. Сравнение рельефа фундамента и мощности осадочного чехла (рис. 5.1.4) показало преобладание достаточно длительного унаследованного осадконакопления, что позволило по рельефу фундамента проследить на дно моря оси складчатых структур суши.

Осадочный чехол северной части Западно-Берингоморского и Восточно-Берингоморского шельфа перекрывает позднемезозойско-кайнозойские и более древние структуры. Кайнозойские складчатые системы примыкают к позднемезозойско-кайнозойским и генетически с ними связаны, что следует из преемственности их развития и структурных связей.

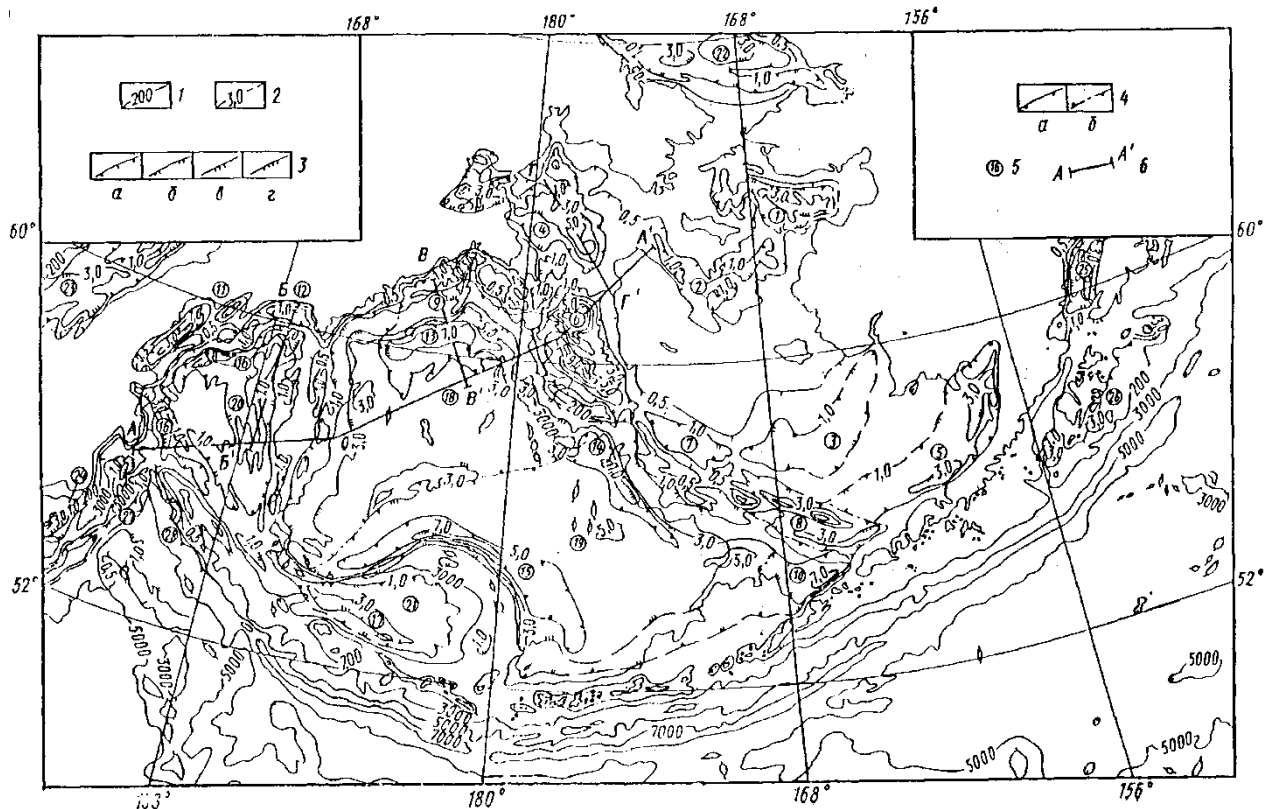
Осадочный чехол слагает дно моря повсеместно, но неравномерно и редко выходит на прибрежную сушу (рис.4.9). На шельфе расположены в общем линейные впадины, субсогласные антиклинориям побережья с мощностью осадков от 1—3 до 5—9 км и более. На кромке шельфа осадочные впадины ограничены поднятиями фундамента континентального склона, у подножия которого находятся близкие по мощности подсклоновые осадочные прогибы. К центру глубоководных котловин чехол утоняется до 3—0,5 км, а на подводных хребтах еще более сокращается — до 1—0 км, увеличиваясь до 1,5—3 км только в узких привершинных впадинах.

Северная область осадконакопления охватывает внутреннюю (причукотскую) зону Восточно-Берингоморского шельфа и представлена главным образом маломощными (0,5—1 км) поздне-миоцен-четвертичными терригенными существенно диатомовыми осадками. Только в центре области, прерывисто оконтуривая о. Св. Лаврентия и о. Нунивак, находятся наземно-шельфовые и шельфовые впадины: Нортон, Лаврентьевская, Кускоквим, расположенные на продолжении разломов Центральной Аляски и Чукотки.

Структура фундамента Берингоморского региона (рис.4.1.4, [Голубов, 1994]) прямо отражается в структуре осадочного чехла и показывает широкое развитие разрывных, часто конседиментационных нарушений [Середа, 1980;



Чехов, Левашова, 1987]. В результате дешифрирования топографических и геофизических карт масштаба от 1 : 5 000 000 до 1 : 500 000 и крупнее выявлена регулярная сеть трещиноватости земной коры Берингоморского региона [Голубов, 1994]. Линейные сгущения разломов этой сети отвечают складчатым системам региона и ограничивают ромбовидный блок коры, в целом соответствующий впадине моря и включающий мелководный и глубоководный блоки. Разломы Берингоморского региона, выделенные при дешифрировании, проявляются в геоструктурах, но тем не менее в большинстве своем отсутствуют на геологических картах. Особенно распространены в регионе сдвиги, имеющие максимальные смещения.



**Рис. 5.1.4** Схема строения осадочного чехла Беринговоморского региона

**Условные обозначения к рис. 4.1.4:**

1 – изоглубины дна, м; 2 – изопахиты осадочного чехла, км; 3 – границы осадочного чехла (совмещенные с изопахитами): а – позднемiocен–четвертичного, б – миоцен–четвертичного, в – эоцен–четвертичного, г – позднемелового – четвертичного; 4 – границы структур чехла: а – совмещенные с изопахитами, б – самостоятельные; 5 – структуры чехла: Беринговоморский регион: шельфовые и склоновые впадины: 1 – Нортон, 2 – Лаврентьевская, 3 – Кускоквим, 4 – Анадырская, 5 – Бристольская, 6 – Наваринская, 7 – Св. Павла, 8 – Св. Георгия, 9 – Хатырская, 10 – Унимал, 11 – Карагинско–Корфская, 12 – Олюторская; подсклоновые прогибы глубоководных котловин: 13 – Корякско–Алеутский, 14 – Аляскинско–Алеутский, 15 – Бауэрско–Алеутский, 16 – Камчатско–Командорская группа, 17 – Алеутско–Бауэрский; сводовые зоны глубоководных котловин: 18–19 – Центральноалеутская: 18 – Западная, 19 – Восточная части, 20 – Центральнокомандорская, 21 – Центральнобауэрская; сопредельные регионы: шельфовые и склоновые впадины: 22 – Хоуп, 23 – Западно–Камчатская группа, 24 – Восточно–Камчатская группа, 25 – Кука, 26 – Кадьяк; подсклоновые прогибы океанических котловин: 27 – Курило–Камчатский, 28

## – Алеутский; 6 – расположение геолого–геофизических разрезов

### 5.1.7 ОХОТСКОЕ МОРЕ

Геотектура дна Охотского моря и прилегающей части Тихого океана обусловлена положением этой подводной области в зоне перехода от континента Евразии к впадине Тихого океана [Удинцев, 1957; Удинцев и др, 1981]. По накопленным к настоящему времени данным в пределах впадины Охотского моря, Курило-Камчатской островной дуги и прилегающей части Тихого океана имеют место как два основных типа земной коры - континентальный и океанический, так и переходные между ними типы, получившие названия субконтинентального и субокеанического.

Континентальный тип коры присущ материковой отмели северной части моря, островным отмелям и склонам Хоккайдо, Сахалина, Камчатки и большей части Курильской островной дуги вплоть до оси Курило-Камчатского желоба. Характеристики коры этого типа несколько варьируют.

Так, в материковой части под осадочным чехлом лежат породы «гранитно-метаморфического» слоя со скоростями сейсмических волн 5,6-6,3 км/с, а мощность этого слоя достигает 16 км. Ниже лежит «базальтовый» слой со скоростями 6,2-6,5 км/с и мощностью до 20-24 км. Кровля верхней мантии характеризуется скоростями сейсмических волн 8,0-8,8 км/с. Мощность земной коры в области материковой отмели 28-32 км. В островных цоколях Сахалина, Камчатки и Курил земная кора характеризуется несколько большими скоростями сейсмических волн в «гранитно-метаморфическом» слое (5,6-6,4 км/с) при мощностях этого слоя до 20 км и несколько большими скоростями в «базальтовом» слое (около 6,7 км/с) при значительно меньшей его мощности - 5-10 км. Скорости волн в кровле мантии несколько понижены - около 8,0 км/с, а общая мощность коры достигает 25-30 км.

Океанический тип коры свойствен ложу Северо-Западной котловины Тихого океана с его краевым, примыкающим к Курило-Камчатскому желобу, валом Зенкевича и океаническим склоном этого желоба. Кора такого типа имеет более простую, чем континентальная, стратификацию: осадочный чехол сравнительно малой мощности подстилается «базальтовым» слоем, тогда как «гранитно-метаморфический» слой в составе коры отсутствует. «Базальтовый» слой характеризуется скоростями сейсмических волн около 6,7 км/с, мощность его 4-6 км. Кровля верхней мантии отмечается скоростями сейсмических волн 8,3-8,7 км/с, причем под валом Зенкевича эти скорости местами достигают 8,9-9,0 км/с. Мощность коры океанического типа всего 6-10 км.

Переходный тип коры субконтинентальный отличается от континентального типа несколько повышенными и колеблющимися в более широком диапазоне скоростями сейсмических волн в «гранитно-метаморфическом» слое - от 4,8 до 6,4 км/с при сокращении мощности слоя до 8-12 км. В «базальтовом» слое скорости порядка 6,3-6,6 км/с при мощности слоя порядка 12-8 км, так что мощность коры в целом оказывается около 20 км. Кора такого типа подстилает всю центральную часть Охотского моря. Локальные возрастания скоростей сейсмических волн до 6,3-6,4 км/с в «гранитно-метаморфическом» слое в этой части моря, например в котловине Дерюгина и в южной части возвышенности

Академии Наук СССР, при некотором сокращении мощности коры до 20-15 км иногда рассматриваются как свидетельства перехода там к другому типу коры - субокеаническому. Однако такая квалификация коры кажется неоправданной: общий облик ее и там несравненно ближе к субконтинентальному, чем к субокеаническому.

Субокеанический тип коры характеризуется резким сокращением ее мощности и отсутствием «гранитно-метаморфического» слоя. Такой тип коры был установлен для Курильской котловины и среднего звена Курильской дуги. В разрезе коры этого типа отмечен был мощный осадочный слой, подстилаемый «базальтовым» слоем со скоростями сейсмических волн 6,7-6,8 км/с, мощностью 4-8 км, при общей мощности коры до 9-14 км. Исследования последних лет выявили присутствие в разрезе коры Курильской котловины слоев со скоростями 4,8 км/с, мощностью около 1,5-1,7 км и со скоростями 7,4 км/с, мощностью в несколько сотен метров. Таким образом, возросло сходство коры Курильской котловины с корой субконтинентального типа.

Происходящий в пределах Охотского моря и Курило-Камчатской системы «Дуга-желоб» переход от континентального типа коры к океаническому сопровождается некоторыми характерными феноменами в геофизических полях. Так, в гравитационном поле этот переход отмечается появлением длинноволновой аномалии силы тяжести, монотонно возрастающей на протяжении нескольких тысяч километров и образующей положительную волну с амплитудой около 100-300 мгл, шириной около 300 км над Курильской дугой и Курило-Камчатским желобом. Предполагается, что причиной такой волны может служить повышенная плотность мантии до глубины порядка 200 км, связанная с вторжением крупного мантийного диапира. Аномалии, наблюдаемые в тепловом поле, свидетельствуют о существенном прогреве коры центральной части моря и Курильской котловины тепловым потоком, идущим из глубоких недр. Такой прогрев также логично связывать с мантийным диапиром. Общеизвестны данные о сейсмичной фокальной зоне Бенъофа-Заварицкого, отмечающей существование глубинного скола в толще литосферы и мантии на границе между плитой Азиатского континента и Северо-Западной плитой Тихого океана. Большой интерес представляют новые данные о том, что эта зона может быть подразделена на две - в одной из них развиваются усилия сжатия, в другой, напротив, усилия растяжения. Гравиметрические данные не дают оснований предполагать пододвигания литосферного океанического блока под окраину континентальной плиты вследствие горизонтальных движений, а, скорее, заставляют думать о приложении сил с вертикальной направленностью.

#### 5.1.8 ЯПОНСКОЕ МОРЕ

Основные морфоструктурные элементы дна Японского моря представлены подводной окраиной сихотэ-алинской и корейской частей Азиатского континента, глубоководной впадиной и желобом Татарского пролива, системой горных хребтов южной части моря и Сахалино-Японской складчатой системой, отделяющей бассейн Японского моря от Тихого океана. Эти морфоструктурные элементы характеризуются многопорядковой внутренней структурой, которая выявляется при анализе геолого-геофизических материалов по акватории моря, а

также экстраполяцией данных по структуре прилегающих участков суши в пределы Японского моря [Антипов, 1987].

Японское море расположено в зоне сочленения структур восточной окраины Евразийского материка и Тихого океана. Она входит в состав сложно построенной разновозрастной северо-западной части Тихоокеанского подвижного пояса.

С запада Японское море обрамляется геологическими структурами Корейского полуострова. Они сложены консолидированными, метаморфическими породами докембрия, образующими дорифейский фундамент Китайско-Корейской платформы, терригенными, карбонатными и вулканогенными образованиями палеозоя и мезозоя.

В строении северо-западного обрамления Японского моря участвуют метаморфические породы докембрия и нижнего палеозоя, морские осадочные и вулканогенные образования верхнего палеозоя, вмещающие интрузивные породы палеозоя и мезозоя.

Они образуют верхнепалеозойскую складчатую Тумангано-Лаоелинскую зону. К северо-востоку от нее распространены морские, терригенные, вулканогенные и интрузивные верхнепалеозойские и мезозойские породы, слагающие складчатую систему Сихотэ-Алиня. На окраине материка прослеживаются мел-палеогеновые вулканогенные образования, формирующие Восточно-Азиатский (Прибрежный по И.И. Берсеневу) вулканический пояс. На них с угловым несогласием залегают континентальные кайнозойские осадочные, часто угленосные, и вулканогенно-осадочные толщи, заполняющие локальные мульды и грабены. Их мощность редко превышает 1,5 км.

С востока и юго-востока Японское море ограничено геологическими структурами островов Сахалина, Хоккайдо и Хонсю. В их строении выделяется несколько структурно-формационных комплексов. Наиболее древними в разрезе этих островов являются метаморфизованные вулканогенные и осадочные образования нижнего и среднего палеозоя, вмещающие интрузии гранитоидов разного возраста. Выше с несогласием залегают вулканогенно-осадочные породы верхнего мезозоя и кайнозоя. На о-ве Сахалин на метаморфические толщи верхнего палеозоя - нижнего мезозоя ложатся верхнемеловые морские терригенные и вулканогенно-осадочные породы мощностью до 10 км, морские и континентальные, местами угленосные миогеосинклинальные, дат-нижнемиоценовые образования мощностью более 6 км и морские, прибрежно-морские, в верхних частях континентальные среднемиоцен-плиоценовые отложения мощностью 5-6 км. Венчают этот разрез морские и континентальные толщи квартера мощностью не более 0,3-0,5 км.

Приведенный материал показывает, что в строении структурных элементов суши, окружающей Японское море, участвуют в основном породы до-неогенового возраста, которые по условиям залегания и физическим свойствам могут быть отнесены к образованиям акустического фундамента. К нему также относятся и неоген-четвертичные вулканы. Осадочный чехол составляют пологолежащие малоизмененные толщи преимущественно неоген-четвертичного возраста. Таким образом, местами породы акустического фундамента и осадочный чехол связаны латеральными переходами. В разрезах кайнозоя окружающей Японское море

суши выявлены структурные несогласия, перерывы и присутствие вулканогенных пород. Они приурочены к границе мела и палеогена, олигоцена и миоцена, миоцена и плиоцена и верхам квартера. Эти несогласия и перерывы с определенной степенью достоверности можно обнаружить и проследить на временных разрезах в пределах Японского моря.

В составе верхней части земной коры акватории Японского моря выделены фундамент и осадочный чехол [Антипов, 1987].

В акустическом фундаменте  $V_p$  составляют 3,0-6,2 км/с, а в осадочном чехле - от 1,5-1,6 до 2,5-3,5 км/с.

В составе фундамента, выходящего на поверхность окружающей суши, могут быть выделены структурно - формационные комплексы, представляющие собой стратиграфическую последовательность и характеризующие развитие земной коры исследуемого региона.

Акустический фундамент выступает на дно моря как на континентальном и островных шельфах и склонах, так и в районах за их пределами - на поднятии Ямато, Корейском плато, в районе возвышенностей Уллындо и Лианкур, Богорова и Витязя и на многочисленных банках к западу от Северного Хонсю и Хоккайдо.

Драгирование этих выступов показало, что акустический фундамент Японского моря представлен осадочно-вулканогенными (песчаники, алевролиты, сланцы, туфогенные песчаники, аркозовые песчаники, туфы андезитов, дацитов и риолитов) и магматическими (базальты, андезиты, дациты, риолиты, роговообманковые и биотитовые граниты, биотит-роговообманковые гранодиориты) разновозрастными и дислоцированными геосинклинальными формациями. Присутствие среди драгированного материала метаморфических пород (сланцев, гнейсов, мигматитов) свидетельствует о далеко зашедшем процессе тектонического развития, по крайней мере, для районов, прилегающих к драгированным выступам) фундамента.

Подробный характер строения поверхности акустического фундамента и слоев осадочного чехла хорошо описывается временными сейсмическими разрезами. В результате детальных исследований многочисленных сейсмических материалов были отобраны и составлены профильные структурные разрезы, пересекающие главные морфоструктурные элементы дна Японского моря) и дополненные структурной информацией, извлеченной из временных разрезов, перпендикулярных выбранным сечениям.

Северное сечение начинается у берегов Приморья, пересекает Татарский пролив на широте о-ва Монерон и заканчивается на шельфе о-ва Сахалин. Почти на всем протяжении профиля четко фиксируется поверхность акустического фундамента. В пределах шельфа Приморья она залегает практически горизонтально, располагаясь на отметках от минус первые десятки метров до 300-500 м, и полого погружается (до  $1^\circ$ ) на восток. Начиная с глубин моря 50-70 м наклон поверхности акустического фундамента увеличивается до  $2^\circ$ , а у бровки шельфа (глубина моря около 200 м) - до  $7^\circ$  при наклоне поверхности дна моря  $1^\circ$ . На континентальном склоне (наклон  $3-4^\circ$ ) поверхность акустического фундамента наклонена под углами до  $6-7^\circ$ . На участке склона в интервале глубин 650-1000 м отражения от акустического фундамента прерывистые и менее четкие, что, вероятно, связано или с изменением состава слагающих его пород, или с

наличием разрывных нарушений. Далее вниз по склону на восток наклон поверхности акустического фундамента выполаживается до  $2^\circ$ , и она залегает на отметке 4,5 км. Через 10 км в интервале глубин дна моря 1100-1150 м происходит ее воздымание (до  $7^\circ$ ), обратное наклону поверхности дна моря, с образованием выступа. Амплитуда последнего достигает 900 м, а ширина 35 км. На восточном его склоне поверхность акустического фундамента имеет наклон до  $5^\circ$ , вниз выполаживается до  $2-3^\circ$ . У основания выступа она опущена до отметок 3,7 км. В интервале глубин дна моря 1300-1500 м поверхность акустического фундамента вновь приобретает наклон, обратный склону, поднимаясь на восток сначала под углом  $3^\circ$ , а затем  $18-20^\circ$  (угол наклона поверхности дна моря  $1-2^\circ$ ) от 3,7 до 1,5 км. К востоку от выступа поверхность акустического фундамента залегает на отметках 2,3-2,2 км, воздымаясь на восток согласно поверхности дна моря под углом  $4^\circ$  (наклон дна моря  $3^\circ$ ) до 1,6 км (глубина моря 800 м), после чего она погружается до 2,2 км под углом  $11^\circ$ . Восточнее, в пределах склона о-ва Сахалин (глубина моря 530 м и менее), поверхность акустического фундамента прослеживается на временных сейсмических разрезах менее четко и на меридиане о-ва Монерон к югу от него фиксируется на отметках 3-1,5 км. В зоне мелководья между островами Монерон и Сахалин наблюдается сложная волновая картина. Поверхность акустического фундамента восточнее о-ва Монерон у основания его склона нарушена разломами и плохо прослеживается. По параллельным этому сечению разрезам и в точках пересечения с меридиональными разрезами удается установить условия ее залегания. Сначала она погружается от 2 до 3 км, а затем восточнее поднимается выше 1,5 км. Южнее, на траверсе о-ва Монерон, поверхность акустического фундамента опущена ниже 8 км. Участками она поднимается до поверхности дна моря.

Выделяется несколько мульд, расположенных кулисообразно друг к другу и разделенных седловинами. В первых из них мощность среднемиоцен-четвертичного осадочного чехла превышает 8000 м, а на седловинах сокращается до 4000-3000 м. Отсюда амплитуда последних оценивается в 4-5 км.

Осадочный чехол Западно-Сахалинского прогиба собран в систему брахиформных, вытянутых в субмеридиональном направлении складок. Относительно широкие синклинали разделены узкими антиклиналями шириной редко более 5 км. Наклон слоев на крыльях достигает  $20-30^\circ$ . Своды и крылья антиклиналей часто нарушены мелкими разломами, вблизи которых углы наклона слоев значительно увеличиваются. В антиклиналях наблюдаются сокращение мощности осадочного чехла до 3000-2000 м в большинстве случаев за счет равномерного и постоянного утонения и выклинивания отдельных горизонтов чехла к сводам антиклиналей. Вверх по разрезу на крыльях складок отмечается выполаживание углов наклона слоев. С востока на запад морфология складок упрощается, углы наклона слоев на их крыльях уменьшаются и не превышают  $10^\circ$ . На западном борту прогиба складки очень редки. В верхней части разреза осадочного чехла на сахалинском шельфе четко выделяется резкое структурное несогласие.

*Верхнеплиоцен-четвертичный прогиб Татарского пролива* выделяется в пределах внешнего шельфа и склона о-ва Сахалин. Он резко наложен на западный борт Западно-Сахалинского и восточный борт Татарского прогибов. Это обширный симметричный меридионально ориентированный прогиб. Мощность

верхнеплиоцен-четвертичного осадочного чехла в его центральных частях достигает 2000 м. Его протяженность составляет 400 км при ширине до 150 км. К северу и к югу он центриклинально замыкается. Восточный борт прогиба относительно крутой, наклон слоев здесь 5-6°, западный пологий - 2-3°. В пределах восточного борта верхнеплиоцен-четвертичного прогиба Татарского пролива расположены узкие мульды. В центральной его части слои чехла залегают со слабым наклоном, параллельно поверхности дна моря. Вниз по разрезу их наклон уменьшается вплоть до горизонтального залегания. К бортам мощность слоев конседиментационно сокращается. Западный борт верхнеплиоцен-четвертичного прогиба Татарского пролива опущен на 1 км относительно восточного, и в центральных частях дна Татарского пролива в структуре осадочного чехла он не выражен Татарский прогиб.

Верхнемеловой-плиоценовый Татарский прогиб имеет меридиональное простирание и занимает одноименный пролив. С запада и северо-запада он примыкает к Сихотэ-Алинской складчатой области. На востоке Татарский прогиб отделяется от Западно-Сахалинского прогиба меридиональной ветвью Южно-Татарской зоны поднятий. Севернее широты 50° происходит его центриклинальное замыкание, и он сливается с Западно-Сахалинским прогибом. На юге Татарский прогиб ограничен широтной ветвью Южно-Татарской зоны поднятий. Его протяженность 1500 км, ширина 200 км. Он состоит из нескольких обширных ванн, где поверхность акустического фундамента залегают на отметках от - 6 до -7 км, местами - 8 км, а на разделяющих их седловинах она поднимается до 4-х - 5 км. На западном борту Татарского прогиба поверхность акустического фундамента монотонно, под углами 4-5°, а иногда 6-7° погружается на юго-восток от 0,5 - до 6 - 7 км, где ее наклон выволаживается. На восточном борту поверхность акустического фундамента воздымается под углами 3-4°. Ванны разделены линейными поднятиями, ориентированными в северо-восточном и меридиональном направлениях. Слои осадочного чехла, заполняющие Татарский прогиб, в его центральных частях залегают полого. На периферии их наклон увеличивается. В юго-восточной части Татарского прогиба в прибортовой зоне в строении осадочного чехла фиксируются брахиформные конседиментационные складки, слабо вытянутые в северо-восточном направлении. Ширина их 5-10 км, протяженность до 20 км, амплитуда резко превышает 1 км, а углы наклона слоев на их крыльях 3-5°.

В северной ванне максимальная мощность (до 6000 м) осадочного чехла наблюдается в сахалинской части. В центральной ванне она превышает 8000 м, а в южной зона максимальных (до 5000-6000 м) мощностей смещена к западу и приурочена к средней и нижней частям материкового склона. К югу мощность чехла конседиментационно утончается до 2500-3000 м.

Юго-западная центриклиналь Татарского прогиба расположена на материковом склоне Приморья. Юго-восточный его борт опущен на 1,5-2 км относительно северо-западного.

Нижние горизонты осадочного чехла (до 1500-2000 м) прислоняются к поверхности акустического фундамента на обоих бортах Татарского прогиба. Самые верхние слои осадочного чехла (до 100-150 м) залегают согласно с наклоном поверхности дна моря на материковом склоне и практически не изменяют своей мощности.



*Южно-Татарская зона поднятий.* На севере Японского моря в южной части Татарского пролива расположена крупная Южно-Татарская зона поднятий. Она отделяет Западно-Сахалинский прогиб от Татарского и ограничивает последний на юге [Антипов и др., 1980]. На востоке Южно-Татарская зона поднятий продолжается в юго-западную часть о-ва Хоккайдо, входящую в состав гигантского неоген-четвертичного вулканического пояса Японии. Это обширная неправильных очертаний структура, где поверхность акустического фундамента залегает на отметках от - 0,5 до - 2 км. На запад она погружается под углом 5-7°, образуя широкую плоскую структурную террасу. Последняя осложнена меридиональными поднятиями протяженностью 20-40 км и шириной до 10 км. Их амплитуда в среднем составляет 1-1,5 км. Встречаются изометричные поднятия размером в поперечнике до 7 км и амплитудой 0,3-0,5 км. Они разделены округлыми в плане мульдами до 10 км в поперечнике.

От центральной части Южно-Татарской зоны поднятий на запад отходит протяженная ветвь. Ее длина достигает 200 км, ширина 50-60 км. Она отделена от центральной части неширокой и неглубокой синклиналию. Широтная ветвь этой зоны поднятий на юге ограничивает Татарский прогиб, и ее отроги погружаются на север, осложняя центриклиналь прогиба. Поверхность акустического фундамента в пределах широтной ветви Южно-Татарской зоны поднятий располагается на отметках -1,5 - -2 км, погружаясь на север до -3 - -3,5 км, а на юг до -4 - -4,5 км. Она состоит из отдельных положительных структур овальной формы шириной 10-30 км, чередующихся с неширокими мульдами. Наклоны поверхности акустического фундамента на южном крыле широтной ветви более крутые, чем на северном, и соответственно составляют 4,5 и 2-3°. Амплитуда широтной ветви Южно-Татарской зоны поднятий достигает 2-3 км, а относительно внутренних мульд -1 - -1,5 км. Широтная ветвь подходит к структурам материкового склона Приморья, в частности к Сихотэ-Алинскому вулканическому поясу. Их разделяет самая южная ванна Татарского прогиба, где поверхность акустического фундамента погружена до -2 - -2,5 км.

От центральной части Южно-Татарской зоны поднятий на север отходят две ветви, разделенные относительно глубокой мульдой, в которой поверхность акустического фундамента залегает на отметке 4 км (широта пролива Лаперуза). Более западная ветвь протягивается на 100 км на север при ширине около 30 км и в виде структурного носа погружается в этом направлении до -4 -5 - -5 км. Западная меридиональная ветвь представляет собой пологую симметричную структуру. На ее крыльях поверхность акустического фундамента наклонена под углом 3-4°.

Восточная (Монеронская) меридиональная ветвь Южно-Татарской зоны поднятий с одноименным островом на ее оси протягивается на расстояние более 400 км, погружаясь на север от -1,5 - -2 до -2,5 - -3,5 км. С юга на север она сужается от 60 до 20 км, вызывая тем самым сближение на севере Татарского и Западно-Сахалинского прогибов. На ее крыльях наклон поверхности акустического фундамента составляет 5-8°, а на крайнем юге он увеличивается до 10-20°. Севернее широты г. Чехова Монеронская ветвь Южно-Татарской зоны поднятий затухает.

Почти повсеместно Южно-Татарская зона поднятий в пределах Татарского пролива и северной части Японского моря перекрыта осадочным чехлом. Только в

наиболее приподнятых ее частях на поверхности дна моря выходят метаморфизованные вулканогенные и осадочно-вулканогенные доверхнекайнозойские породы, слагающие акустический фундамент. От свода к периферии мощность осадочного чехла увеличивается от первых сотен метров до 2000 м. На сводах поднятий и в центральных частях их мульда слои осадочного чехла залегают горизонтально. Редко они волнисто изогнуты согласно с выступами поверхности акустического фундамента. На крыльях поднятий осадочные слои наклонены, причем углы наклона вниз по разрезу увеличиваются от 2 - 3 до 5 - 7°, редко до 10-12°.

*Центрально-Япономорская депрессия.* Центрально-Япономорская депрессия является одной из наиболее крупных тектонических структур дна Японского моря. Она имеет неправильные в плане очертания и вытянута в широтном направлении более чем на 500 км при ширине до 300 км. На западе и на юге Центрально-Япономорская депрессия разветвляется на относительно узкие и протяженные структурные заливы, разделенные отрогами поднятий. Северный и западный ее борта совпадают соответственно с материковыми склонами Приморья и Корейского полуострова, которые являются сложными флексурно-разрывными зонами. Северо-восточным и восточным обрамлением Центрально-Япономорской депрессии служит Южно-Татарская зона поднятий. На юге депрессия ограничена системой внутриморских поднятий.

Волнистая поверхность акустического фундамента, образующая плоское днище Центрально-Япономорской депрессии, залегают на отметках -5 - -5 - -6 км. На бортах депрессии она воздымается под углом 5-8°, а местами до 20°. По ее периферии наблюдаются выступы фундамента с амплитудой до 1-1,5 км. В южной бортовой зоне фиксируется ступень акустического фундамента, высота которой достигает 1 км при ширине 10 км.

Слои осадочного чехла, распространенного в Центрально-Япономорской депрессии, залегают практически горизонтально. Нижние их части (до 1500 м) на бортах депрессии прислоняются к поверхности акустического фундамента. Верхние горизонты осадочного чехла, полого изгибаясь, воздымаются и, постепенно утоняясь в мощности, выклиниваются. Общая его мощность изменяется от 2500 м в центральных частях депрессии до 1000 м и менее по ее периферии. В бортовых частях часто наблюдаются оползневые тела, мощность осадков, в пределах которых иногда достигает 1000 м.

Северо-западную ветвь Центрально-Япономорской депрессии составляет Южно-Приморская мульда [Антипов, 1987], которая отделяется поднятием Первенца. Эта мульда имеет овальную форму, вытянутую в северо-восточном направлении.

Структуры Японского моря отличаются сложной *дизъюнктивной тектоникой*. Имеющиеся данные позволяют рассматривать Южно-Приморскую и Восточно-Приморскую зоны в качестве глубинных разломов, активных и в настоящее время, [Василевский, 1978, Безверхий, Пущин, 1979]. По структурному положению они относятся к категории краевых швов, поскольку разделяют складчатую область Сихотэ-Алиня и современную геосинклиналь Японского моря.

Существует, по-видимому, еще одна зона разломов (предлагается назвать ее Северо-Япономорской), которая вместе с Южно-Приморской и Восточно-

Приморской контролирует северные и северо-западные границы глубоководной котловины, разделяя разные типы земной коры. Она расположена на одной широте с Южным Сихотэ-Алинским разломом в качестве фрагмента субширотного линеамента. Эта зона разломов на япономорской акватории характеризуется, повышенной сейсмичностью, наличием гравитационной ступени, слабо вытянутыми в субширотном направлении изостатическими и магнитными аномалиями.

Имеющиеся данные (вероятное продолжение в глубоководную котловину и на материк) позволяют предположить, что вышеуказанные зоны глубинных разломов являются «сквозными», выполняющими на разных своих отрезках различные функции. В частности обращает внимание аналогия в пространственном изображении зон разломов и зон повышенного потока тепла районов Японского моря [Василевский, 1978].

## **5.2. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ**

Основными факторами воздействия на геологическую среду при проведении морских изысканий будут являться работы по донному проботбору и статическое зондирование.

Отбор проб грунта осуществляется по оси трассы, глубиной 3,2 м с расстоянием между станциями отбора проб грунта не менее 4000 метров, ориентировочно будет выполнено 1808 станций отбора проб грунта, общим метражом 5785,6 м. Предполагается отбор не менее 2900 образцов и отбор 181 пробы воды. Общая площадь нарушения морского дна при проботборе составит 24,73 кв.м на 11243 км трассы.

В соответствии со спецификацией установки статического зондирования Roson 50 ширина основания установки (прибора) 1,9 м. Согласно техническому предписанию завода изготовителя для создания необходимого усилия вдавливания и извлечения зонда, в соответствии с требованиями ГОСТ 19912-2012, эксплуатация установки производится с использованием специальных балластных платформ которые монтируются к основанию установки посредством 4-х крепежных элементов диаметром 5 см ( $\approx 0.0019625$  кв.м). Общая площадь соприкосновения установки статического зондирования с грунтами морского дна составит  $0.0019625$  кв.м  $\times 4 = 0,00785$  кв.м. Таким образом для 1808 точек опробования общая площадь нарушения составит 14,19 кв.м. Общая площадь нарушения морского дна составит 38,92 кв.м.

Отбор проб поверхностных донных грунтов будет осуществляться с помощью проботборника вибрационного типа FT550 Vibrocoreg, скважинный гидроударный проботборник ПГС-132. Полевые испытания грунтов методом статического зондирования планируется производить прибором Roson 50

С учетом особенностей технологии отбора проб донных грунтов, можно сделать вывод о том, что существенного нарушения рельефа дна в результате проведения данного вида работ не произойдет. Ликвидация следов проботбора не требуется в связи с небольшой глубиной проботбора (до 3.2. м) и маленькой площадью нарушения (внешний диаметр проботборника 132 мм).

Геофизические исследования будут осуществляться с помощью дистанционных методов.

Таким образом, воздействие на геологическую среду может быть оценено как *кратковременное и незначительное*.

## **6. ОХРАНА ВОДНОЙ СРЕДЫ**

### **6.1. ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ**

Источниками информации для разработки этого раздела являются те же опубликованные литературные материалы и данные гидрометеостанций, которые использовались при подготовке раздела «4.1. Оценка текущего состояния атмосферного воздуха в районе работ» (Схема расположения прибрежных гидрометеостанций - рисунок 4.1.1).

#### **6.1.1. ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА. ЗАПАДНЫЙ РЕГИОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РФ (БАРЕНЦЕВО И КАРСКОЕ МОРЯ)**

##### **6.1.1.1. Уровень**

Колебания уровня Баренцева моря связаны, прежде всего, с приливами, которые вызываются распространением приливных волн из северной Атлантики [Гидрометеорологические условия, 1985; Дуванин, 1960]. На севере моря ощущается влияние приливов Северного Ледовитого океана. У северо-восточных берегов Шпицбергена и у Земли Франца-Иосифа происходит интерференция обеих систем волн.

В южной части моря приливы носят правильный полусуточный характер и достигают довольно больших для арктических морей величин. На Мурманском побережье и в других местах наблюдаются приливы 3 м и более. Так, средняя сизигийная величина прилива в бухтах Старые и Новые Клятны 5 м, в Чешской губе 6 м. На севере и северо-востоке приливы значительно меньше и у берегов Шпицбергена составляют 1-2 м, а у южных берегов Земли Франца-Иосифа - 0,4-0,5 м.

Все побережье Баренцева моря подвержено нагонам, обусловленным перемещением глубоких циклонов. Северо-западные и западные циклоны являются преобладающими и составляют 88% от общего числа. Циклоны характеризуются средними скоростями перемещения около 35 км/ч и давлением в центре 985 гПа. Высота нагона определяется, прежде всего, непосредственным действием ветра и трансформацией волны нагона на мелководье. Определенную роль играет также атмосферное давление. Высота нагонов в Мурманске, Индиге 1 м, в Сенгейском Шаре 1,5 м, в Варандее - 2 м.

Сгоны у Мурманского побережья достигают 0,6-0,8 м. Заметная роль в формировании сгонных понижений уровня на Баренцевом море, возникающих при антициклонах, принадлежит статическому воздействию атмосферного давления. Антициклоны, которым присущи малые скорости ветра, характеризуются средним атмосферным давлением 1030 гПа.

В Печорской губе существенное влияние на уровень оказывают сезонные колебания стока р. Печоры.

Гидрологический режим Карского моря формируется, в основном, под влиянием циркуляции атмосферы, солнечной радиации, водообмена с Центральным Арктическим бассейном и морями Баренцевым и Лаптевых, а также

стока пресных речных вод [Гидрометеорологические условия, 1986].

В описываемом районе наблюдаются приливные и сгонно-нагонные колебания уровня. Приливы обусловлены приливными волнами, приходящими с севера и с запада. Преобладают полусуточные приливы.

Сгонно-нагонные колебания уровня в Карском море значительны. Как правило, нагоны бывают при ветрах от запад-юго-западного до север-северо-восточного, а сгоны - при ветрах от восток-северо-восточных до юг-юго-западного.

Сезонные колебания уровня сравнительно невелики и обычно величина их не превышает 0,4 м, причем в апреле-мае отмечается понижение уровня, а в сентябре-ноябре - повышение.

### **6.1.1.2. Волнение**

Режим волнения Баренцева моря определяется преобладанием сильных и устойчивых ветров главным образом северо-восточных и юго-западных направлений. Кроме чисто ветрового волнения, постоянно наблюдаются волны зыби, создающие сложную картину смешанного волнения [Гидрометеорологические условия, 1985; Регистр, 1974].

Наиболее бурной является западная часть Баренцева моря. Чаще всего сильное волнение наблюдается в период с ноября по март, когда возрастает повторяемость ветров со скоростями 8- 15 м/с и 15-20 м/с. В этот период часто наблюдаются ураганы.

Наиболее характерны для этого периода высоты волн 5%-ной обеспеченности 3,0-4,5 м. Как правило, волны выше 8 м вызываются устойчивыми западными и северо-западными ветрами. Весной повторяемость сильного волнения уменьшается, а наиболее спокойное время с июля по август, когда преобладают слабые ветры, в основном северных направлений. В июне-августе повторяемость слабого волнения составляет 70-80%, причем увеличивается непрерывная продолжительность тихой погоды, т. е. когда высоты волн 5%-ной обеспеченности меньше 1,5 м.

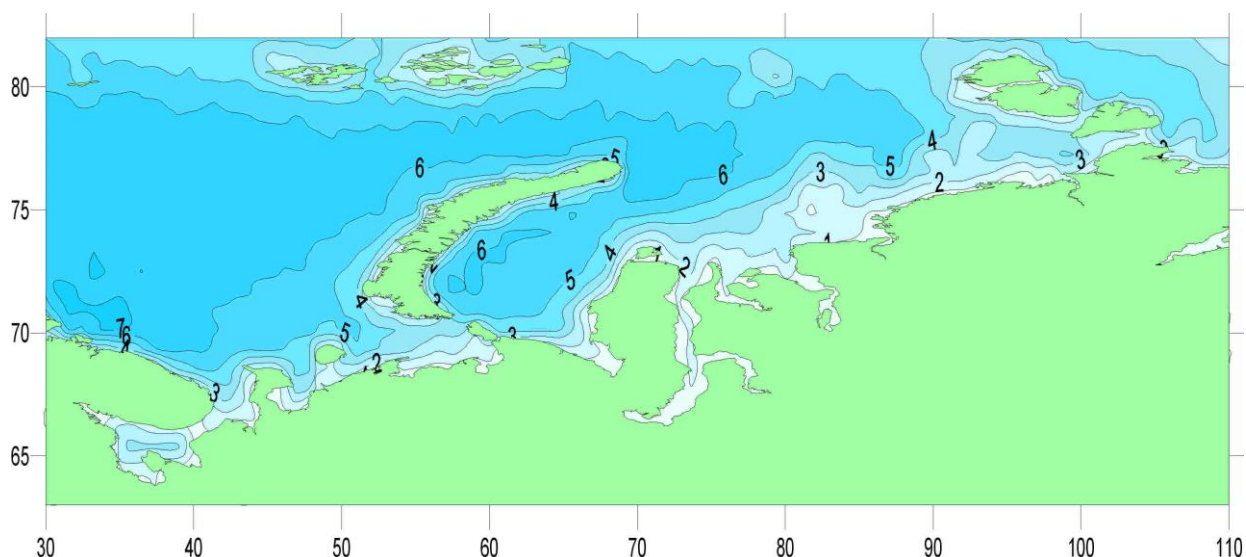
Расчеты параметров волн в западном регионе произведены на основе сведений о ветре и волнении, содержащиеся в [Гидрометеорологические условия, 1985; Atlas of Surface, 1995], с учетом названных и других рекомендаций по расчету волнения, изложенные в [Трубкин, Филиппов, 2003, 2005; Лаппо и др., 1990; Глуховский, 1966; Крылов и др., 1980]. Также были использованы данные многолетних наблюдений за ветром и волнами на гидрометеорологических станциях, расположенных на берегах и островах западного региона.

Исследования показывают, что точность расчетов по этому методу вполне удовлетворительна. Она находится в пределах точности инструментальных наблюдений над волнением: средняя относительная погрешность вычислений высоты волн колеблется в пределах от  $\pm 5$  до  $+12\%$ . Ошибки расчета периодов волн в среднем составляют около  $\pm 7\%$  [СНИП, 1986; Руководство, 1969; Методические указания, 1979]. Наибольшие отклонения действительного волнения от расчетов может быть при слабых ветрах, а также в начальные моменты времени действия того или иного типа ветра. При расчете полей волн

учитывались все основные условия, определяющие развитие ветровых волн - сила и продолжительность ветра, величина «разгона», глубина места. Карты элементов волн рассчитаны для полей ветра по 8 основным направлениям заданного периода повторяемости. Карты соответствуют максимальному волнению (моменту полного развития волнения).

Элементы волн рассчитывались для полного отсутствия льда на море и в основном для слабо неустойчивой стратификации атмосферы. Такие условия являются наиболее благоприятными для развития волнениям и поэтому рассчитанные элементы волн близки к предельным для средней продолжительности действия каждого поля ветра.

Все расчеты элементов волн проведены для постоянных глубин относительно среднего стояния уровня моря. При оценке волнения в мелководных районах, подверженных, например, большим сгонно-нагонным колебаниям уровня моря, необходимо иметь в виду, что с изменением глубины места изменяются и возможные элементы волн (рис. 6.1.1).



**Рис. 6.1.1. Высоты волн (в метрах) 1% обеспеченности при ветре скоростью 20 м/с северо-восточного направления**

Основными факторами, определяющими развитие волнения в Карском море, являются ветер и степень покрытия моря льдом. Наибольшую повторяемость имеют волны высотой менее 1 м (40-65%) [Гидрометеорологические условия, 1986]. Сильное волнение в июле-августе чаще всего бывает от северо-востока.

### 6.1.1.3. Течения

Основными составляющими наблюдаемых в Баренцевом море суммарных течений являются неперіодические течения (ветровые, градиентные) и приливные [Гидрометеорологические условия, 1985].

Наиболее мощное и устойчивое течение Баренцева моря, влияющее на гидрологический режим,- это теплое Нордкапское течение, являющееся продолжением Северо-Атлантического. От Нордкапского течения на 25° в.д. отделяются две ветви - Северная ветвь (0,25 уз) и Прибрежная ветвь на 30° в.д. разделяется на Мурманское течение, следующее на восток со скоростью 0,7-0,9 уз и Прибрежное Мурманское течение, идущее вдоль Мурманского побережья. После отделения от Мурманского течения Канинской ветви, которая восточное под названием Колгуево-Печорского течения входит в Печорское море, Мурманское течение под названием Новоземельского следует на север до параллели Маточкина Шара, где от него отделяется еще одна струя, прижимающаяся к побережью Северного острова Новой Земли. Севернее 74°30' с.ш. Новоземельское течение наблюдается в глубинных слоях. Северная ветвь Нордкапского течения на 73°С.ш. поворачивает на северо-восток, и лишь небольшая ее часть под названием Центральной ветви присоединяется к круговороту вод Центральной впадины. Северная ветвь Нордкапского течения (севернее 76°С.ш.) увлекается на запад и юго-запад и продолжает свое движение в глубинных слоях.

Атлантические воды в Баренцево море поступают также с Южно-Шпицбергенским течением, течением Шокальского и ветвью глубинного теплого течения Северного Ледовитого океана (между м. Желания и Землей Франца-Иосифа). Наиболее выраженные холодные течения Баренцева моря: Надеждинско-Медвежинское, Зюйдкапское, Южно-Шпицбергенское. Из Карского моря вдоль южного и западного побережья Новой Земли со скоростью 0,2-0,5 уз идет холодное течение Литке.

Приливные течения, играющие существенную роль в динамике вод Баренцева моря, имеют на большей части водоема правильный полусуточный характер. Смена их происходит неодинаково в разных районах моря. На Мурманском побережье, в Чешской губе и в западной части Печорского моря они реверсивные, т. е. при приливе и отливе направлены прямо противоположно. В открытом море направление течений меняется по часовой стрелке за исключением некоторых банок, где их смена происходит против часовой стрелки.

Вдоль Мурманского берега, при входе в Воронку Белого моря, в Канино-Колгуевском районе приливные течения имеют большие скорости, достигающие 150 см/с. Значительны они также на Южно-Шпицбергенском мелководье. Некоторые узкие заливы и фьорды не успевают наполняться водой или освободиться от нее при наступлении прилива или отлива в море, в результате создается перепад уровней, и возникают локальные стремительные течения между морем и заливом.

Суммарные течения в Карском море складываются из постоянных, ветровых и приливных течений. Постоянные течения образуются в результате притока вод из Центрального Арктического бассейна и Баренцева моря. С севера через широкий проход между островами Земля Франца-Иосифа и острова Ушакова в северо-западную часть Карского моря входит холодное постоянное течение. При устойчивых ветрах со скоростью 10 м/с возникают ветровые течения. Приливные течения в районе преимущественно полусуточные.



#### 6.1.1.4. Температура воды

Распределение температуры воды на поверхности и по глубине Баренцева моря зависит от распространения теплых и холодных вод, от зимнего охлаждения, проникающего на большую глубину и от летнего прогрева, а также от рельефа дна [Гидрометеорологические условия, 1985].

В южной части моря до 75°С.ш., за исключением юго-восточного района, вода от поверхности до дна имеет положительную температуру круглый год.

Зимой температура поверхности воды в юго-западной части моря равна 4-5°С, в северной половине и на юго-востоке моря она имеет отрицательные значения, близкие к температуре замерзания при данной солености [Atlas, 1995].

Весенний прогрев поверхности моря начинает сказываться в мае. В июне ее температура на юго-западе достигает 8°С, на юго-востоке 3°С. Летом поверхность воды имеет температуру, близкую к средней суточной температуре воздуха. В юго-западной части моря она равна 9-10°С; в мелководной юго-восточной части обычно 7°С, но иногда больше 10°С; в центральной 3-5°С; в северной (в районах свободных ото льдов) до 2-4°С.

Осенью температура воды на поверхности понижается в юго-западной части до 5-6°С, в центре моря до 1-3°С, а севернее 76°С.ш. до отрицательных значений.

Средняя температура воды в поверхностном слое (°С) за июль представлена на рис. 6.1.2.

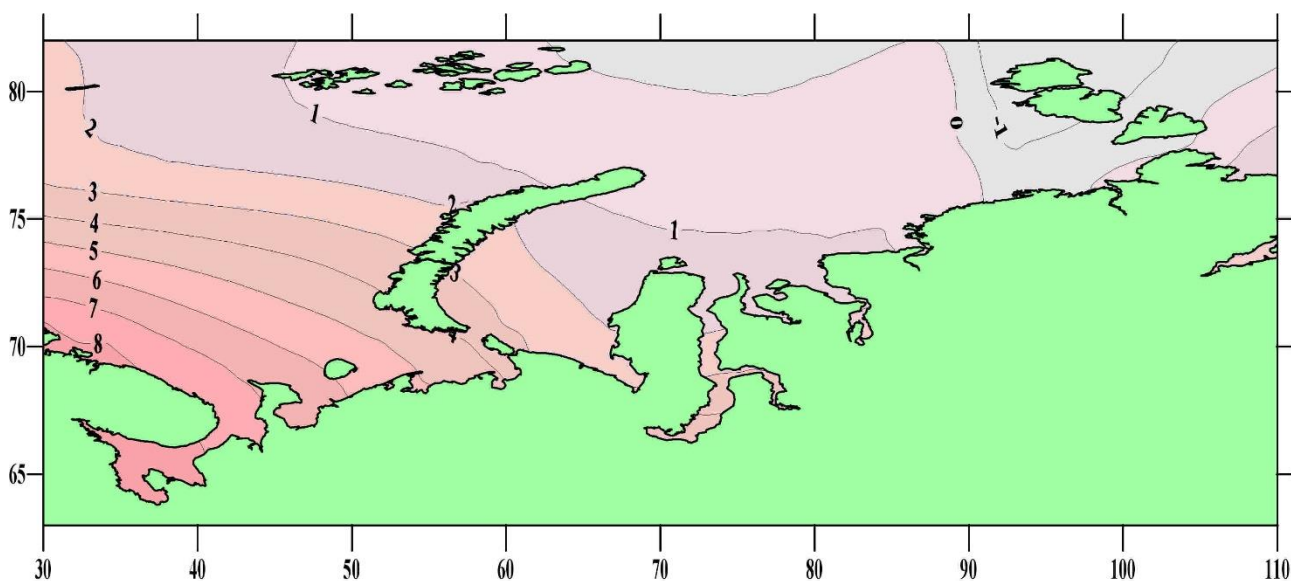


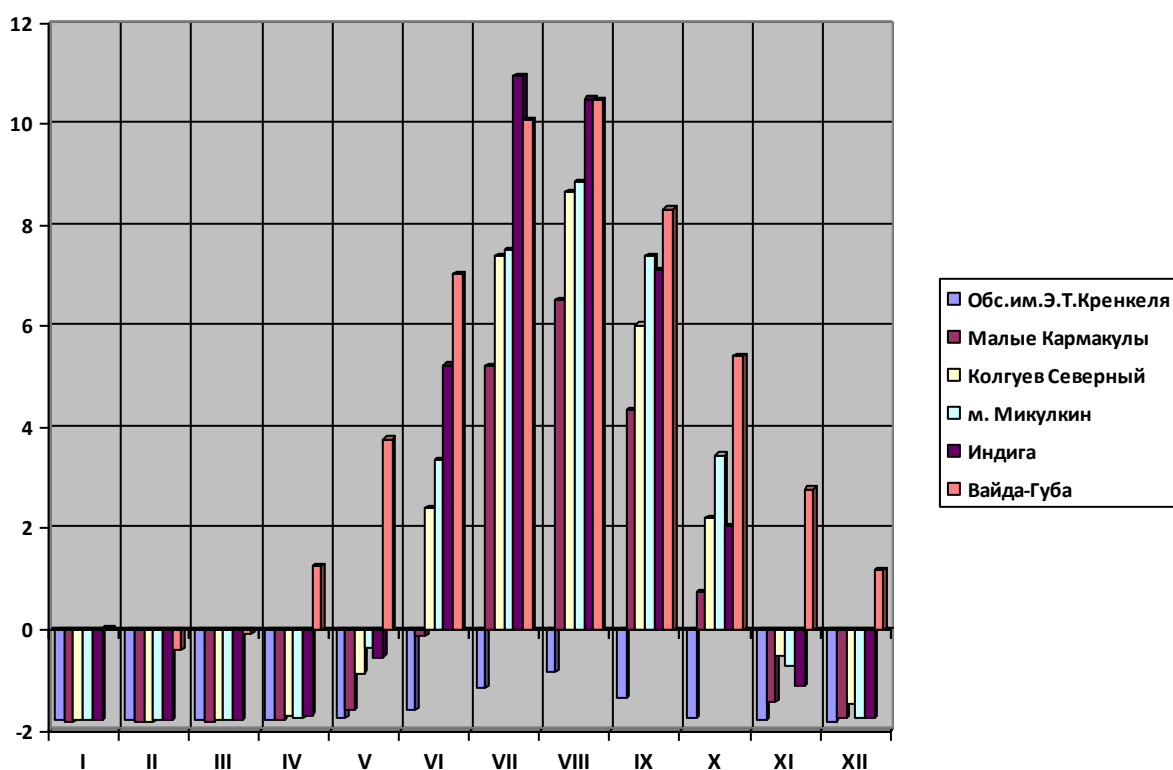
Рис. 6.1.2. Температура воды в поверхностном слое (°С) за июль

Изменения температуры поверхности воды в течении года (по данным гидрометеостанций) представлены в таблице 6.1.1 и на рисунках 6.1.3.

Таблица 6.1.1

**Средние значения температуры воды (°С) по месяцам. Баренцево море**

Месяц года	Обс.им.Э.Т.Кренкеля	Малые Кармакулы	Колгуев Северный	м. Микулкин	Индига	Вайда-Губа
<b>Средняя</b>						
I	-1.80	-1.82	-1.78	-1.80	-1.80	0.03
II	-1.80	-1.82	-1.82	-1.80	-1.80	-0.39
III	-1.79	-1.81	-1.80	-1.80	-1.79	-0.07
IV	-1.79	-1.78	-1.72	-1.74	-1.69	1.25
V	-1.74	-1.60	-0.86	-0.37	-0.54	3.77
VI	-1.60	-0.11	2.40	3.36	5.24	7.04
VII	-1.14	5.23	7.39	7.51	10.94	10.08
VIII	-0.84	6.52	8.66	8.86	10.50	10.49
IX	-1.36	4.35	6.03	7.39	7.11	8.32
X	-1.75	0.74	2.22	3.46	2.05	5.40
XI	-1.80	-1.44	-0.53	-0.73	-1.12	2.78
XII	-1.81	-1.75	-1.48	-1.76	-1.76	1.18
<b>Максимальная</b>						
I	-1.7	-1.7	-0.4	-1.5	-1.7	4.1
II	-1.7	-1.6	-0.9	-1.4	-1.8	2.6
III	0.3	-1.5	-1.0	-0.5	-1.3	3.4
IV	-1.6	-0.4	0.3	1.5	1.3	7.0
V	-1.4	-0.1	4.7	6.6	10.8	11.7
VI	-0.8	8.7	14.6	13.0	18.1	15.1
VII	1.1	14.3	16.8	16.6	22.4	16.1
VIII	1.0	14.6	16.8	15.4	20.4	16.4
IX	1.1	8.7	12.6	12.6	14.2	14.1
X	-0.9	5.0	7.2	8.6	9.4	9.1
XI	-1.7	1.1	2.9	4.1	4.3	6.7
XII	-1.7	-0.8	0.8	1.3	0.1	5.0
<b>Минимальная</b>						
I	-1.9	-2.0	-1.9	-1.9	-1.8	-2.1
II	-2.0	-2.0	-1.9	-1.9	-1.8	-2.0
III	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.8	-2.0
IV	-1.9	-2.0	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9
V	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.8	-1.2
VI	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.7	0.9
VII	-1.8	-0.9	-0.6	0.0	1.7	4.7
VIII	-1.8	0.6	3.5	4.6	4.4	5.9
IX	-1.9	-0.2	1.2	1.8	0.9	2.5
X	-2.0	-1.9	-1.7	-1.8	-1.8	0.2
XI	-2.0	-1.9	-1.9	-2.0	-1.9	-2.1
XII	-2.0	-1.9	-1.9	-1.9	-1.8	-2.1



**Рис. 6.1.3. Средние значения температуры воды (С°) по месяцам. Баренцево море**

Среднегодовые значения температуры воды по данным гидрометеостанций (с 1977 по 2006 годы) представлены в таблице 6.1.2 и на рисунке 6.1.4.

**Таблица 6.1.2**

**Среднегодовые температуры поверхности воды (С°). Баренцево море**

Год	Обс.им.Э.Т.Кренкеля	Малые Кармакулы	Колгуев Северный	м. Микулкин	Индига	Вайда-Губа
<b>Среднегодовая</b>						
1977	-1.74	0.42	1.68	2.06	2.68	3.68
1978	-1.68	-0.16	0.00	0.52	0.24	3.61
1979	-1.62	-0.02	0.23	0.67	1.26	3.54
1980	-1.59	-0.04	1.21	1.53	1.69	3.58
1981	-1.65	0.78	1.25	1.05	1.91	3.35
1982	-1.69	-0.35	0.57	1.33	1.70	3.39
1983	-1.64	0.11	1.17	1.84	2.21	4.10
1984	-1.42	0.88	1.47	2.12	2.24	3.42
1985	-1.50	0.66	0.71	1.20	1.69	3.51
1986	-1.49	0.24	1.17	1.28	1.49	3.69
1987	-1.72	0.25	0.98	0.87	1.96	3.37
1988	нет данных	нет данных	1.39	1.80	2.19	4.06
1989	-1.64	0.74	2.48	3.12	3.32	5.06
1990	-1.57	0.95	1.96	2.42	2.64	4.88

Год	Обс.им.Э.Т.Кренкеля	Малые Кармакулы	Колгуев Северный	м. Микулкин	Индига	Вайда-Губа
1991	-1.54	0.52	1.76	2.30	2.68	4.71
1992	-1.57	0.44	1.76	1.57	2.13	4.54
1993	-1.80	1.02	1.39	1.87	2.24	3.86
1994	-1.59	0.34	0.75	нет данных	нет данных	4.40
1995	-1.47	нет данных	1.95	2.46	3.03	4.19
1996	-1.58	-0.67	1.40	1.85	1.49	3.98
1997	-1.75	0.23	1.12	1.34	1.62	4.23
1998	-1.59	-0.02	0.21	0.77	1.42	3.27
1999	-1.71	-0.20	0.84	0.69	1.12	4.34
2000	-1.58	0.74	2.33	2.70	3.39	5.01
2001	-1.72	0.84	2.49	1.95	2.53	4.55
2002	нет данных	0.08	0.81	1.35	1.23	4.92
2003	нет данных	0.40	1.95	2.36	2.63	4.96
2004	-1.79	0.88	2.40	2.32	2.68	4.93
2005	-1.56	0.70	3.49	2.49	3.15	4.87
2006	-1.55	0.42	4.36	2.23	2.77	4.80

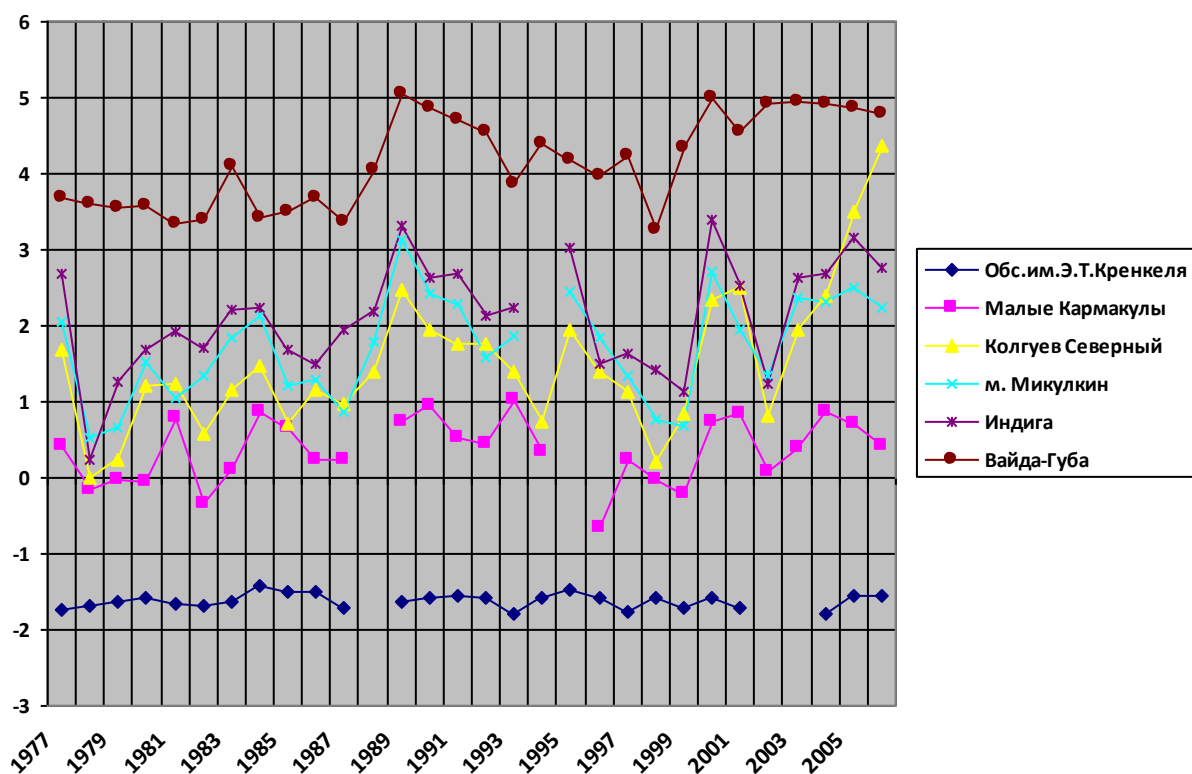


Рис. 6.1.4. Среднегодовые значения температуры воды (С°)

Изменение температуры воды с глубиной в различные сезоны и в разных

районах Баренцева моря происходит по-разному.

В юго-восточной части моря зимой температура во всей толще воды однородна и отрицательна. В теплое время года вода стратифицирована. Весной ниже верхнего 10-метрового слоя температура резко понижается ко дну. Летом этот слой наиболее прогрет, а в нижележащем 15-метровом слое температура понижается резким скачком. Осеннее охлаждение выравнивает температуру от поверхности до дна.

Над центральной возвышенностью зимой вода имеет отрицательную температуру. Летом невысокая температура поверхности моря, понижаясь с глубиной, в слое 50-100 м достигает наинизших значений. Ниже она немного повышается, оставаясь отрицательной.

В северо-восточной части моря зимой воде имеет температуру ниже 0°C до глубин 100-200 м, глубже она повышается до 1°C. Летом в верхнем слое до горизонта 25-50 м температура воды быстро понижается до отрицательных значений, достигаемых зимой. В нижележащем 50-метровом слое, не затронутом зимней конвекцией, температура, оставаясь отрицательной, немного повышается, а в подстилающих атлантических водах возрастает ко дну до 1°C.

В юго-западной части моря температура воды зимой в результате конвективного перемешивания однородна до глубины 150 м. Летом вода стратифицирована: поверхностная температура резким скачком уменьшается до горизонта 50 м и далее плавно снижается ко дну.

С ноября по май *Карское море* покрыто льдом. Температура воды близка к температуре её замерзания. В июне-июле происходит разрушение ледяного покрова. К концу июля в юго-западной части моря холодные воды сохраняются лишь вдоль восточных берегов островов Новая Земля. В августе температура воды достигает максимальных значений и колеблется в пределах от 0°C до 6°C [Гидрометеорологические условия, 1986].

Данные по температуре воды (полученных в ходе наблюдений на гидрометеостанциях) в поверхностном слое представлены в таблицах 6.1.3, 6.1.4, а также на рисунках 6.1.5, 6.1.6.

**Таблица 6.1.3**

**Средние значения температуры воды (С°) по месяцам. Карское море**

Месяц года	Амдерма	Усть-Кара	Марресале	Остров им. М.Е. Попова
<b>Средняя</b>				
I	-17.83	-19.89	-20.41	-22.71
II	-18.94	-20.96	-21.67	-24.15
III	-17.63	-19.12	-19.98	-23.56
IV	-13.54	-14.05	-15.03	-18.25
V	-4.34	-4.36	-5.22	-7.35
VI	2.25	3.28	2.49	-0.05
VII	7.02	8.39	7.71	4.68
VIII	6.92	8.06	7.50	5.47
IX	3.61	4.21	4.02	2.36
X	-3.34	-4.03	-4.80	-5.78

Месяц года	Амдерма	Усть-Кара	Марресале	Остров им. М.Е. Попова
XI	-9.23	-10.85	-11.18	-13.75
XII	-14.73	-16.79	-17.42	-20.44
<b>Максимальная</b>				
I	-0.2	0.1	-0.2	-1.3
II	0.7	1.5	1.0	-0.4
III	0.0	0.6	-0.1	-2.2
IV	3.6	16.2	3.5	0.7
V	11.4	10.2	9.9	2.2
VI	26.2	27.4	22.0	14.1
VII	29.1	27.7	25.9	22.7
VIII	20.9	22.4	22.6	22.6
IX	14.9	19.6	16.3	10.4
X	10.4	11.4	8.9	4.4
XI	1.8	1.6	0.9	3.3
XII	0.2	0.8	-0.2	-1.0
<b>Минимальная</b>				
I	-37.7	-41.1	-43.9	-43.7
II	-38.1	-41.7	-42.3	-45.0
III	-35.7	-39.8	-42.3	-41.7
IV	-31.0	-38.6	-38.1	-40.0
V	-19.7	-20.8	-20.4	-23.1
VI	-8.6	-6.7	-7.4	-10.8
VII	-2.5	-1.0	-1.9	-1.8
VIII	-2.4	-2.4	-2.2	-0.6
IX	-6.0	-5.6	-5.7	-7.6
X	-22.8	-28.3	-26.4	-24.7
XI	-28.4	-40.7	-36.0	-35.6
XII	-37.5	-41.8	-46.4	-45.4

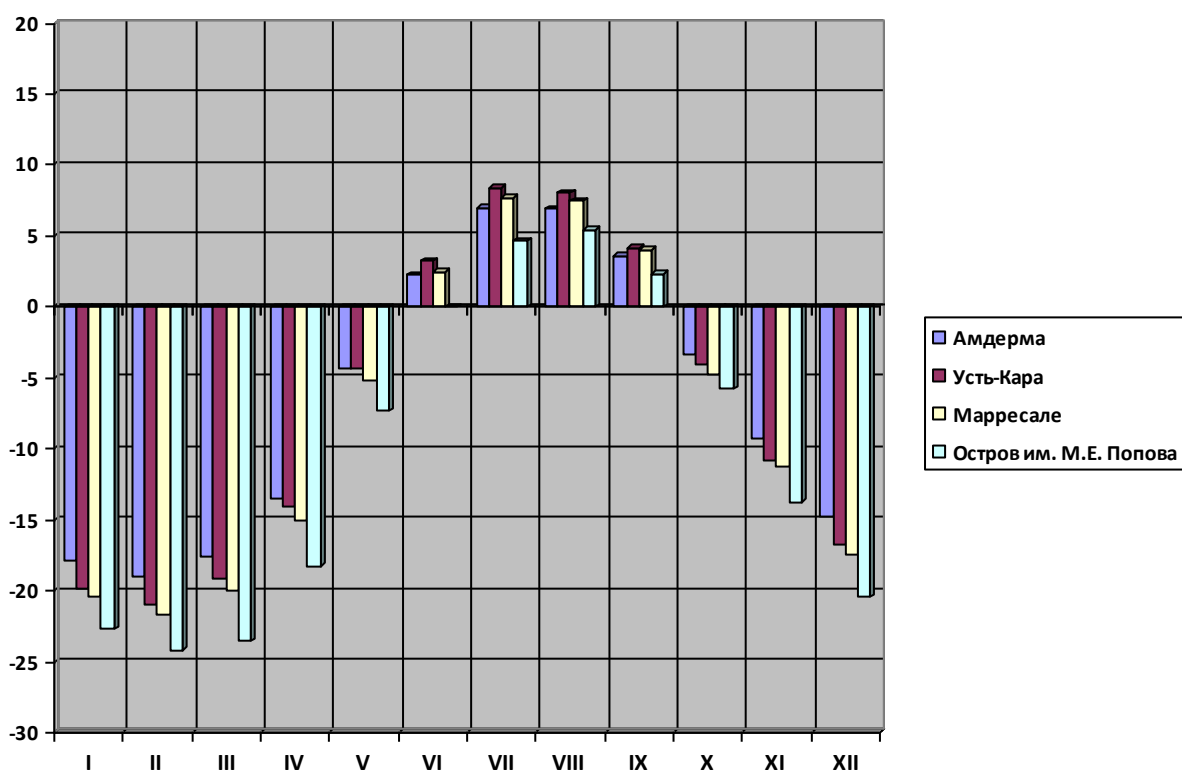


Рис. 6.1.5. Средние значения температуры воды (С°) по месяцам. Карское море

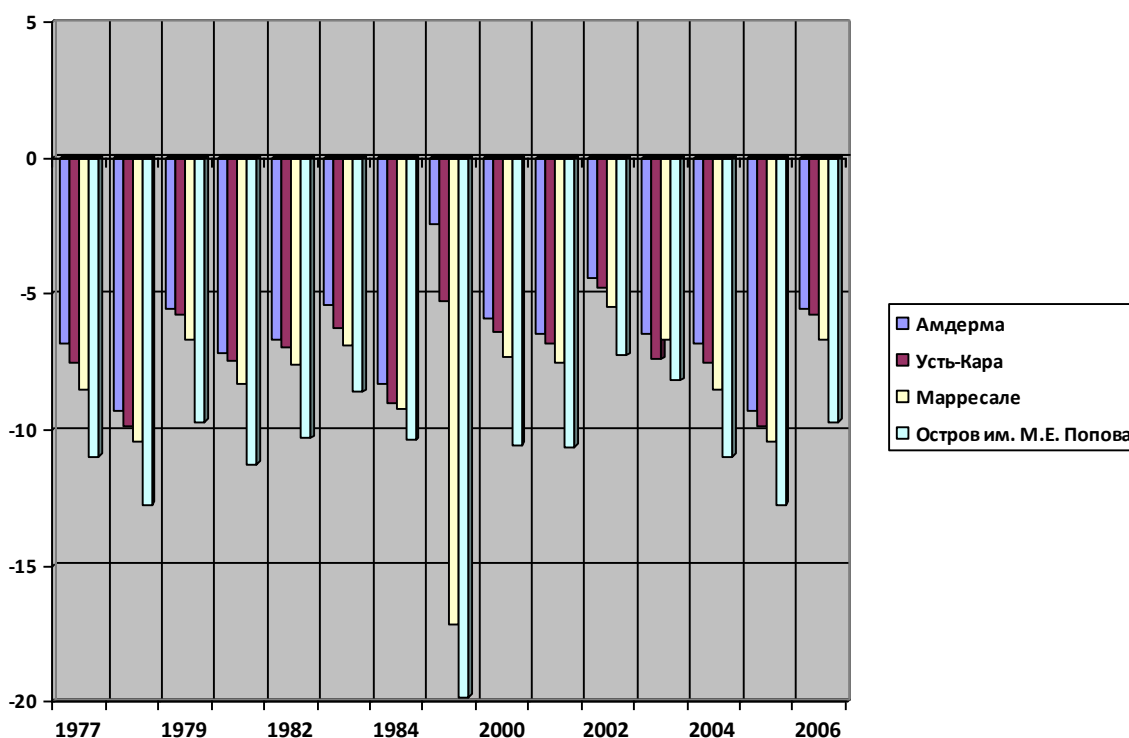
Таблица 6.1.4

Среднегодовые значения температуры поверхности воды (С°). Карское море

Год	Амдерма	Усть-Кара	Марресале	Остров им. М.Е. Попова
<b>Среднегодовая</b>				
1977	-6.82	-7.51	-8.48	-10.97
1978	-9.26	-9.88	-10.40	-12.73
1979	-5.57	-5.74	-6.66	-9.70
1981	-7.16	-7.48	-8.32	-11.24
1982	-6.67	-6.99	-7.62	-10.27
1983	-5.37	-6.28	-6.88	-8.60
1984	-8.33	-9.02	-9.24	-10.35
1985	-2.45	-5.24	-17.14	-19.79
2000	-5.90	-6.42	-7.31	-10.54
2001	-6.49	-6.85	-7.51	-10.60
2002	-4.43	-4.78	-5.46	-7.23
2003	-6.48	-7.41	-6.67	-8.17
2004	-6.82	-7.51	-8.48	-10.97
2005	-9.26	-9.88	-10.40	-12.73
2006	-5.57	-5.74	-6.66	-9.70
<b>Максимальная</b>				

Год	Амдерма	Усть-Кара	Марресале	Остров им. М.Е. Попова
1977	27.6	23.5	23.0	16.1
1978	16.3	17.0	21.3	10.7
1979	20.6	21.5	22.6	14.4
1981	25.4	21.8	25.2	19.0
1982	19.8	21.9	21.0	13.8
1983	23.9	23.7	25.9	22.7
1984	18.7	15.4	23.4	11.6
1985	23.2	13.2	0.4	-0.3
2000	25.3	27.4	22.0	22.6
2001	29.1	25.8	23.7	17.1
2002	24.7	24.2	22.5	13.3
2003	27.5	27.7	24.1	19.1
2004	27.6	23.5	23.0	16.1
2005	16.3	17.0	21.3	10.7
2006	20.6	21.5	22.6	14.4
Минимальная				
1977	-36.7	-41.7	-42.3	-44.9
1978	-37.5	-41.8	-46.4	-45.4
1979	-35.7	-37.3	-42.3	-41.7
1981	-34.9	-38.8	-38.5	-41.6
1982	-30.3	-36.5	-34.9	-36.4
1983	-31.0	-40.7	-38.1	-40.0
1984	-38.1	-40.3	-43.9	-45.0
1985	-32.9	-34.0	-35.2	-38.7
2000	-33.6	-37.5	-39.4	-39.3
2001	-34.3	-39.3	-40.0	-38.4
2002	-32.6	-37.6	-35.6	-38.3
2003	-35.4	-41.1	-41.6	-43.7
2004	-36.7	-41.7	-42.3	-44.9
2005	-37.5	-41.8	-46.4	-45.4
2006	-35.7	-37.3	-42.3	-41.7





**Рис. 6.1.6. Среднегодовые значения температуры поверхности воды (С<sub>0</sub>). Карское море**

### 6.1.1.5. Соленость

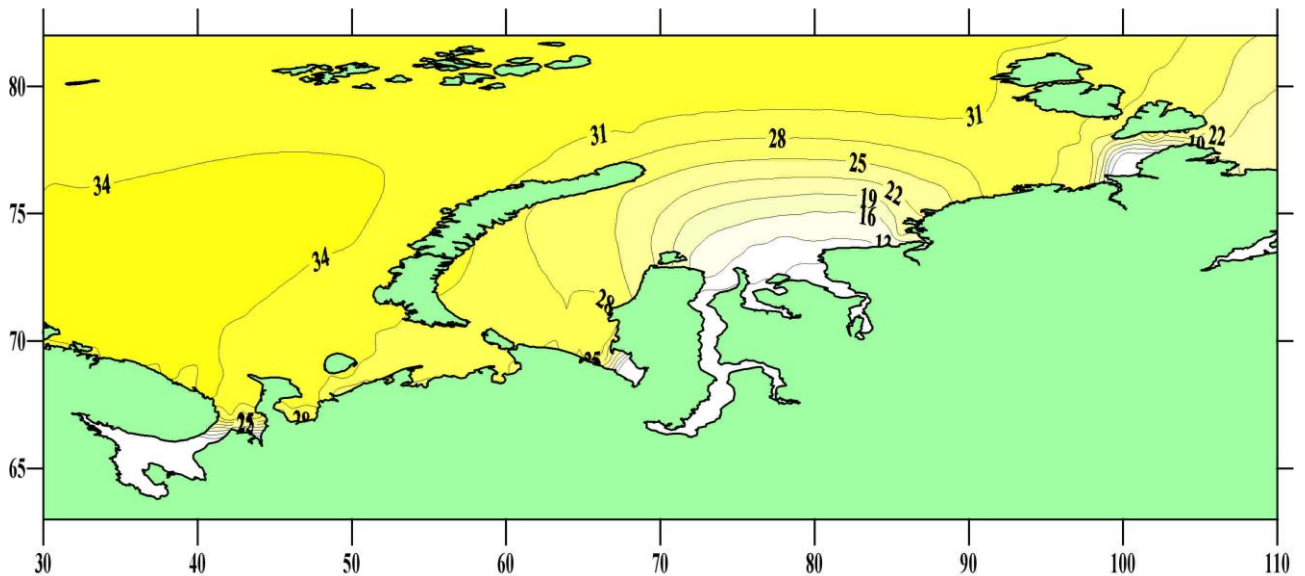
Средняя соленость Баренцева моря близка к солености вод океана. Распределение солености зависит от притока атлантических вод, льдообразования и таяния льда, стока пресных вод [Гидрометеорологические условия, 1985].

В юго-западной части моря, круглый год свободной ото льда, наблюдается соленость 35‰, свойственная атлантическим, водам.

Зимой в направлении с запада на восток убывает от 35‰ до 34,7‰ [Atlas, 1995]. В южной и северной частях моря в это время соленость равна 34‰. Весной эти значения в основном сохраняются, за исключением тех мест, где постоянно возрастает материковый сток, например, у Мурманского побережья, и где соленость ниже.

Летом таяние льдов, сокращение притока вод из Северной Атлантики и распространение речной воды по поверхности моря приводят к понижению солености на поверхности большей части моря до 34,2‰. В юго-восточной части она ниже 30‰, на юго-западе сохраняется высокая до 35‰. Осенью с уменьшением стока рек и льдообразованием соленость повышается и в конце сезона происходит быстрый переход к зимним условиям.

Средняя соленость по месяцам представлена в таблице 6.1.5 и на рис. 6.1.7 за июль, на рис. 6.1.8.



**Рис. 6.1.7. Соленость в поверхностном слое (‰) за июль**

На большей части Баренцева моря соленость с глубиной возрастает от 34‰ на поверхности до 35,1‰ у дна, причем сезонные изменения невелики. Заметно отличается только юго-восточная часть моря. Зимой здесь соленость по вертикали однородна, летом речной сток и растаявший лед сильно опресняют верхний 10-метровый слой. В лежащем ниже 15-метровом слое отмечается резкий скачок солености. Осенью в результате льдообразования и уменьшения стока она увеличивается и выравнивается по вертикали.

Низкая температура поверхности воды в холодное время года и ее осолонение при льдообразовании обуславливают увеличение плотности воды. По этой причине верхние слои опускаются до глубины, где вода имеет равную плотность. Осенне-зимняя конвекция играет большую роль в гидрологии Баренцева моря. Благодаря конвекции осуществляется вертикальный водообмен.

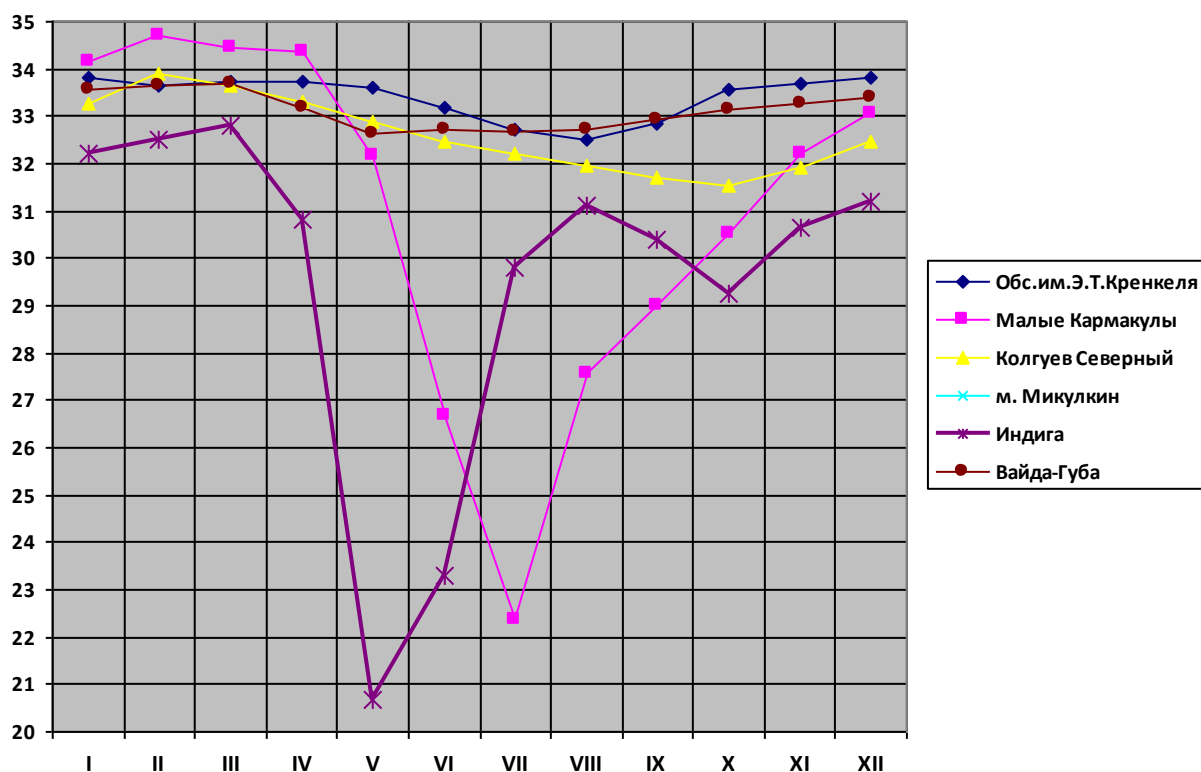
Данные по солености Баренцева моря (по наблюдениям на прибрежных гидрометеостанциях) представлены в таблице 6.1.5, а также на рисунке 6.1.8.

**Таблица 6.1.5**

**Сезонные изменения солености ‰. Баренцево море**

Месяц года	Обс.им.Э.Т.Кренкеля	Малые Кармакулы	Колгуев Северный	м. Микулкин	Индига	Вайда-Губа
<b>Средняя</b>						
I	33.836	34.152	33.279	нет данных	32.210	33.548
II	33.658	34.709	33.910	-	32.489	33.669
III	33.722	34.440	33.637	-	32.806	33.680
IV	33.747	34.354	33.311	-	30.838	33.179
V	33.624	32.162	32.886	-	20.690	32.613
VI	33.199	26.667	32.452	-	23.315	32.704
VII	32.718	22.346	32.214	-	29.802	32.691

Месяц года	Обс.им.Э.Т.Кренкеля	Малые Кармакулы	Колгуев Северный	м. Микулкин	Индига	Вайда-Губа
VIII	32.520	27.553	31.968	-	31.110	32.734
IX	32.848	29.000	31.719	-	30.392	32.943
X	33.563	30.541	31.542	-	29.264	33.130
XI	33.687	32.197	31.906	-	30.665	33.252
XII	33.813	33.056	32.455	-	31.203	33.394
<b>Максимальная</b>						
I	37.83	37.04	36.40	нет данных	39.23	30.24
II	36.53	37.04	36.31	-	38.30	30.37
III	37.31	36.91	36.40	-	39.00	30.24
IV	36.91	37.18	35.34	-	38.13	28.80
V	36.91	35.34	35.46	-	37.01	28.55
VI	35.73	34.70	34.70	-	37.30	28.80
VII	35.12	34.83	35.17	-	36.69	29.00
VIII	35.48	34.31	35.01	-	35.90	29.59
IX	35.35	36.00	34.84	-	36.53	22.03
X	36.65	36.00	34.58	-	35.50	29.32
XI	36.78	36.65	34.31	-	38.96	28.80
XII	36.26	35.73	36.40	-	39.23	29.45
<b>Минимальная</b>						
I	30.25	31.03	25.62	нет данных	24.22	35.50
II	29.98	32.21	30.36	-	22.59	35.00
III	28.95	30.25	31.20	-	24.86	35.00
IV	30.12	16.59	30.86	-	2.25	35.08
V	30.12	15.15	30.21	-	1.13	34.83
VI	23.12	7.01	18.96	-	1.89	35.08
VII	25.32	7.14	30.22	-	2.99	34.83
VIII	27.88	13.84	29.95	-	18.06	34.83
IX	29.00	15.03	29.63	-	20.78	39.03
X	29.59	16.96	29.34	-	18.05	34.96
XI	30.24	25.26	29.49	-	14.72	35.09
XII	29.60	28.41	25.62	-	16.96	35.09



**Рис. 6.1.8. Сезонные изменения солености ‰. Баренцево море**

В Карском море зимой соленость постепенно увеличивается и достигает максимальных значений в марте-мае. В юго-западной части моря соленость достигает 33-34,6‰. В период таяния снега и льдов, а также летом соленость уменьшается (10-20‰).

Максимальная плотность воды наблюдается в районе мыса Желания, достигая в среднем 1,027. Наименьшая плотность воды отмечается в августе.

Данные по солености Карского моря (по наблюдениям на прибрежных гидрометеостанциях) представлены в таблице 6.1.6, а также на рисунке 6.1.9.

**Таблица 6.1.6**

**Сезонные изменения солености ‰. Карское море**

Месяц года	Амдерма	Усть-Кара	Марресале	Остров им. М.Е. Попова
<b>Средняя</b>				
I	32.773	29.728	32.959	33.281
II	33.768	31.327	33.298	33.711
III	33.786	31.734	33.613	33.515
IV	33.431	30.670	33.628	33.287
V	28.520	19.150	31.981	32.348
VI	17.764	5.144	18.664	23.835
VII	20.220	7.959	20.646	16.032

Месяц года	Амдерма	Усть-Кара	Марресале	Остров им. М.Е. Попова
VIII	25.603	13.068	24.463	20.775
IX	28.205	14.449	24.901	22.259
X	30.026	17.584	26.562	25.332
XI	31.309	23.748	30.395	30.267
XII	31.318	27.866	31.825	31.958
<b>Максимальная</b>				
I	36.61	35.60	36.00	36.39
II	36.78	37.04	36.38	36.26
III	39.74	37.69	36.91	37.69
IV	35.48	35.87	36.38	37.83
V	35.48	36.13	36.17	36.91
VI	35.11	32.74	35.33	36.39
VII	40.75	23.69	34.17	34.31
VIII	33.65	29.46	33.80	36.53
IX	35.22	29.09	33.26	34.70
X	34.96	34.96	35.61	33.26
XI	35.08	33.51	34.70	36.13
XII	36.52	37.71	35.08	35.61
<b>Минимальная</b>				
I	1.91	22.10	29.07	29.85
II	26.82	25.85	27.23	28.28
III	23.77	25.91	27.23	28.03
IV	2.80	11.86	26.71	23.16
V	0.47	0.21	9.36	22.77
VI	0.03	0.08	0.08	0.06
VII	0.28	0.03	1.26	0.21
VIII	1.00	0.23	3.19	3.85
IX	6.74	1.24	3.60	3.99
X	16.19	0.86	0.00	9.88
XI	23.94	4.80	2.72	7.64
XII	1.89	19.09	26.31	18.00

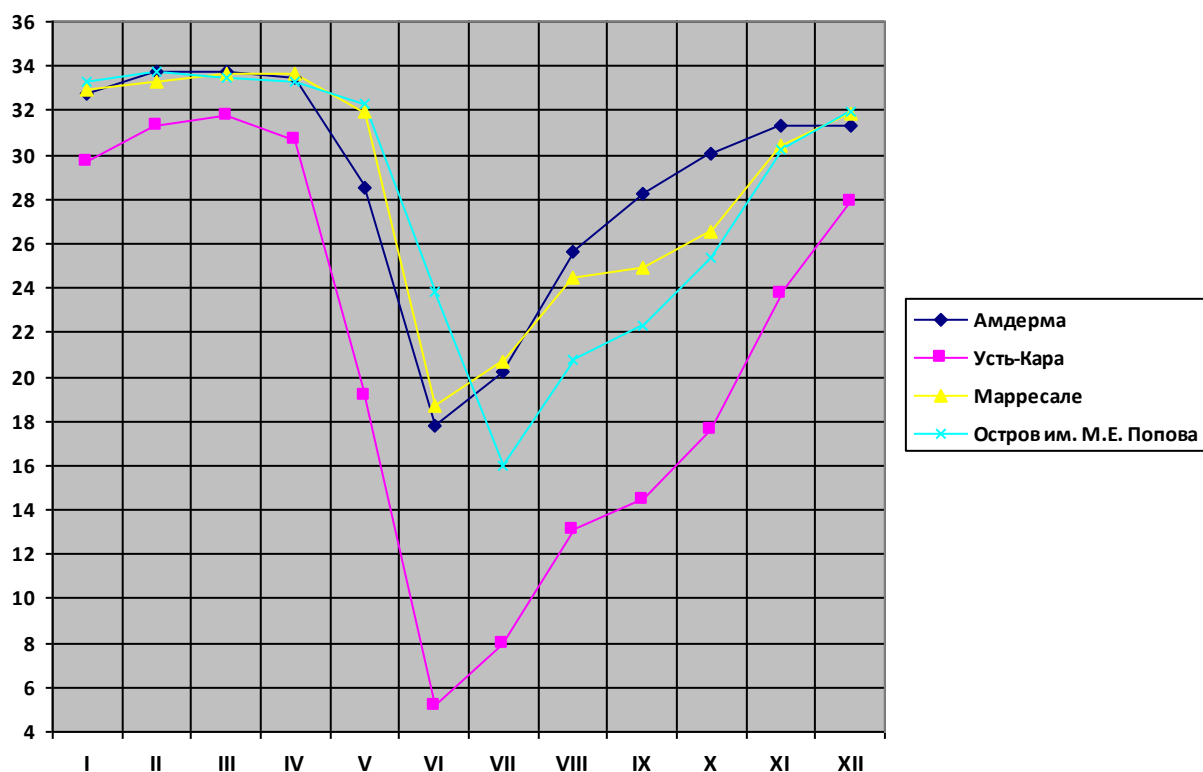


Рис. 6.1.9. Сезонные изменения солености ‰. Карское море

#### 6.1.1.6. Ледовый режим

Баренцево море - единственное из арктических морей, которое полностью никогда не замерзает. В основном льды местного происхождения, в северной части наблюдаются и приносимые ветром и течениями из Арктического бассейна и Карского моря. В центральной и юго-восточной частях моря льды однолетние: образованные в холодное время года, они в теплое время растаивают. Многолетние льды встречаются на крайнем севере и северо-востоке моря.

Ледовый режим Баренцева моря формируется под влиянием Атлантического и Северного Ледовитого океанов. В открытой части моря встречается преимущественно однолетний дрейфующий лед разнообразных форм: от мелкого битого льда до больших ледяных полей [Лоция, 1995; Справочник, 1969; Советская, 1970; Гирс, 1952]. В отдельные годы в северо-западной части моря встречается многолетний лед из Арктического бассейна, а в северо-восточную часть нередко поступает старый мощный лед из Карского моря. Определенная часть льда поступает зимой из Белого моря и из юго-западной части Карского моря через проливы Карские Ворота и Маточкин Шар.

Лед появляется в октябре-ноябре, наибольшего распространения достигает в апреле, когда кромка льда занимает самое южное положение: она проходит с запада на восток между параллелями 74° и 75°С.ш., примерно у меридиана 47° восточной долготы она поворачивает на юг и достигает берега материка в районе мыса Святой Нос. В течение зимы лед в море распространяется с севера на юг и

с востока на запад.

В мае количество льда в открытом море уменьшается, начинается таяние и активное разрушение ледяного покрова. В июне кромка льда располагается севернее параллели 75° с.ш. в западном и центральном районах моря и почти вплотную подходит к берегам островов Новая Земля. В июле западные берега островов Новая Земля обычно на всем протяжении свободны ото льда, исчезает лед и в юго-восточной части моря. В августе средняя граница дрейфующего льда уходит за пределы описываемого района.

Благодаря притоку теплых атлантических вод, приносимых течением Гольфстрим, юго-западная часть Баренцева моря даже в суровые зимы практически свободна ото льда. Юго-восточная часть моря, наоборот, отличается большой ледовитостью. Лед здесь исчезает обычно только во второй половине июня, а в годы с очень суровыми зимами - в конце июля - начале августа. В прибрежной зоне юго-восточной части моря лед наблюдается с октября-декабря по апрель-июнь.

Вдоль Мурманского берега в мягкие и умеренные зимы местный лед практически отсутствует, он наблюдается лишь в вершинах некоторых губ и заливов мыса Святой Нос. В особенно суровые зимы в феврале-марте некоторые губы полностью покрываются льдом местного происхождения, однако ледяной покров неустойчив и в течение зимы неоднократно взламывается. В зависимости от суровости зимы местный лед появляется в октябре-декабре, а исчезает в апреле-июне. Дрейфующий лед наблюдается в очень суровые зимы при устойчивых восточных ветрах; он заходит сюда из юго-восточной и северо-восточной частей Баренцева моря и Воронки Белого моря. Он иногда проникает до меридиана 34° восточной долготы.

Толщина льда в северной части Баренцева моря достигает максимальных значений к концу зимы. Здесь преобладают обширные поля и обломки полей. В результате подвижек под действием ветра, течений и приливов ледяные поля часто взламываются, торосятся и снова смерзаются. В северной части моря иногда встречаются айсберги.

У берегов островов Новая Земля устойчивый припай образуется в ноябре, а мае-июне происходит его взлом. Ширина припая вдоль берегов островов Новая Земля, а также вдоль берега материка от пролива Югорский Шар до мыса Канин Нос обычно не превышает нескольких сотен метров (в редких случаях километров), при этом он подвергается частым взломам. Участок вдоль берегов островов Новая Земля южнее параллели 75°С.ш., где сказывается влияние теплых атлантических вод, является наиболее благоприятным по ледовым условиям. Большая часть этого участка к началу июля освобождается ото льда.

Ледяной покров в открытом море имеет большую сплоченность в течение всей зимы, однако вдоль берегов островов Новая Земля, у островов Колгуев и Вайгач довольно часто образуются обширные полыньи.

Большое влияние на сплоченность льда оказывают ветры. При сильных восточных ветрах кромка льда, даже при большом скоплении его в море, отступает от берега, образуя большие пространства чистой воды. Западные ветры обычно прижимают лед к берегу.

В проливе Маточкин Шар, в ноябре-феврале припай может быть взломан сильными западными, восточными или северо-восточными ветрами. Особенно интенсивны здесь восточные и северо-восточные ветры, при которых со стороны Карского моря в пролив входит крупная зыбь. Разрушение припая в западной части пролива Маточкин Шар происходит в конце апреля, иногда - в конце марта, а в восточной части пролива - с начала мая до конца июня.

Дрейф льда в Баренцевом море вызывается, в основном, действием преобладающих ветров и постоянных течений. Зимой он направлен на север, а летом - на юг.

В Карском море большую часть года наблюдаются дрейфующий лед и припай, в основном, местного образования. В северо-восточной части моря в отдельные годы бывает двухлетний лед и очень редко в самой северной части - многолетний лед. В отдельные годы западная кромка многолетнего льда проходит по меридиану 79° восточной долготы. К востоку от этой линии плавание возможно только под проводкой ледокола, даже в летний период.

## 6.1.2. ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА. ВОСТОЧНЫЙ РЕГИОН АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РФ (МОРЕ ЛАПТЕВЫХ, ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЕ И ЧУКОТСКОЕ МОРЯ)

### 5.1.2.1. Уровень

Колебания уровня в море Лаптевых складываются, в основном, из приливных и сгонно-нагонных колебаний. Здесь преобладают сгонно-нагонные колебания уровня и лишь в юго-западной части - приливные.

Величина сезонных и годовых колебаний уровня моря обычно не превышает 0,4 м.

Приливные колебания уровня моря вызываются приливной волной, идущей с севера. Преобладают полусуточные приливы. Прогнозы колебаний уровня моря составляются ежедневно в течение всего навигационного периода Арктическим и Антарктическим научно-исследовательским институтом.

Колебания уровня в Восточно-Сибирском море складываются в основном из приливных и сгонно-нагонных колебаний. В большей части моря преобладают сгонно-нагонные колебания уровня.

Приливы обусловлены приливной волной из Центрального Арктического бассейна и приливной волной, идущей из Чукотского моря через пролив Лонга.

Приливы в Восточно-Сибирском море полусуточные.

Нагоны вызываются ветрами, дующими с запада к северу и север северо-востоку, а сгоны - ветрами, дующими с востока к югу и юг юго-западу.

Наибольшие сгонно-нагонные колебания уровня бывают при прохождении циклонов.

Сезонные колебания уровня в Восточно-Сибирском море невелики. Средняя величина их составляет 0,2-0,3 м, причем в большей части моря средний уровень в октябре, как правило, несколько выше, чем в августе и сентябре.



Колебания уровня Чукотского моря складываются в основном из приливных и сгонно-нагонных колебаний. Сгонно-нагонные колебания уровня воды в Чукотском море преобладают, они значительно превосходят по величине приливные, достигая 3-4 м.

Приливные колебания уровня в Чукотском море обусловлены приливной волной, распространяющейся с севера из Центрального Арктического бассейна, а в южной части моря, прилегающей к Берингову проливу, приливной волной, приходящей с юга из Берингова моря.

У побережья материка нагоны вызываются ветрами от западного через северный до северо-северо-восточный, а стоны - ветрами от восточного через южный до юго-юго-западный.

Сезонные колебания уровня составляют в среднем 0,3-0,4 м, причем в навигационный период среднее положение уровня моря выше, чем в межнавигационный. Средний уровень моря в октябре, как правило, несколько выше, чем в августе и сентябре. Наименьший уровень обычно наблюдается в марте и апреле.

Многолетние колебания уровня составляют 0,2-0,3 м.

#### **5.1.2.2. Волнение**

Волнение в море Лаптевых определяется не только ветровым режимом, но и ледовыми условиями, от которых зависит величина разгона волн. Длина разгона волн изменяется в среднем от 55 миль в июле до 325 миль в сентябре; максимальная длина разгона может достигать 485-540 миль [Гидрометеорологические условия, 1986].

В июле волнение развивается слабо и, как правило, не превышает 1 м, в сентябре и октябре волнение достигает своего максимума - до 7 м.

Юго-восточная часть моря Лаптевых является самой спокойной.

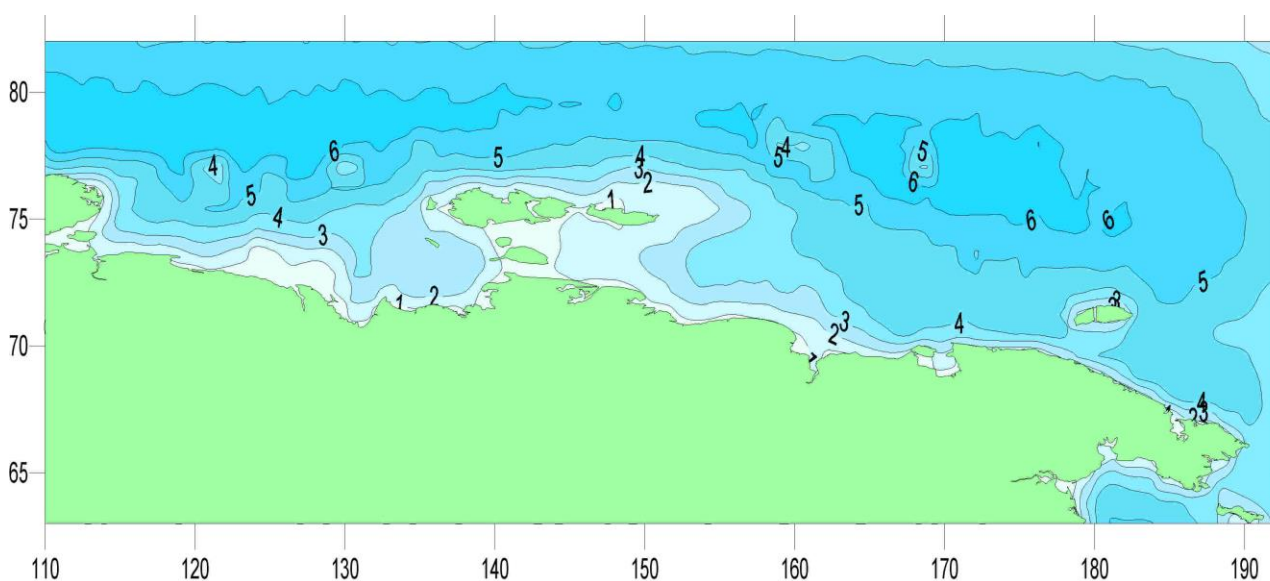
Расчеты параметров волн в восточном регионе произведены на основе сведений о ветре и волнении, содержащиеся в [Гидрометеорологические условия, 1985; Atlas of Surface, 1995], с учетом названных и других рекомендаций по расчету волнения, изложенные в [Трубкин, Филиппов, 2003, 2005; Лаппо и др., 1990; Глуховский, 1966; Крылов и др., 1980]. Также были использованы данные многолетних наблюдений за ветром и волнами на гидрометеорологических станциях, расположенных на берегах и островах западного региона.

Исследования показывают, что точность расчетов по этому методу вполне удовлетворительна. Она находится в пределах точности инструментальных наблюдений над волнением: средняя относительная погрешность вычислений высоты волн колеблется в пределах от  $\pm 5$  до  $+12\%$ . Ошибки расчета периодов волн в среднем составляют около  $\pm 7\%$  [СНиП, 1986; Руководство, 1969; Методические указания, 1979]. Наибольшие отклонения действительного волнения от расчетов может быть при слабых ветрах, а также в начальные моменты времени действия того или иного типа ветра. При расчете полей волн учитывались все основные условия, определяющие развитие ветровых волн - сила и продолжительность ветра, величина «разгона», глубина места. Карты

элементов волн рассчитаны для полей ветра по 8 основным направлениям заданного периода повторяемости. Карты соответствуют максимальному волнению (моменту полного развития волнения).

Элементы волн рассчитывались для полного отсутствия льда на море и в основном для слабо неустойчивой стратификации атмосферы. Такие условия являются наиболее благоприятными для развития волнения и поэтому рассчитанные элементы волн близки к предельным для средней продолжительности действия каждого поля ветра.

Все расчеты элементов волн проведены для постоянных глубин относительно среднего стояния уровня моря. При оценке волнения в мелководных районах, подверженных, например, большим сгонно-нагонным колебаниям уровня моря, необходимо иметь в виду, что с изменением глубины места изменяются и возможные элементы волн (рис. 6.1.12).



**Рис. 6.1.12. Высоты волн (в метрах) 1% обеспеченности при ветре скоростью 20 м/с северо-восточного направления**

Волнение в Восточно-Сибирском море по сравнению с другими арктическими морями развито слабо из-за его значительной ледовитости и мелководья. С июля по сентябрь по мере отступления кромки льда к северу повторяемость сильного волнения возрастает, достигая максимума в сентябре [Гидрометеорологические условия, 1986].

В середине августа в западной части моря появляется сравнительно большое пространство чистой воды, где при северо-западных ветрах со скоростью 20 м/с максимальная высота волн достигает 4 м. При северо-восточных ветрах высота волн в этой части моря не превышает 2,5 м.

Волнение в Чукотском море определяется, помимо ветрового режима, ледовыми условиями. В июль и августе из-за наличия льда, а также из-за преобладания антициклональной погоды, волнение в основном слабое [Гидрометеорологические условия, 1986].

В сентябре и октябре волнение бывает наиболее сильным; высота волн достигает 5-7 м. В конце октября с усилением процесса льдообразования волнение начинает ослабевать.

В открытой части моря в июле преобладает волнение южного направления, а в августе, сентябре и октябре - северного и восточного.

### **6.1.2.3. Течения**

Суммарные течения в море Лаптевых складываются из постоянных, ветровых и приливных течений.

Постоянные течения обусловлены водообменом с Центральным Арктическим бассейном и соседними морями. Они колеблются от 0,2 до 0,5 уз.

При северном и северо-западном ветрах течения направлены преимущественно на юг и юго-запад; восточные и северо-восточные ветры обуславливают течения, идущие, в основном, на северо-запад и запад; при южном и юго-восточном ветрах течения направлены на северо-восток и север.

Приливные течения в море Лаптевых, в основном, полусуточные. В открытом море приливное течение направлено преимущественно на юг, отливное - на север.

В открытом море приливные течения вращательные, а у берегов - реверсивные.

Суммарные течения в Восточно-Сибирском море складываются из постоянных, ветровых и приливных течений.

Максимальная скорость суммарных течений в открытом море 1-1,5 уз, в прибрежной зоне 1,5-2 уз.

Постоянные течения в Восточно-Сибирском море обусловлены водообменом с Чукотским морем и морем Лаптевых, а также стоком рек Колыма, Индигирка и Алазея. В центральной части моря постоянное течение в слое 0-12 м направлено на восток. Скорость его преимущественно 0,1-0,2 уз (в прибрежной зоне до 0,3 уз).

Западнее острова Врангеля постоянное течение направлено на северо-запад; оно является продолжением постоянного течения, выходящего из Чукотского моря и следующего через пролив Лонга. Скорость его 0,1-0,2 уз.

Приливные течения в Восточно-Сибирском море полусуточные, большого развития не имеют.

С увеличением глубины моря скорость приливных течений не меняется, за исключением придонного слоя воды толщиной около 5 м, в котором скорость течения может быть значительно меньше, чем на поверхности.

Суммарные течения, наблюдающиеся в Чукотском море, складываются из постоянных, ветровых и приливных течений.

Постоянные течения обусловлены, главным образом, поступлением тихоокеанских вод через Берингов пролив, а так же вод Восточно-Сибирского моря.

При устойчивых северо-западном, северо-восточном, юго-восточном и юго-западном ветрах со скоростью 10 м/с возникают ветровые течения.

Приливные течения в данном районе полусуточные. Хорошо выражено также полумесячное неравенство. Наиболее сильные - сизигийные течения.

#### 6.1.2.4. Температура воды

В июле происходит интенсивный прогрев поверхностного слоя моря Лаптевых, значительная часть его освобождается ото льда. В южной части моря температура колеблется от 1°C до 2°C, в центральной его части она составляет около 0°C, а в западной - 0...-1°C. Северная часть моря покрыта льдами, температура его от -1°C до -1,5°C.

В августе наблюдается наибольший прогрев воды. В южной части моря температура воды 3°C -4°C, в северной части моря - она отрицательная.

В сентябре поверхностный слой воды начинает охлаждаться и в южной части моря составляет около 2°C -3°C.

В октябре температура в море Лаптевых понижается от +1°C в юго-восточной части моря до -1,5°C в северной его части.

Средняя температура воды в поверхностном слое (°C) за июль представлена на рис 6.1.11.

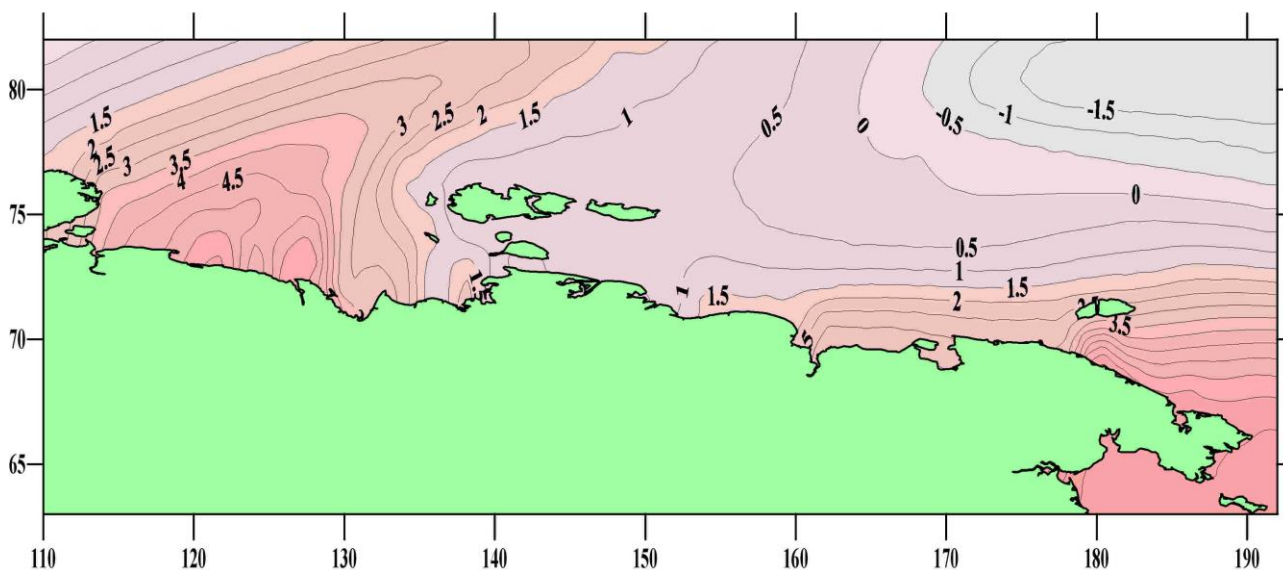


Рис. 6.1.13. Температура воды в поверхностном слое (°C) за июль

Изменения температуры воды в течение года отражены в таблицах 6.1.7, 6.1.8 и на рисунке 6.1.14, 6.1.15.

Таблица 6.1.7

**Сезонные изменения температуры воды в поверхностном слое (°C). Море Лаптевых**

Месяц года	Анабар	Остров Дунай	Остров Котельный	пр. Санникова	м. Кигилях
<b>Средняя</b>					
I	-0.54	-1.52	-1.38	-1.20	-1.07
II	-0.61	-1.60	-1.42	-1.20	-1.10
III	-0.64	-1.61	-1.42	-1.20	-1.10
IV	-0.65	-1.58	-1.43	-1.20	-1.11
V	-0.57	-1.48	-1.39	-1.12	-1.06
VI	0.91	-1.02	-1.02	-0.66	-0.75
VII	9.08	0.81	0.14	0.21	0.59
VIII	8.36	4.07	0.62	1.09	2.72
IX	2.20	1.49	0.06	0.34	1.19
X	-0.20	-1.07	-1.06	-1.04	-0.85
XI	-0.34	-1.34	-1.23	-1.16	-1.00
XII	-0.46	-1.45	-1.31	-1.18	-1.05
<b>Максимальная</b>					
I	-0.2	-1.2	-1.0	-0.8	-0.6
II	0.0	-1.3	-1.0	2.9	-0.7
III	-0.1	-1.2	-1.0	0.6	-0.8
IV	-0.1	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8
V	0.0	0.8	-0.9	-0.7	-0.4
VI	14.8	1.2	0.6	0.9	1.8
VII	22.4	11.9	7.2	4.6	9.0
VIII	20.8	13.4	6.0	7.2	10.0
IX	10.0	8.8	4.7	5.6	6.4
X	1.1	1.6	1.5	1.4	1.6
XI	0.0	-0.9	-0.6	-0.7	-0.6
XII	0.6	-1.0	-0.8	-0.7	-0.6
<b>Минимальная</b>					
I	-0.8	-1.9	-1.7	-1.4	-1.3
II	-1.0	-1.8	-1.7	-1.5	-1.3
III	-1.0	-1.8	-1.7	-1.4	-1.3
IV	-1.0	-1.8	-1.7	-1.3	-1.3
V	-1.1	-1.8	-1.7	-1.3	-1.2
VI	-1.2	-1.7	-1.7	-1.3	-1.2
VII	-0.1	-1.5	-1.7	-1.2	-1.0
VIII	1.1	-0.6	-1.5	-1.9	-1.2
IX	-0.7	-1.6	-1.6	-1.9	-2.0
X	-0.9	-1.8	-1.8	-1.9	-1.4
XI	-1.0	-1.8	-1.8	-1.4	-1.2

Месяц года	Анабар	Остров Дунай	Остров Котельный	пр. Санникова	м. Кигилях
XII	-1.2	-1.8	-1.7	-1.4	-1.3

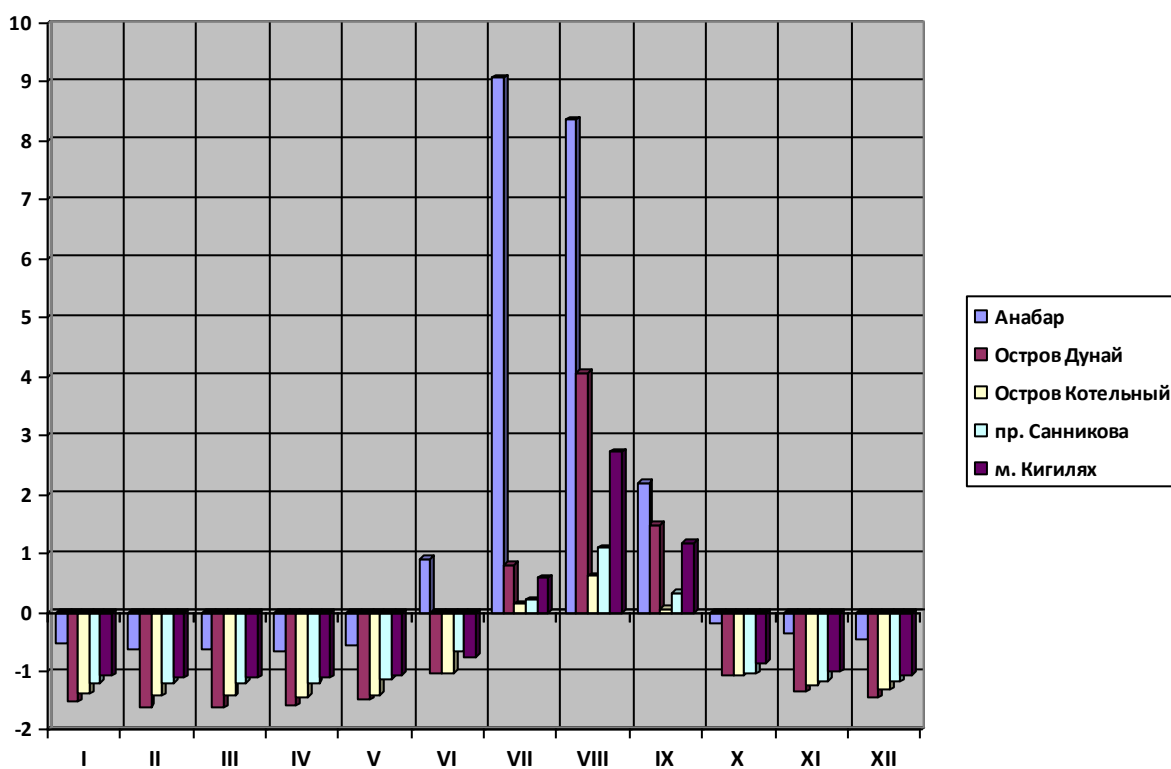


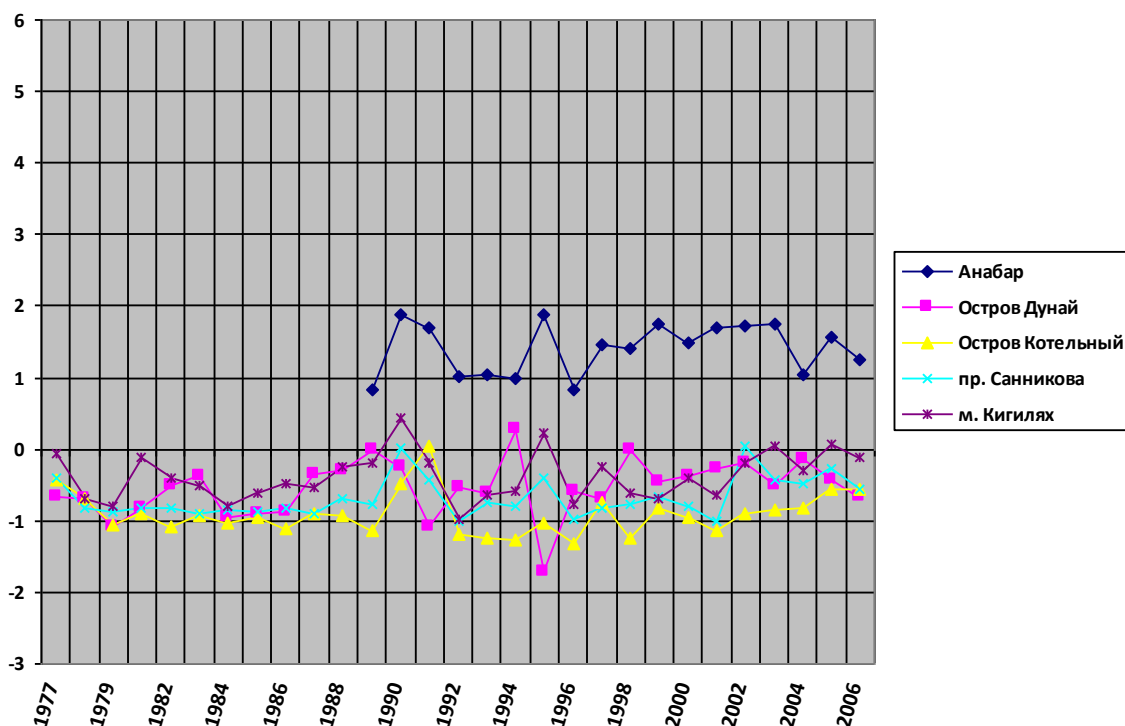
Рис. 6.1.14. Сезонные изменения температуры воды в поверхностном слое (°C). Море Лаптевых

Таблица 6.1.8

Среднегодовые значения температуры воды в поверхностном слое (°C). Море Лаптевых

Год	Анабар	Остров Дунай	Остров Котельный	пр. Санникова	м. Кигилях
Средняя					
1977	Нет данных	-0.66	-0.43	-0.40	-0.07
1978	Нет данных	-0.70	-0.68	-0.82	-0.68
1979	Нет данных	-1.09	-1.06	-0.87	-0.80
1981	Нет данных	-0.82	-0.90	-0.83	-0.12
1982	Нет данных	-0.52	-1.08	-0.82	-0.41
1983	Нет данных	-0.38	-0.93	-0.89	-0.51
1984	Нет данных	-0.96	-1.04	-0.85	-0.79
1985	Нет данных	-0.90	-0.95	-0.87	-0.62
1986	Нет данных	-0.87	-1.10	-0.83	-0.47
1987	Нет данных	-0.34	-0.91	-0.89	-0.54
1988	Нет данных	-0.29	-0.92	-0.70	-0.25
1989	0.82	-0.02	-1.15	-0.76	-0.19

Год	Анабар	Остров Дунай	Остров Котельный	пр. Санникова	м. Кигилях
1990	1.88	-0.24	-0.48	0.03	0.43
1991	1.69	-1.08	0.04	-0.43	-0.19
1992	1.01	-0.53	-1.18	-1.01	-0.97
1993	1.03	-0.60	-1.25	-0.75	-0.63
1994	1.00	0.27	-1.27	-0.80	-0.58
1995	1.89	-1.72	-1.02	-0.41	0.23
1996	0.82	-0.59	-1.33	-0.97	-0.78
1997	1.46	-0.68	-0.75	-0.82	-0.25
1998	1.41	-0.02	-1.25	-0.76	-0.60
1999	1.75	-0.46	-0.82	-0.67	-0.68
2000	1.50	-0.37	-0.95	-0.79	-0.41
2001	1.70	-0.27	-1.13	-1.00	-0.64
2002	1.71	-0.19	-0.89	0.04	-0.19
2003	1.75	-0.52	-0.84	-0.42	0.04
2004	1.04	-0.14	-0.81	-0.49	-0.29
2005	1.56	-0.42	-0.56	-0.26	0.06
2006	1.26	-0.66	-0.55	-0.55	-0.12



**Рис. 6.1.15. Среднегодовые значения температуры воды в поверхностном слое (°С). Море Лаптевых**

Большую часть года Восточно-Сибирское море покрыто льдом и температура подледного слоя воды близка к температуре её замерзания.

Гидрологическая зима - промежуток времени между датами охлаждения воды до температуры замерзания и начала её прогревания - он продолжается от 188 суток, в районе острова Айон до 259 суток в районе Новосибирских островов [Гидрометеорологические условия, 1986].

Весной вследствие увеличения притока солнечной радиации и стока теплых речных вод поверхностный слой моря начинает прогреваться, причем раньше всего в районах, находящихся под непосредственным воздействием речного стока.

В течение летнего периода большая или меньшая часть моря очищается ото льда и поверхностный слой воды в ней прогревается.

По мере приближения к кромке льда температура воды понижается до 0°C среди льда сплоченностью 3-4 балла и до - 1,5°C среди льда сплоченностью 7-8 баллов.

Межгодовая изменчивость температуры поверхностного слоя воды в августе очень велика. В годы, когда дрейфующий лед расположен близко к побережью, температура поверхностного слоя воды в восточной части моря может быть отрицательной.

В конце августа - первой декаде сентября в большей части Восточно-Сибирского моря поверхностные воды охлаждаются до 0°C и ниже.

Продолжительность гидрологического лета - периода с температурой воды 0°C и выше - изменяется от 40-60 суток в северной части до 120-130 суток в южной части.

Температура поверхностного слоя моря зимой подо льдом составляет от - 1,7°C до - 1,8°C [Гидрометеорологические условия, 1986].

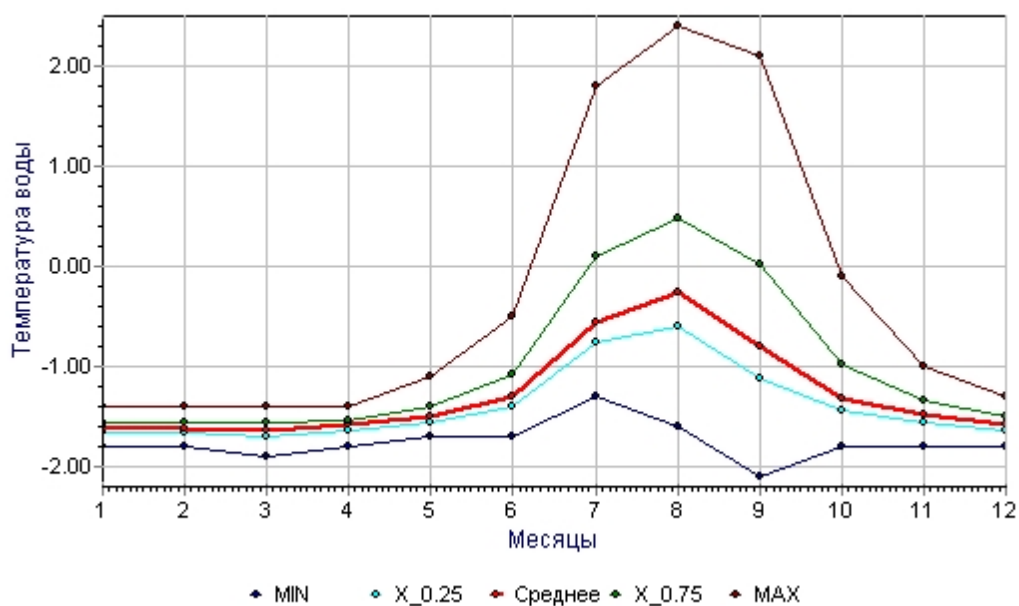
Ниже представлены данные по гидрометеостанции «Остров Жохова», как наиболее близко расположенной к району работ.

**Таблица 6.1.9**

**Сезонные изменения температуры воды (°C) в поверхностном слое.  
Восточно-Сибирское море. Остров Жохова**

	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Минимум</b>	-1.8	-1.8	-1.9	-1.8	-1.7	-1.7	-1.3	-1.6	-2.1	-1.8	-1.8	-1.8
<b>Среднее</b>	-1.60	-1.62	-1.63	-1.58	-1.50	-1.30	-0.56	-0.26	-0.79	-1.31	-1.48	-1.58
<b>Максимум</b>	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.1	-0.5	1.8	2.4	2.1	-0.1	-1.0	-1.3





**Рис. 6.1.16. Сезонные изменения температуры воды (°C) в поверхностном слое. Восточно-Сибирское море. Остров Жохова**

**Таблица 6.1.10**

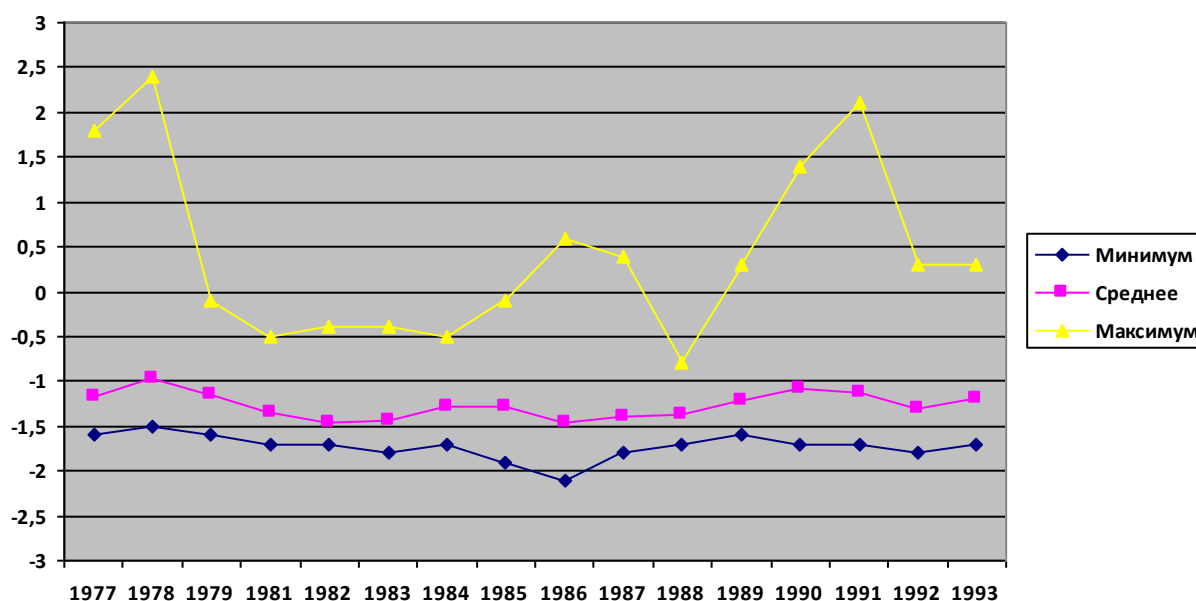
**Среднегодовые значения температуры воды (°C) в поверхностном слое. Восточно-Сибирское море. Остров Жохова**

	Годы							
	1977	1978	1979	1981	1982	1983	1984	1985
<b>Минимум</b>	-1.6	-1.5	-1.6	-1.7	-1.7	-1.8	-1.7	-1.9
<b>Среднее</b>	-1.17	-0.98	-1.15	-1.36	-1.45	-1.44	-1.28	-1.29
<b>Максимум</b>	1.8	2.4	-0.1	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.1

Таблица 6.1.11

**Среднегодовые значения температуры воды (°С) в поверхностном слое. Восточно-Сибирское море. Остров Жохова. (продолжение)**

	Годы							
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Минимум	-2.1	-1.8	-1.7	-1.6	-1.7	-1.7	-1.8	-1.7
Среднее	-1.45	-1.40	-1.37	-1.22	-1.08	-1.12	-1.30	-1.19
Максимум	0.6	0.4	-0.8	0.3	1.4	2.1	0.3	0.3



**Рис. 6.1.17. Среднегодовые значения температуры воды (°С) в поверхностном слое. Восточно-Сибирское море. Остров Жохова**

Летом в Чукотском море в результате увеличения притока солнечной радиации и поступления через Берингов пролив более теплых тихоокеанских вод температура воды повышается по мере очищения моря ото льда и достигает максимума в августе.

В третьей декаде июля наиболее низкая температура воды наблюдается в северной и западной частях моря, где она составляет около  $-1^{\circ}\text{C}$ . В юго-восточной части моря и Беринговом проливе температура воды  $-5^{\circ}\text{C}$  и более.

В августе в Чукотском море отрицательная температура воды может наблюдаться только в самой северной части моря. Наиболее высокая средняя температура воды ( $7^{\circ}\text{C}$  и более) отмечается в юго-восточной части моря.

В сентябре начинается понижение температуры, а в северной части моря она становится отрицательной.

В первой декаде октября температура воды в западной и северной частях Чукотского моря понижается до отрицательных значений и в годы с большой ледовитостью достигает точки замерзания. В юго-восточной части моря

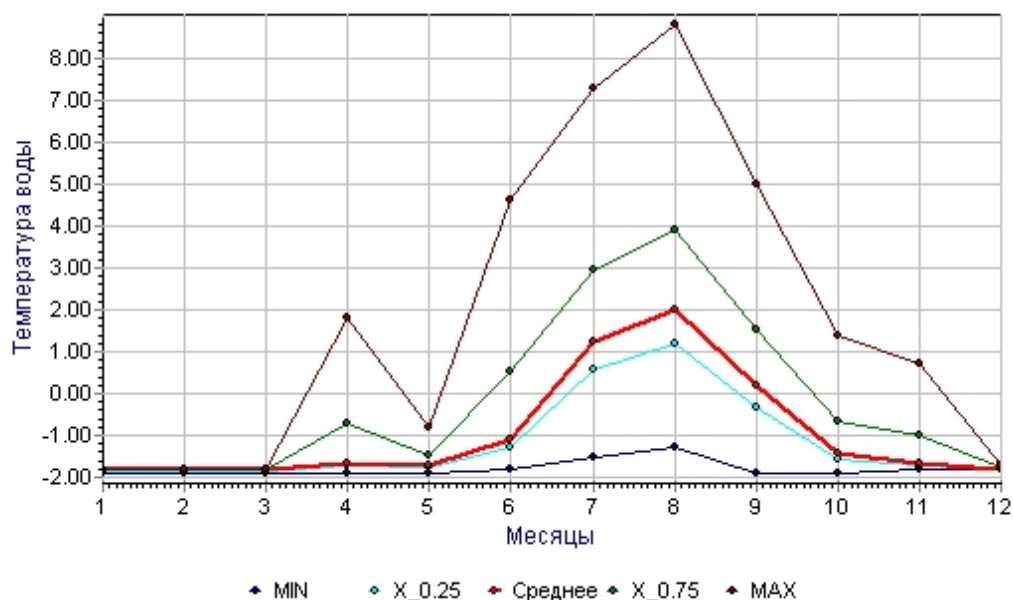
температура около 3-4°C.

Ниже представлены данные по гидрометеостанции «Остров Врангеля», как наиболее близко расположенной к району работ.

**Таблица 6.1.12**

**Сезонные изменения температуры воды (°C) в поверхностном слое. Чукотское море. Остров Жохова**

	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Минимум</b>	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.8	-1.5	-1.3	-1.9	-1.9	-1.8	-1.8
<b>Среднее</b>	-1.80	-1.82	-1.82	-1.67	-1.71	-1.08	1.23	2.01	0.18	-1.43	-1.68	-1.79
<b>Максимум</b>	-1.8	-1.8	-1.8	1.8	-0.8	4.6	7.3	8.8	5.0	1.4	0.7	-1.7



**Рис. 6.1.18. Среднегодовые значения температуры воды (°C) в поверхностном слое. Чукотское море. Остров Жохова**

**Таблица 6.1.13**

**Среднегодовые значения температуры воды (°C) в поверхностном слое. Чукотское море. Остров Жохова**

Год	Минимум	Среднее	Максимум
1977	-1.9	-0.91	5.2
1978	-1.9	-1.32	2.2
1979	-1.9	-1.30	3.7
1981	-1.9	-1.11	3.6
1982	-1.9	-1.02	4.7
1983	-1.9	-1.15	5.4
1984	-1.9	-1.33	2.3
1985	-1.8	-0.94	4.8

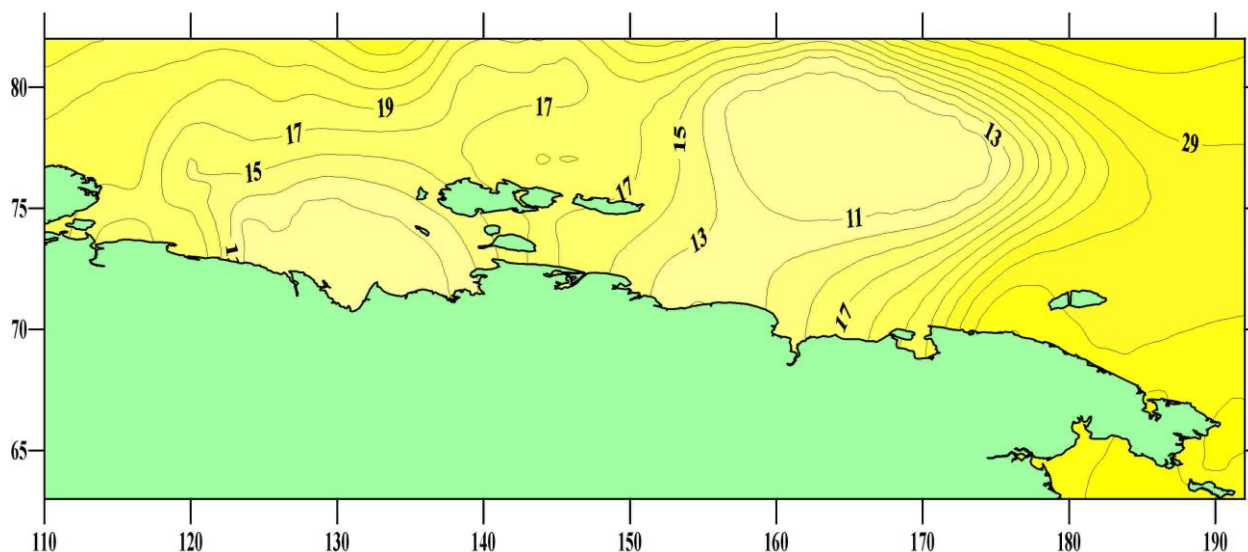
Год	Минимум	Среднее	Максимум
1986	-1.8	-1.07	5.4
1987	-1.8	-1.04	5.0
1988	-1.9	-1.04	4.6
1989	-1.8	-1.14	4.1
1990	-1.8	-0.87	5.0
1991	-1.9	-0.73	6.9
1992	-1.8	-0.99	5.0
1993	-1.8	-1.05	5.3
1994	-1.8	-0.88	6.3
1995	-1.8	-1.28	4.4
1996	-1.8	-0.93	4.5
1997	-1.8	-0.94	5.2
1998	-1.8	-0.76	6.3
1999	-1.8	-1.02	6.9
2000	-1.8	-0.80	4.0
2001	-1.8	-1.07	4.1
2002	-1.8	-0.78	5.9
2003	-1.8	-0.31	8.8
2004	-1.8	-0.78	6.6
2005	-1.8	-0.37	7.0
2006	-1.8	-0.54	4.2

#### 6.1.2.5. Соленость

Величина и распределение солености в море Лаптевых в значительной мере зависит от стока крупных рек.

В июле в море Лаптевых отмечается наибольшее распреснение воды не только за счет речного стока, но и за счет интенсивного таяния льда и снега. В южной части моря соленость колеблется от 10‰ до 15‰, в центральной части моря соленость составляет 20‰-25‰, а в северной она достигает 30‰. В восточной части моря соленость меньше, чем в западной. В сентябре с началом льдообразования и уменьшением речного стока соленость начинает увеличиваться.

Средняя соленость за июль представлена на рис. 6.1.19.



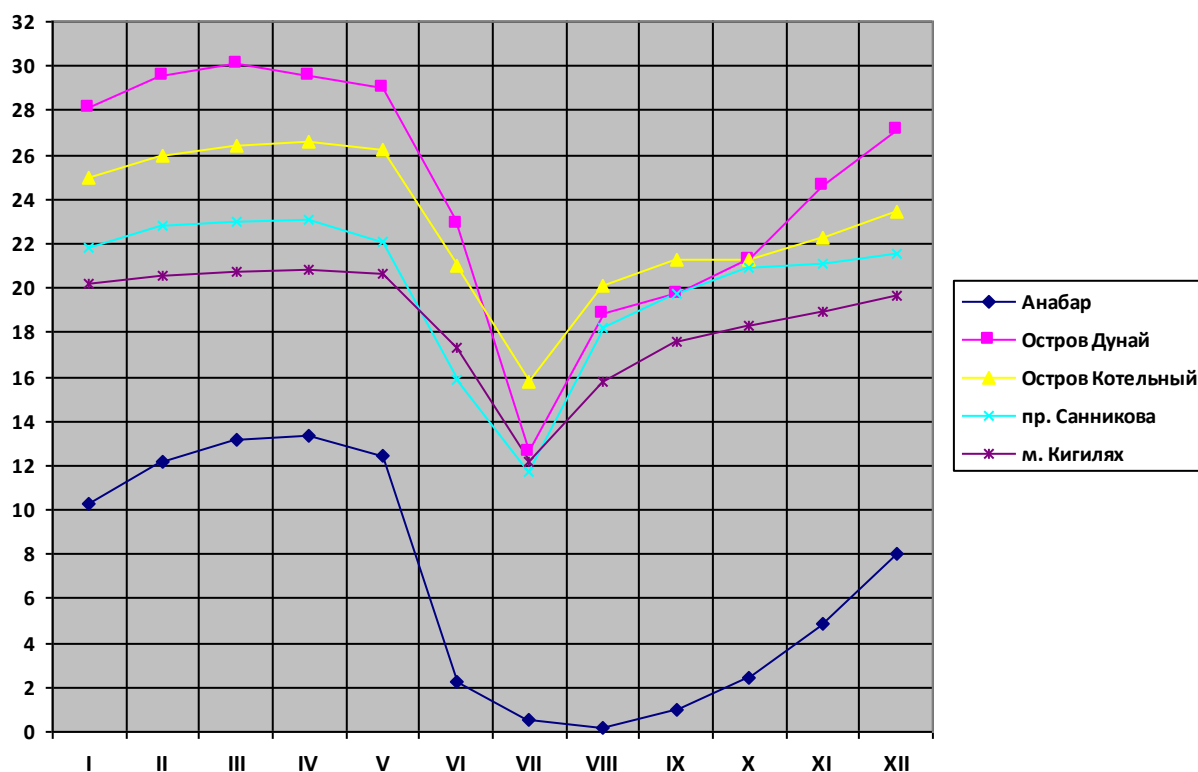
**Рис. 6.1.19. Соленость в поверхностном слое (‰) за июль**

Ниже в таблице 6.1.15 и на рисунке 6.1.20 приведены данные гидрометеостанций по сезонным изменениям солености в море Лаптевых.

**Таблица 6.1.14**

**Сезонные изменения солености в поверхностном слое (‰). Море Лаптевых**

	Месяцы					
	I	II	III	IV	V	VI
<b>Минимум</b>	25.53	25.00	2.94	24.61	24.47	13.30
<b>Среднее</b>	28.482	28.713	28.071	28.797	28.717	26.896
<b>Максимум</b>	32.74	33.13	31.94	31.69	31.56	31.44
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Минимум</b>	2.03	2.17	3.35	11.20	21.19	24.74
<b>Среднее</b>	20.406	19.238	23.546	26.695	27.036	27.803
<b>Максимум</b>	28.80	28.94	29.33	30.12	30.12	30.51



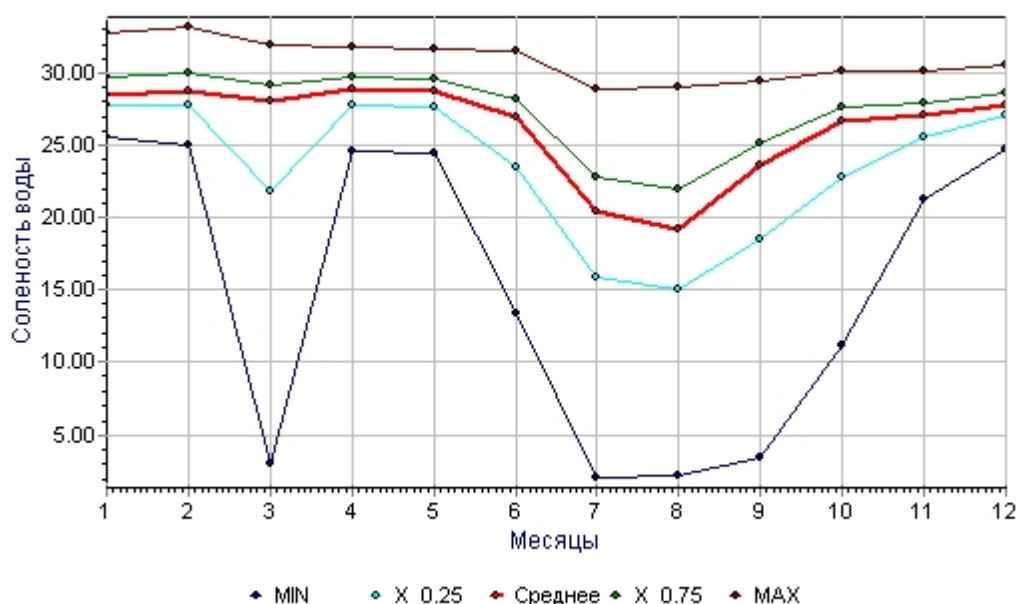
**Рис. 6.1.20. Сезонные изменения солёности в поверхностном слое (‰). Море Лаптевых**

Солёность, как и температура поверхностных вод, зависят от ледовых условий и речного стока [Гидрометеорологические условия, 1986]. Восточная часть Восточно-Сибирского моря обычно характеризуется более высокой солёностью и более низкой температурой воды по сравнению с западной частью. Самые высокие температуры воды (6-7°C) наблюдаются в августе в устьях больших рек, когда дуют южные ветры. Солёность воды здесь колеблется от 10 до 15‰ и увеличивается до 30‰ у кромки льда.

Таблица 6.1.15

**Сезонные изменения солёности в поверхностном слое (‰). Восточно-Сибирское море. Остров Жохова**

	Месяцы					
	I	II	III	IV	V	VI
<b>Минимум</b>	25.53	25.00	2.94	24.61	24.47	13.30
<b>Среднее</b>	28.482	28.713	28.071	28.797	28.717	26.896
<b>Максимум</b>	32.74	33.13	31.94	31.69	31.56	31.44
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Минимум</b>	2.03	2.17	3.35	11.20	21.19	24.74
<b>Среднее</b>	20.406	19.238	23.546	26.695	27.036	27.803
<b>Максимум</b>	28.80	28.94	29.33	30.12	30.12	30.51



**Рис. 6.1.21. Сезонные изменения солёности в поверхностном слое (‰). Восточно-Сибирское море. Остров Жохова**

Зимой солёность воды подо льдом вдоль берега Чукотского полуострова составляет около 30,5‰. К северу и востоку от указанного района солёность увеличивается и в восточной части моря достигает 33‰.

Летом в результате таяния льда и речного стока солёность воды уменьшается по сравнению с её зимними значениями. В третьей декаде июля в проливе Лонга средняя солёность воды около 29‰, вдоль берега Чукотского полуострова 25‰, а в районе, прилегающем к Берингову проливу, достигает 31,5‰-32‰.

В августе и сентябре распределение средней солёности близко к

июльскому.

В первой декаде октября в связи с уменьшением речного стока и началом льдообразования соленость воды увеличивается.

Данные о солености по гидрометеостанции «Остров Врангеля» отсутствуют.

#### **6.1.2.6. Ледовый режим**

Лед в море Лаптевых наблюдается в течение всего года, однако летом значительная часть моря освобождается от него. Зимой большая часть моря занята дрейфующим льдом, прибрежная часть покрывается неподвижным льдом - припаем. Лед, в основном, однолетний, местного происхождения, и лишь в северной части моря встречается двухлетний и многолетний лед.

Айсберги и их обломки встречаются главным образом у восточных берегов островов Северная Земля и у берегов полуострова Таймыр. Как правило, айсберги небольшие: длина до 200 м, высота над водой не более 5-10 м, а заглупление до 20м [Люция, 1997; Справочник, 1969; Советская, 1970].

В годовом цикле своего развития ледяной покров претерпевает непрерывные изменения. По состоянию ледяного покрова в море Лаптевых выделяются два периода: октябрь-май, когда происходит образование льда, и июнь-сентябрь, когда наблюдается разрушение льда.

Восточно-Сибирское море большую часть года покрыто льдом, состоящим из льда местного образования и многолетнего льда, приносимого из Центрального Арктического бассейна. В отдельные годы в восточной части моря встречается мощный лед, принесенный из района Канадских Арктических островов [Люция, 1998; Справочник, 1969; Советская, 1970].

Чукотское море, несмотря на более южное положение по сравнению с другими арктическими морями, характеризуется суровым ледовым режимом [Люция, 1997; Справочник, 1969; Советская, 1970]. Особенно сложные ледовые условия наблюдаются в проливе Лонга, который считается одним из труднодоступных участков. Если, например, в море Лаптевых к концу августа кромка льда, как правило, отодвигается до параллели 73°-74° с.ш., то в проливе Лонга она располагается в районе параллелей 70°-71° с.ш. вследствие особенностей гидрометеорологического режима, при котором сплоченный лед часто сохраняется до начала устойчивого льдообразования.

### **6.1.3. ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА. ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ РЕГИОН МОРЕЙ РФ**

#### **6.1.3.1 Берингово море**

*Гидрологический режим* описываемого района определяется в основном его географическим положением, климатическими условиями, характером водообмена с Тихим океаном и рельефом дна. У побережий существенное значение приобретают, кроме того, материковый сток, приливо-отливные явления



и конфигурация береговой черты. В данном разделе кратко изложены основные сведения о пространственном распределении и изменчивости температуры и солености морской воды, водных массах, течениях, приливах и ледовых условиях Берингова моря, основанные на опубликованных работах [Проект «Моря». Берингово море, 1993]. Все значения температуры воздуха и воды приведены в градусах Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ), а солености - в промилле ( $1\text{ г/кг} = 1\text{‰}$ ).

### ***Горизонтальное распределение температуры воды***

Фактические характеристики поля горизонтального распределения *температуры воды* на поверхности и глубинных горизонтах формируются и непрерывно изменяются под действием физических процессов разного масштаба и интенсивности, протекающих на поверхности и в толще вод моря. Колебания этих характеристик наиболее отчетливо выражены в поверхностном, деятельном слое моря, где отчетливо прослеживается их короткопериодная и суточная изменчивость, сезонный внутригодовой и межгодовой климатический ход, непериодические колебания различной природы. Физика этих процессов и региональные особенности термического режима акватории сравнительно хорошо изучены, а ассимиляция данных многолетних гидрологических наблюдений позволяет построить обобщенные схемы пространственного распределения температуры на различных горизонтах для всех месяцев года.

Во все сезоны года, кроме летнего, *температура воды* на поверхности в общем повышается с севера на юг [Проект «Моря». Берингово море, 1993]. При этом поле температуры, как и пространственное распределение амплитуд ее внутригодовых колебаний, существенно неоднородны в зональном и меридиональном направлениях. Величина внутригодовых колебаний этой характеристики на поверхности моря изменяется от  $12\text{-}14^{\circ}$  в приконтинентальных районах – до  $4,5\text{-}6^{\circ}$  на акватории Алеутской гряды. На глубине 50 м эти значения обычно меньше поверхностных в 2-4 раза, а на 100-150 м – не превышают  $1,5\text{-}2,3^{\circ}$ . В летнее время за счет интенсивного вертикального перемешивания вод в районе проливов Алеутской гряды температура на поверхности в целом ниже, чем на северо-западе акватории. В октябре начинается перестройка температурного фона к зимнему состоянию и начинается формирование ледяного покрова в северо-западной части моря. *Зимой и весной* в районе границы берингоморского шельфа у кромки льдов наблюдаются значительные контрасты температурного поля между северо-восточной и юго-западной частями моря. В этот период температура воды на поверхности колеблется от 0 до  $-1,5^{\circ}$  на севере, до  $3\text{-}4^{\circ}$  на юге. Наиболее низкие температуры ( $-1,4\text{...}-1,6^{\circ}$ ) наблюдаются в мелководных заливах и бухтах, вдающихся в материк, и на участках с ледяным покровом. На картах температуры хорошо видны районы поступления более теплых тихоокеанских вод на юге района и область распространения холодных вод у берегов Камчатки. В мае температура воды начинает повышаться и в *августе* достигает  $9\text{-}12^{\circ}$  на большей части акватории и  $4\text{-}7^{\circ}$  на севере. Август является временем наступления максимального прогрева поверхностных вод на большей части акватории. В это время в прибрежных мелководных районах температура воды обычно выше, чем в открытом море ( $11\text{-}14^{\circ}$ ), а наиболее низкие температуры наблюдаются вблизи Берингова пролива. В сентябре-октябре начинается период осеннего охлаждения поверхностных вод и характеристики температурного поля постепенно переходят в зимнему виду.

Период наибольшего охлаждения заканчивается в апреле.

*Сезонные изменения* температуры воды в открытой части моря охватывают верхний слой до глубин 250-300 м, глубже которого они практически отсутствуют. Ниже 400-500 м повсеместно наблюдается монотонное понижение температуры с глубиной от  $3,3-3,7^{\circ}$  до  $2,7-2,9^{\circ}$  на горизонте 1000 м во все сезоны года. По среднемноголетним данным на горизонте 200 м в глубоководных Алеутской и Командорской котловинах значения температуры в характерные месяцы повсеместно возрастают в направлении с северо-запада на юго-восток примерно от  $1,0$  до  $4,0^{\circ}$ . Ее пространственное распределение на этом горизонте более неоднородно, чем на поверхности. Существенную роль в формированию температурного поля на глубинных горизонтах играют процессы водообмена с океаном через глубоководные проливы юго-западной части моря. По имеющимся данным значения температуры воды на горизонте 2000 м колеблются в пределах от  $1,80$  до  $1,95^{\circ}$ , а на 3000 м – от  $1,56$  до  $1,70^{\circ}$ .

Приведенные выше сведения отражают наиболее общие характеристики крупномасштабного распределения и изменчивости температуры воды, которые к тому же могут варьировать от года к году (колебания климата) и уточняться по мере накопления новых данных. В практическом аспекте важными, например, для промысловой океанографии и оценки состояния экосистем региона, являются не только общие, фоновые характеристики морской среды, но и фактические распределения параметров в отдельных районах. Результаты исследований показали, что существенную роль в формировании более мелких, мезомасштабных неоднородностей температурного поля на поверхностных горизонтах играют *фронтальные зоны и вихревые образования*, которые присутствуют в прибрежной зоне, на шельфе, в глубоководной котловине и являются объектом пристального изучения в последние годы. При этом помимо традиционных контактных методов их идентификации широко используются регулярные мониторинговые и дистанционные спутниковые наблюдения.

#### ***Вертикальное распределение температуры***

По существующей классификации Берингово море располагается в области *субарктической структуры вод*, которая характеризуется в общем монотонным уменьшением солёности с глубиной и немонотонным изменением температуры. На всей акватории моря, исключая мелководье и район Алеутской гряды, во все сезоны года на вертикальных профилях температуры и разрезах прослеживаются холодный подповерхностный (ХПС) и тёплый промежуточный (ТПС) слои. Ядро холодного подповерхностного (промежуточного) слоя отчетливо выделяется только в тёплый период года за пределами шельфовой зоны. В холодный период года в процессе выхолаживания деятельного слоя моря развивается конвекция, сезонный термоклин исчезает и верхняя граница холодного слоя выклинивается к поверхности. Ниже ядра этого слоя температура воды вновь увеличивается и, достигая локального максимума в ядре тёплого промежуточного слоя, монотонно понижается до дна. Глубина залегания нижней границы *деятельного слоя*, ниже которой сезонный ход температуры почти не прослеживается, изменяется за пределами шельфовой зоны от 100-150 м в восточной части моря до 200-300 м в западной. Толщина верхнего перемешанного *квазиоднородного слоя*, где вертикальные градиенты температуры менее  $0,01^{\circ}$ , в период с июня по ноябрь увеличивается с 10-30 м до 30-75 м и в прибрежной зоне изотермия

распространяется до придонных горизонтов. В январе-марте, когда сезонный термоклин разрушается, толщина этого слоя повсеместно возрастает до 100-250 м, причем наименьшие значения (75-100 м) наблюдаются в местах вторжения в море тихоокеанских вод на юге района.

Ядро ХПС, как самостоятельного структурного элемента, формируется с началом прогрева поверхностного слоя. Значения минимума температуры и глубины залегания ядра различны в отдельных районах акватории и изменяются в сезонном ходе. Минимальные величины температуры (+1...-1<sup>0</sup>) и наименьшие глубины залегания ядра (30-50 м) в период с июня по октябрь наблюдаются на беринговоморском шельфе в северо-восточной части моря. В центральной части глубоководной котловины осенью ядро ХПС с температурами 2-3<sup>0</sup> заглубляется до 100-150 м. Наибольшие значения температуры ядра (3,0-3,5<sup>0</sup>) отмечаются у Алеутских островов.

Теплый промежуточный слой своим происхождением связан с трансформацией вод, поступающих из Тихого океана (в основном через пролив Ближний) и их охлаждением с поверхности в результате зимней конвекции. Глубина залегания ядра ТПС изменяется от 250 до 500 м, а значения температуры – от 3,4 до 4,0<sup>0</sup>. Под ТПС до глубин 1200-2000 м располагается слой *главного термоклина* с монотонным понижением температуры до 1,8-1,9<sup>0</sup>. Ниже него залегают *глубинные воды*, где температура убывает до 1,5-1,7<sup>0</sup>. Они занимают большую часть всего объема моря.

Кривые вертикального распределения температуры, особенно в пределах верхнего 200-300-метрового слоя, испытывают существенные вариации в широком диапазоне временных масштабов. Так величина внутрисуточных колебаний температуры воды в отдельных районах (на свале глубин и вблизи берегов) в теплое время года может достигать 3-7<sup>0</sup>.

#### ***Горизонтальное распределение солености***

Основные крупномасштабные особенности поля солености определяются характеристиками водного баланса на поверхности Берингова моря (преобладание количества осадков над испарением, влияние процессов льдообразования и таяния льда), материковым стоком в прибрежных районах, а также поступлением через проливы, переносом течениями и трансформацией более соленых тихоокеанских вод [Проект «Моря». Берингово море, 1993]. Соленость *поверхностного слоя* воды в целом понижается с юга на север от 33,0-33,3‰ (юго-западная и центральная части моря) до 31-32‰ во все сезоны года. Летом и в начале осени соленость вод на поверхности меньше, чем зимой, но больше, чем весной. Зимой она увеличивается за счет процессов льдообразования и уменьшения берегового стока, а весной резко падает. Максимальные значения солености (33,2-33,3‰) на поверхности наблюдаются в районе прол. Ближний, в западной части глубоководной котловины и вблизи средней части Алеутских островов, а минимальные (до 20-25‰) - в материковых заливах и бухтах прибрежной полосы. Распреснение прибрежных вод достигает своего максимума в июле. В отдельные месяцы на границе восточно-беринговоморского шельфа и в прибрежных районах отчетливо выражены зоны максимальных горизонтальных градиентов этой характеристики – *фронты солености*.

С глубиной соленость, как в поверхностном, так и в нижележащих слоях, непрерывно возрастает в пределах всей акватории моря, но основные черты ее пространственного распределения до горизонтов 50-75 м остаются почти неизменными. Ниже горизонта 100 м горизонтальные градиенты поля солености сглаживаются. Уже на горизонте 200 м фоновые величины пространственных изменений солености не превышает 0,5-0,6‰, а общий характер ее распределения связан с циркуляционными процессами. На горизонтах 500 и 1000 м значения солености возрастают в направлении с северо-востока на юго-запад (с 33,85 до 34,15‰ и с 34,20 до 34,50‰ соответственно), что связывается с особенностями распространения и трансформации тихоокеанских вод в пределах глубоководной котловины. В нижележащих слоях диапазон пространственных изменений солености сужается от 34,50-34,65‰ (горизонт 2000 м) до 34,60-34,65‰ (3000 м).

Как и в случае поля температуры приведенные выше сведения отражают лишь крупномасштабные, фоновые характеристики горизонтального распределения солености в Беринговом море. Имеющиеся материалы гидрологических съемок позволяют при необходимости уточнить отдельные детали этой картины и ретроспективно проследить за ее динамикой.

#### ***Вертикальное распределение солености***

В отличие от температурных кривых *профили солености* почти идентичны во все сезоны года и в целом характеризуются монотонным убыванием солености с глубиной. Сезонные изменения проявляются, главным образом, в пределах верхнего деятельного 75-150-метрового слоя. С началом развития зимнего конвективного перемешивания, сопровождающегося льдообразованием на обширных участках акватории, значения вертикальных градиентов солености в этом слое уменьшаются и в толще деятельного слоя формируется верхний квазиоднородный слой. Зимой и весной здесь присутствуют также и слои с инверсным распределением солености. На поверхности деятельного слоя наблюдаются наибольшие *внутригодовые колебания* солености. Их обычные значения составляют 0,5-0,8‰ в глубоководной и 1-2‰ в мелководной частях Берингова моря. В заливах и бухтах материковой части побережья они значительно выше и могут достигать 3-7‰ и даже 10-15‰. С глубиной эти колебания затухают до 0,3-0,5‰ (1,0-1,2‰ на шельфе) на нижней границе деятельного слоя. Глубже 150 м внутригодовые колебания солености с поверхности уже не проникают. В главном галоклине, нижняя граница которого расположена на 700-1100 м, эти колебания связываются с особенностями циркуляции и проявлением процессов внутриводного обмена. *Короткопериодные изменения* солености на различных горизонтах определяются взаимодействием широкого спектра гидрометеорологических и динамических процессов в толще вод и на поверхности моря. Величина минимальных суточных колебаний солености (0,1‰) наблюдается на восточно-берингоморском шельфе. В районе отдельных проливов и фронтальных зон она возрастает до 0,2-0,4‰ и 1,0-1,9‰ соответственно, и достигает максимальных значений в заливах и приустьевых областях (3,0-3,6‰). В холодное время года эти колебания заметны, главным образом, в слое скачка гидрологических характеристик.

#### ***Водные массы***

Под водными массами обычно понимают сравнительно большие объемы

вод, формирующихся в определенных районах, и обладающих в течение длительного времени почти постоянным и непрерывным распределением комплекса характеристик в районе образования и в ареале распространения [Проект «Моря». Берингово море, 1993]. Водные массы образуют главные компоненты (слои, экстремумы) вертикальной структуры толщи вод. На границах между водными массами формируются фронтальные зоны, в которых обостряются горизонтальные градиенты температуры, солености и других характеристик. Как отмечалось выше, основной массе вод Берингова моря свойственна субарктическая структура, главной особенностью которой является наличие холодного и теплого промежуточного слоев, составляющих самостоятельные водные массы – промежуточную берингоморскую и промежуточную тихоокеанскую. В целом, вся толща вод глубоководной части моря летом четко разделена на четыре слоя: поверхностный, холодный промежуточный, теплый промежуточный и глубинный. На восточно-берингоморском шельфе в это время выделяют только две водные массы: поверхностную (более высокие значения температуры и низкие – солености) и придонную (более высокие значения солености и более низкие – температуры).

*Поверхностная водная масса* (ПВМ) образуется в теплое время года в результате радиационного прогрева и распреснения вод верхнего слоя. Слой, занимаемый ПВМ, имеет толщину 20-50 м и характеризуется температурой 7-10<sup>0</sup> на поверхности и 4-6<sup>0</sup> на нижней границе и соленостью около 32-33‰. Наибольшая толщина этого слоя наблюдается в открытой части моря, а минимальные значения солености (<31‰) – в прибрежной зоне.

*Промежуточная берингоморская водная масса* (ПБВМ) образуется в результате осенне-зимнего конвективного перемешивания и последующего летнего прогрева. Глубина залегания ядра ПБВМ возрастает от 50 м на восточно-берингоморском шельфе – до 100-150 м в центральной и южной части глубоководной котловины. Значения солености в ядре варьируют в сезонном ходе в пределах 32-34‰. Значения температуры ядра возрастают от +1...-1<sup>0</sup> на северо-востоке (шельф) - до 3,0-3,5<sup>0</sup> у Алеутских островов. В глубоководной части моря горизонтальное распределение солености в ядре ПБВМ более однородно чем на шельфе.

*Промежуточная тихоокеанская водная масса* (ПТВМ) идентифицируется в слое 100-650 (900) м во все сезоны года. Ее ядро в различных районах залегает на глубине от 250 до 500 м. Соленость в ядре ПТВМ варьирует от 33,4 до 34,0‰, а температура – от 3,4 до 4,0<sup>0</sup>.

*Глубинная водная масса* (ГВМ) образуется в результате поступления вод через проливы из Тихого океана и их последующей трансформации. Она занимает большую часть объема моря и характеризуется слабой пространственно-временной изменчивостью гидрологических характеристик. Ее верхняя граница располагается на глубинах 800-1200 м, а ядро с максимальными значениями солености (около 34,7‰) и минимальными для ГВМ величинами температуры (около 1,5<sup>0</sup>) находится на дне глубоководной котловины.

В некоторых районах моря, особенно на периферии бассейна, наблюдается некоторое видоизменение основных водных масс, вертикальная расслоенность вод стирается и появляются новые обособленные водные массы, имеющие

местное значение.

### ***Циркуляция вод и течения***

Поле *суммарных течений* в отдельных районах моря формируется в результате сочетания различных типов движений вод с разными пространственно-временными масштабами: относительно постоянными непериодическими течениями, колебаниями сезонного и синоптического масштабов, приливными, инерционными и сгонно-нагонными явлениями [Проект «Моря». Берингово море, 1993]. В зависимости от временного масштаба, принятого для осреднения, их характеристики могут отличаться в той или иной точке пространственных координат. Существующие схемы циркуляции вод моря базируются либо на разрозненных данных прямых наблюдений, либо получают расчетными методами.

Главной особенностью *циркуляционной системы* Берингова моря является циклонический круговорот общего движения вод (против часовой стрелки) на большей части акватории. К северу от 60° с. ш. на восточно-берингоморском шельфе прослеживается менее значительный антициклонический круговорот. Эти звенья циркуляции формируются прежде всего за счет непрерывного поступления тихоокеанских вод через проливы Командоро-Алеутской островной гряды и воздействия ветра на морскую поверхность. Основной поток тихоокеанских вод шириной 200 миль входит в море между Алеутскими и Командорскими островами и движется на север, восток и северо-восток, образуя отдельные ветви и локальные круговороты. С юга и юго-востока через Алеутские проливы со стороны Тихого океана проникают ветви *Аляскинского течения*, которое также оказывает существенное влияние на циркуляцию вод моря в целом. К северу от 55° с. ш. основной поток отклоняется к северо-западу и следует к корякскому побережью азиатского материка. Основной перенос вод у западной кромки восточно-берингоморского шельфа осуществляется течением, получившим название *Поперечного* или *Склонового берингоморского*. Средняя скорость этого течения составляет 5-10 см/с, а максимальная – 10-15 см/с (у корякского побережья). По мере приближения к азиатскому матерiku Поперечное течение постепенно отклоняется к западу и разветвляется на два потока. Большая часть вод поворачивает вдоль побережья к югу, давая начало холодному *Камчатскому течению*, которое осуществляет сброс берингоморских вод в Тихий океан. Скорость этого течения составляет около 15 см/с (максимальные среднесуточные значения достигают 40-80 см/с, а в Камчатском проливе – 90-120 см/с). Другая ветвь поворачивает на северо-восток, давая начало *Наваринскому течению*, которое огибает мористую часть Анадырского залива, образуя в нем циклонический круговорот, и осуществляет перенос вод в северную часть моря - в Берингов пролив и зал. Нортон. Скорость непериодических течений в Анадырском заливе изменяется от 5 до 22 см/с, в прол. Шпанберга она составляет 5-10 см/с, а в прол. Чирикова может достигать 50 см/с. На востоке моря, в средней части берингоморского шельфа и в центральной части глубоководной котловины скорости постоянных течений относительно невелики (2-6 см/с). В периферийных районах этих областей, на материковом склоне и у подводных возвышенностей они несколько возрастают (до 10-15 см/с). Максимальные значения скорости этих течений наблюдаются в узкостях проливов, у камчатского и корякского побережий (до 25-50 см/с). По имеющимся данным при определенных синоптических

ситуациях скорость непериодических течений в отдельных районах может достигать 80 см/с.

Основные черты *внутригодовой изменчивости* постоянных поверхностных течений определяются крупномасштабными особенностями атмосферной циркуляции в различные сезоны, приводящими к изменениям ветрового режима над акваторией. Схемы, приведенные в атласе, дают общие представления о характере этих изменений на участках, свободных от ледяного покрова и обеспеченных наблюдениями для проведения расчетов. Из них следует, что общий циклонический характер движения вод в пределах глубоководной котловины моря сохраняется большую часть года, а максимальные значения скорости течений в отдельных ветвях циркуляции наблюдаются осенью и зимой. В районе восточно-берингоморского шельфа наблюдается существенная перестройка поля течений от лета к зиме. В связи с преобладанием ветров северных румбов осенью и зимой вынос вод из Берингова моря в Тихий океан в юго-западной части Командоро-Алеутской гряды в это время заметно увеличивается. Приведенные схемы построены по среднегодовым данным и характеризуют фоновые особенности поля течений. Фактические значения скорости течений непрерывно изменяются и могут возрастать в поверхностном слое в 4-5 раз под влиянием локальных барических атмосферных возмущений. Общий циклонический характер движения вод в глубоководной котловине сохраняется до горизонта 2000 м. Здесь на глубине 100 м скорости постоянных течений не превышают 5 см/с (до 10 см/с на периферии). В нижележащих слоях в отдельных районах моря на фоне значений 2-7 см/с отмечаются скорости до 10-15 см/с.

К более мелким по масштабу, но важным в гидрологическом отношении особенностям динамики вод Берингова моря принадлежат *вихревые образования и меандры* течений. Вихревые образования отчетливо заметны на спутниковых изображениях, где они проявляются в виде локализованных аномалий высот уровня поверхности или поля температуры. Вихри с горизонтальными масштабами 10-200 км и скоростью вращения 20-30 см/с (более 40 см/с в Камчатском течении) обычно наблюдаются на участках акватории с глубинами более 150 м и могут существовать длительное время, внося возмущения в общую картину движения вод.

Заметный вклад в колебания скорости и направления течений Берингова моря вносят реверсивные *приливо-отливные течения*. Эти течения относительно слабы в открытой части моря, где они носят вращательный характер, однако в проливах, вблизи островов, у материкового побережья и отмелей их скорости составляют 1-2 м/с, а в отдельных мелководных проливах – достигают 4-6 м/с.

### ***Приливные явления***

Приливные явления в основном обуславливаются особенностями распространения в Беринговом море приливной волны из Тихого океана. Они вызывают значительные колебания уровня моря, скорости и направления течений. По характеру колебаний уровня здесь проявляются все типы приливов: полусуточные, неправильные полусуточные, неправильные суточные и суточные. На большей части акватории преобладают неправильные суточные приливы. Наименьшие суммарные величины колебаний уровня наблюдаются на севере, в

районе Берингова пролива (до 0,5 м), а наибольшие – в Бристольском заливе (более 8 м). В других районах у материкового побережья и островов наибольшая величина прилива не превышает 1,5-2 м.

### ***Ледовые условия***

Берингово море является самым северным из дальневосточных морей и самым суровым по климатическим характеристикам и ледовым условиям [Проект «Моря». Берингово море, 1993]. Зимой и весной примерно половина площади его акватории покрыта неподвижными и дрейфующими льдами. Почти вся масса льдов образуется и тает непосредственно в пределах бассейна моря. В целом *продолжительность ледового периода* в зависимости от суровости зимы составляет 80-252 дней в теплые зимы, 120-294 – в умеренные и 170-365 – в суровые зимы. Соответственно различными для отдельных лет являются площади ледяного покрова и время наступления максимума ледовитости. В теплые зимы льдом покрывается около 20% площади моря, а максимум ледовитости приходится на конец февраля. В умеренные и суровые зимы лед покрывает, соответственно, до 37 и 56% площади, а время наступления максимума ледовитости смещается на первую половину апреля. В этом месяце *кромка льда* идет от Бристольского залива через острова Прибылова и далее на запад по 57-58<sup>0</sup> с. ш. Далее, в центральной части бассейна, она постепенно опускается на юг, к Командорским островам, и проходит вдоль побережья до южной оконечности п-ова Камчатка. Южная часть моря не замерзает круглый год. Процесс льдообразования начинается в северо-западной части Берингова моря, где льды появляются в октябре и постепенно сносятся к югу. В Беринговом проливе, в заливах Анадырском и Нортон лед можно встретить уже в сентябре. В ноябре-декабре плавучие льды появляются у п-ва Камчатка и Командорских островов. Зимой вся северная часть моря заполняется тяжелыми, непроходимыми льдами толщиной до 6 м. Под влиянием ветров и течений ледяные поля находятся в движении. В результате периодического сжатия и разряжения в ледяном покрове образуются торосы высотой до 20 м, полыньи и разводья. Некоторая часть льда выносятся на север, в Чукотское море.

Во второй половине апреля начинается процесс очищения моря ото льда. Кромка льда быстро смещается к северу и в июне-июле море полностью очищается ото льда. Однако в западной половине Берингова пролива лед может встречаться на протяжении всего года. На характеристики ледового режима заливов, бухт и отдельных проливов сильное влияние оказывают ветры нагонных и отжимных направлений. Статистические характеристики распределения по акватории и изменчивости различных параметров ледяного покрова сравнительно хорошо изучены на основании многолетнего ряда наблюдений и подробно описаны в специальной литературе.

Район характеризуется сложными гидрологическими условиями, что характерно для Тихоокеанских островных дуг. Сложность гидрологической обстановки обусловлена наличием пограничной зоны – зоны обмена через проливы водами различных модификаций (океан-море), переносимыми потоками приостровных течений. Процессы обмена, усложненные приливными явлениями в сочетании со сложным рельефом дна, изрезанностью береговой черты и суровыми климатическими условиями обуславливают формирование специфической структуры вод в проливах и прилегающих акваториях.



Климатические особенности района определяются главным образом факторами атмосферных процессов, так как радиационный фактор вследствие большой облачности в течение всего года и малой высоты солнца проявляется слабо. Атмосферные процессы района определяют муссонный характер перемещения воздушных масс, связанный с сезонным изменением путей циклонов и географического положения барических образований. Значительную роль в формировании климата района играют также морские течения. Аляскинское теплое течение обуславливает мягкость климата восточной части исследуемого района по сравнению с западной, где вдоль берегов полуострова Камчатка проходит относительно холодное Камчатское течение.

В холодный период года (декабрь-март) устанавливается зимний муссон. Перенос воздушных масс к Командорским островам осуществляется преимущественно с севера, к Алеутским островам - с северо-востока и востока, с материков, откуда поступают сухие и холодные континентальные воздушные массы. При выходе на Алеутские острова циклонов, сюда поступают влажные и теплые (до  $+2^{\circ}\text{C}$ ) воздушные массы с океана, в связи с чем здесь часты туманы, особенно в конце зимы. В районе гряды наблюдается значительное среднемесячное количество осадков (145-200 мм) при числе пасмурных дней от 10 до 23 в месяц. При сильных ветрах (до 12 баллов) северных румбов температура воздуха понижается до  $-22^{\circ}\text{C}$  (в районе Командорских островов) и до  $-15^{\circ}\text{C}$  (в районе Алеутских островов). Восточная зона гряды отличается частым прохождением циклонов. С циклонами связаны частые штормовые ветры. В феврале повторяемость штормов (ветров силой более 7 баллов) достигает максимума (около 30% всех штормов за год). Усиление ветра до штормового часто наблюдается в проливах, благоприятно ориентированных по отношению к преобладающему направлению ветра. В восточной зоне гряды наблюдается наиболее интенсивное волнение с высотой волн 6-8 м. В западной части Командоро-Алеутской гряды волнение менее интенсивно, но с прохождением циклонов отмечается рост высот волн до 8 м и более.

В весенне-летний период года (с апреля по сентябрь) устанавливается летний муссон. С южной акватории Берингова моря сырые и относительно прохладные воздушные массы (менее  $+8^{\circ}\text{C}$  в летний период), проходя над центральной частью Алеутских островов, поступают на более теплую подстилающую поверхность океана. На западную и восточную части гряды с океана выносятся относительно теплые (до  $+10^{\circ}\text{C}$ ) и влажные океанские массы воздуха. В теплый период года здесь особенно часто наблюдаются туманы. На Командорских островах летом число дней с туманами доходит до 19-26, а близ Алеутских – до 11-20 дней в месяц. Летние туманы наиболее устойчивы (продолжаются до 5 суток), наблюдаются чаще с южной стороны островов. Температура воздуха летом не превышает  $+8^{\circ}\text{C}$ , а количество осадков достигает минимума (50-100 мм в месяц). Ветры в летний период наиболее слабы. Наблюдаются две изолированные зоны относительно сильных ветров (около 6 баллов). Одна из них находится над акваторией, прилегающей к Командорским островам, и связана с охотской депрессией. Другая зона более интенсивных ветров связана с алеутской депрессией. Над центральной частью гряды скорости ветров минимальны. Соответственно распределяется и волнение, с более крупными высотами волн на востоке и западе (до 6 м), более мелкими - в центре акватории. Штормовая деятельность летом ослабевает. Но на Командорских

островах штормовые ветры могут достигать 12 баллов.

В переходный период к холодному полугодию в зоне гряды наблюдается преобладание ветров северных румбов 4-5 баллов. Район Командорских островов остается наиболее штормовым – до 20 в месяц, со штормовым ветром до 12 баллов. Повышение активности циклонической деятельности в осенний период приводит к увеличению облачности и осадков (до 230 мм в месяц). Средняя месячная температура опускается до 3-4<sup>0</sup>С.

В восточной части гряды (пролив Унимак) у полуострова Аляска плавучие льды наблюдаются полосой вдоль островов уже в декабре, даже в самые мягкие зимы. В западной части гряды плавучий лед появляется в январе. В январе и феврале отдельные языки плавучего льда в экстремально тяжелые годы стекают вдоль полуострова Камчатка 30 - 50-мильной полосой до северных проливов Курильских островов. В марте ширина ледового массива у восточного побережья полуострова Камчатка может достигать более 100 миль, а распространяться массив может до острова Онекотан. В апреле плавучие льды достигают наибольшего распространения у полуострова Камчатка, простираясь от побережья на 200 миль и более. Ледоразрушение происходит с апреля по июнь.

*Приливные явления* в районе Командоро-Алеутской островной гряды преимущественно индуцированы приливной волной Тихого океана, распространяющейся с юго-востока на северо-запад. Тихоокеанская приливная волна определяет сложный характер и величину приливных колебаний уровня. При подходе к гряде с глубины более чем 5000 м, встречая на своем пути резкое уменьшение глубины до 100 м и менее, приливная волна резко возрастает по высоте. Преграда на пути волны в виде островов приводит к возрастанию приливных колебаний уровня в зоне гряды и резкому усилению скорости приливных течений. Скорости приливных течений в нешироких и мелководных проливах Алеутских островов достигают 6 узлов (в центральной части гряды) и 10 узлов (в восточной). Широкие и глубокие проливы западной части Командоро-Алеутской гряды – Камчатский и Ближний отличаются более слабыми приливными течениями, не превышающими одного узла. Во всех проливах центральной и восточной части Алеутской гряды горизонтальные орбиты приливных течений представляют собой прямые линии, ориентированные вдоль проливов, т.е. течения в этих проливах являются реверсивными, в отличие от приливных течений в проливах Камчатском и Ближнем. Орбиты приливных течений в этих проливах имеют форму вытянутых эллипсов, также ориентированных вдоль проливов. В моменты смены приливных течений на отливные в проливах Алеутской гряды часто наблюдаются полосы сильных сулов, высота которых достигает 2,5 м. В западных и центральных проливах гряды приливные колебания уровня имеют неправильный суточный характер, а в восточных проливах - неправильный полусуточный характер. Максимально возможная величина приливных колебаний достигает 230 см.

### **6.1.3.2 Охотское море**

*Гидрологический режим* моря определяется особенностями его географического положения, значительной меридиональной протяженностью, суровыми климатическими условиями, характером вертикальной, горизонтальной циркуляции и водообмена с Тихим океаном и Японским морем, а также рельефом

дна [Проект «Моря». Охотское море, 1998]. У побережий существенное значение приобретают, кроме того, материковый сток, приливо-отливные явления, и конфигурация береговой черты. Совокупность этих факторов создает довольно сложную картину распределения гидрологических характеристик на поверхности и промежуточных горизонтах. В данном разделе кратко изложены основные сведения о пространственном распределении и изменчивости температуры и солености морской воды, водных массах, течениях, приливах и ледовых условиях Охотского моря, основанные на опубликованных работах [Проект «Моря». Охотское море, 1998; Atlas, 1995; Регистр, 1974; Режим, 1996; Справочник, 1966-1969; Кошинский, 1978]. Все значения температуры воздуха и воды приведены в градусах Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ), а солености - в промилле ( $1 \text{ г/кг} = 1\text{‰}$ ).

### ***Горизонтальное распределение температуры воды***

Фактические характеристики поля горизонтального распределения *температуры воды* на поверхности и глубинных горизонтах Охотского моря формируются и непрерывно изменяются под действием физических процессов разного масштаба и интенсивности, протекающих на поверхности и в толще вод моря. Колебания этих характеристик, как и в других дальневосточных морях, наиболее отчетливо выражены в поверхностном, деятельном слое моря, где отчетливо прослеживается их короткопериодная и суточная изменчивость, сезонный внутригодовой и межгодовой климатический ход, непериодические колебания различной природы. Физика этих процессов и региональные особенности термического режима акватории сравнительно хорошо изучены, а ассимиляция данных многолетних гидрологических наблюдений позволяет построить обобщенные схемы пространственного распределения температуры на различных горизонтах для всех месяцев года.

Температура воды на поверхности, за исключением отдельных летних месяцев, когда наблюдается более пестрая картина, в общем, понижается с юга на север. На юге средние годовые значения температуры составляют  $5-7^{\circ}$ , а на севере – около  $2-3^{\circ}$ . Внутригодовые колебания температуры воды поверхностного слоя весьма значительны на всей акватории и быстро затухают с глубиной. Величина этих колебаний на поверхности моря составляет  $10-19^{\circ}$ . Максимальные средние значения амплитуд внутригодовых колебаний отмечаются в самой южной части моря и несколько меньшие – во всей его западной части. Минимальные колебания – у центральной и северной части прикурильского района. В период с мая по ноябрь среднемесячные величины температуры воды всюду положительны. За счет неравномерного прогрева и перемешивания поверхностного слоя, а также влияния адвективных процессов в это время года горизонтальное распределение температуры наиболее неоднородно. Если в мае средние значения температуры на поверхности изменяются от 0 до  $5^{\circ}$ , то в августе, наиболее «теплом» месяце, эти значения увеличиваются до  $8-18^{\circ}$ . Наиболее теплые воды располагаются в самой южной части моря у пр. Лаперуза и о. Хоккайдо. Необходимо отметить, что время наступления максимума температуры на поверхности в отдельных районах может отличаться на 1-2 месяца и несколько запаздывает на подповерхностных горизонтах. Уже в октябре температура воды на поверхности понижается примерно в два раза и в ноябре ее пространственное распределение переходит к зимнему типу. В феврале-марте, когда значительная часть акватории моря покрыта льдом, горизонтальные

градиенты температурного поля сглаживаются и почти вся его поверхность характеризуется отрицательными значениями температуры, достигающими -1,0...-1,8<sup>0</sup>. В юго-восточной части моря и к северо-западу от Курильских островов температура воды почти никогда не понижается до отрицательных значений.

Сезонные изменения абсолютных значений и горизонтального распределения температуры воды охватывают весь верхний деятельный слой (до 100-250 м) с хорошо развитым сезонным термоклином. Величина внутригодовых колебаний температуры на горизонте 50 м не превышает 3-4<sup>0</sup>, а на глубинах 75-100 м – 2,0-2,5<sup>0</sup>. На горизонте 50 м время наступления максимума температуры приходится на октябрь-ноябрь. В это время температура воды составляет 6-8<sup>0</sup> на юге и 0-2<sup>0</sup> в северо-западной части моря. В декабре на этой глубине появляются отрицательные значения температуры. На горизонте 100 м отрицательные значения температуры в северо-западной части моря сохраняются на протяжении всего года, а на 200 м в осредненных полях они почти не проявляются. Здесь температура в пределах всего бассейна моря изменяется от 0,5<sup>0</sup> до 1,5-2,0<sup>0</sup>. На нижележащих горизонтах 200-1000 м среднеголетние значения температуры повсеместно несколько повышаются (до 2,3-2,4<sup>0</sup> на горизонте 1000 м). Ниже 1000-1200 м величины температуры на различных горизонтах несколько ниже (1,95-2,0<sup>0</sup> на глубине 2000 м).

Приведенные выше сведения отражают фоновые характеристики крупномасштабного распределения и изменчивости температуры воды, которые могут варьировать от года к году (колебания климата) и детализироваться по мере накопления новых данных. Для решения многих практических задач, наряду с общими, фоновыми характеристиками морской среды, необходимы более детальные сведения о фактическом распределении её параметров в отдельных районах, приближенные к реальному масштабу времени. Результаты исследований показали, что существенную роль в формировании более мелких, мезомасштабных неоднородностей температурного поля на поверхностных горизонтах играют *фронтальные зоны, вихревые образования, отдельные циркуляционные ячейки* и *зоны апвеллинга* вод, которые присутствуют в прибрежной зоне, на шельфе, в глубоководной котловине и являются объектом специального изучения.

### ***Вертикальное распределение температуры***

По характеру вертикального распределения температуры стратификация вод Охотского моря относится к *субарктическому типу*, в котором большую часть года хорошо выражены *холодный* (ХПС) *промежуточный* (*подповерхностный* – зимой) и более *теплый* глубинный слои. При более детальном рассмотрении здесь выделяют три основных разновидности этой структуры: охотоморскую, тихоокеанскую и курильскую, имеющие количественные различия в характеристиках водных масс. Наибольшей изменчивостью от района к району и, особенно во внутригодовом ходе, характеризуется структура вод верхнего деятельного слоя моря толщиной 100-150 м (на юго-востоке – 200-250 м). В различные месяцы температура воды на поверхности изменяется от -1,8 до +18<sup>0</sup>. В теплый период года в результате прогрева и вертикального перемешивания в его верхней части формируются тонкий поверхностный *квазиоднородный слой* (ВКС) и *сезонный термоклин* (СТ). Толщина ВКС составляет 10-20 м, а СТ – 15-25 м (местами более). Вертикальные градиенты в термоклине достигают значений 5-

10<sup>0</sup>/м. В это время между горизонтами 40-120 м отчетливо выделяется ядро ХПС, нижняя граница которого находится на глубинах 100-250 м (термический режим этого слоя рассмотрен выше). Адвективные процессы приводят к расщеплению ХПС и формированию в его структуре отдельных «ядер холода». Ниже этого слоя в течение всего года температура монотонно возрастает с глубиной, достигая локального максимума (2,2-2,4<sup>0</sup>) в ядре ТПС на глубинах 800-1200 м. Необходимо отметить, что в отдельные годы отрицательные значения температуры могут наблюдаться на глубинах до 500 м. В глубинном слое ниже ядра ТПС температура постепенно уменьшается с глубиной до 1,7-1,9<sup>0</sup> у дна. Общее представление об особенностях пространственного распределения выделенных элементов стратификации и их временной динамике дают вертикальные зональные и меридиональные разрезы температурного поля, приведенные в атласе.

По данным суточных и более длительных рядов непрерывных наблюдений в теплый период года профили вертикального распределения температуры на поверхности и в слое температурного скачка испытывают существенные вариации во времени. Так величина внутрисуточных колебаний температуры воды на отдельных горизонтах в периферийных районах моря может достигать 8-12<sup>0</sup>.

#### ***Горизонтальное распределение солености***

Крупномасштабные характеристики поля солености определяются особенностями влагооборота на поверхности Охотского моря (соотношением количества осадков и испарения, влиянием процессов льдообразования и таяния льда), материковым стоком в прибрежных районах, а также водообменом через проливы и переносом течениями вод из сопредельных районов [Проект «Моря». Охотское море, 1998]. За счет совокупного воздействия этих процессов схемы пространственного распределения солености существенно неоднородны и значительно меняются от сезона к сезону. В течение года соленость поверхностного слоя в прибрежных и периферийных районах всей северо-западной части моря, изменяется в довольно широких пределах от 20-25 до 30-33‰. Летом и в начале осени соленость вод здесь меньше, чем зимой. Зимой она увеличивается за счет процессов льдообразования и уменьшения берегового стока. Максимум солености в этих районах наблюдается в период с декабря по март. В открытом море и в его юго-западной части диапазон этих изменений значительно меньше (31,0-33,5‰). Важную роль в формировании поля солености этого района играют процессы водообмена через проливы Лаперуза и Курильские. Здесь периоды наступления как максимума, так и минимума солености различаются для разных районов. Как результат, распределение солености на поверхности Охотского моря в отдельные месяцы характеризуется значительной переменяемостью. В феврале на участках, свободных от ледяного покрова, среднееголетние месячные значения солености на поверхности изменяются в пределах 32,6-33,3‰. В мае соленость в прибрежной материковой зоне и у о. Сахалин понижается до 30-32‰. В это время в открытом море она составляет 32,5-33,0‰, а у Курильских островов и о. Хоккайдо – 33,0-33,5‰. В августе-сентябре происходит максимальное распреснение всего поверхностного слоя. У северной оконечности о. Сахалин, в материковых заливах и бухтах прибрежной полосы соленость летом понижается до 20-30‰, а в открытом море – до 32,0-32,5‰. В ноябре-декабре соленость на всей акватории моря вновь

увеличивается. В теплое время года даже на картах распределения осредненных значений солёности по месяцам в отдельных участках прибрежной зоны (о. Сахалин, п-в Камчатка, Туйская губа и др.) отчетливо выражены зоны максимальных горизонтальных градиентов этой характеристики – *фронты солёности*.

С глубиной солёность, как в поверхностном, так и в нижележащих слоях, непрерывно возрастает в пределах всей акватории моря во все сезоны года. Диапазон ее пространственных и временных изменений резко сужается, а области максимальных и минимальных значений смещаются. Так, уже на горизонте 50 м средние значения солёности на всей акватории изменяются от 32,0 до 33,5‰, а сезонные колебания не превосходят 0,5-1,5 ‰. На горизонте 100 м величина внутригодовых колебаний солёности уменьшаются до 0,5-1,0‰ и горизонтальные градиенты поля солёности сглаживаются. На горизонте 200 м фоновые величины пространственных изменений солёности не превышают 0,2-0,3‰, а временных – 0,10-0,15‰. На горизонтах 500 и 1000 м значения солёности несколько возрастают в направлении с юго-востока на север-запад (с 33,58 до 34,85‰ и с 34,18 до 34,42‰ соответственно), что связывается с особенностями распространения тихоокеанских вод и вертикальной циркуляцией. В нижележащих слоях солёность в целом продолжает слабо увеличиваться с глубиной, а диапазон пространственных изменений солёности сужается от 34,37-34,54‰ (горизонт 1500 м) до 34,38-34,52‰ (2000 м).

Приведенные выше сведения отражают лишь крупномасштабные, фоновые характеристики горизонтального распределения солёности в Охотском море. Имеющиеся материалы гидрологических съемок позволяют при необходимости уточнить отдельные детали этой картины и ретроспективно проследить за ее динамикой.

#### ***Вертикальное распределение солёности***

*Профили солёности* почти идентичны во все сезоны года и в целом характеризуются монотонным возрастанием солёности от поверхности до дна. Как и в поле температуры сезонные изменения проявляются, главным образом, в пределах верхнего 50-100-метрового слоя (местами до 150-200 м) [Проект «Моря». Охотское море, 1998]. В теплое время года воды поверхностного слоя распресняются, вертикальные градиенты солёности увеличиваются и здесь формируется *сезонный галоклин*. Ниже него до глубин 600-800 м (в центральной части бассейна) и 800-1000 м (на юге моря) располагается *главный галоклин*, в толще которого происходит постепенное уменьшение вертикальных градиентов. С началом развития зимнего конвективного перемешивания, сопровождающегося льдообразованием на обширных участках акватории, вертикальные градиенты солёности в верхнем слое быстро уменьшаются вплоть до появления инверсных значений (смена знака градиента). Общее представление о вертикальной структуре поля солёности дают зональные и меридиональные *разрезы*. В зависимости от местных гидрологических условий в отдельных заливах и проливах как абсолютные значения солёности, так и ее стратификация могут существенно отличаться от аналогичных характеристик открытого моря.

#### ***Водные массы***

В районе центральной части Охотского моря, Курильской котловины и в

периферийных районах выделяются несколько водных масс и их модификаций с присущими им гидрологическими характеристиками, источниками формирования и ареалом распространения [Проект «Моря». Охотское море, 1998]. Эти водные массы образуют главные компоненты (отдельные слои и экстремумы) вертикальной структуры толщи вод. Основная масса вод моря имеет тихоокеанское происхождение. Для котловины Охотского моря свойственна западная разновидность субарктической структуры вод, главной особенностью которой является наличие холодного промежуточного (подповерхностного – зимой) слоя и подстилающего его слоя с максимумом температуры, составляющих самостоятельные водные массы. По своему происхождению, расположению и характеристикам здесь выделяют четыре основные водные массы: *поверхностную, холодную промежуточную (подповерхностную), глубинную тихоокеанскую и придонную*. В периферийных районах моря выделяются различные местные, сезонные разновидности и модификации водных масс. Их происхождение обусловлено различием географического положения и особенностями гидрологических процессов, протекающих на шельфе, в приэстуарных зонах, вблизи проливов и т. д. *Поверхностная водная масса* существует в теплое время года и характеризуется максимальными для всей водной толщи значениями температуры (до 18-19<sup>0</sup> на юге моря) и минимальными во все сезоны величинами солёности (менее 20‰ в приэстуарных районах). Её ядро находится на поверхности и она отличается максимальным диапазоном изменчивости характеристик во внутrigодовом ходе. *Холодная промежуточная (подповерхностная) водная масса* формируется в результате охлаждения поверхности моря и осенне-зимней конвекции. Её верхняя граница располагается под поверхностной водной массой на глубинах 25-50 м (на юге 75-175 м) и зимой выклинивается на поверхность, а холодное ядро находится на 40-120 м (на юге 150-200 м). Нижняя граница заглубляется с северо-запада на юго-восток с 200-250 м до 500-600 м. Зимой температура воды в слое, занимаемой верхней частью этой водной массы, опускается до отрицательных значений –1,5...-1,8<sup>0</sup> (в юго-западной части +0,5-1,0<sup>0</sup>), которые сохраняются и в летнее время. Солёность в ядре слоя составляет 32,5-33,4‰. Теплое ядро *глубинной тихоокеанской* водной массы располагается между горизонтами 500 и 1200 м (в прикурильском районе). Температура воды в ядре составляет 1,3-2,5<sup>0</sup>, а солёность 33,6-34,4‰. В слое *придонной* водной массы температура постепенно уменьшается с глубиной до 1,7-1,9<sup>0</sup> у дна, где солёность составляет 34,6-34,7‰. Водные массы отличаются друг от друга не только значениями термохалинных характеристик, но и гидрохимическими и биологическими показателями.

### **Циркуляция вод и течения**

Общая схема циркуляции и *суммарные течения* в отдельных районах Охотского моря формируются в результате сочетания различных типов движений вод с разными пространственно-временными масштабами: относительно постоянными непериодическими течениями, колебаниями сезонного и синоптического масштабов, приливными, инерционными и сгонно-нагонными явлениями. Их фактические характеристики могут значительно отличаться в той или иной точке пространственных координат, а обобщенные – находятся в зависимости от временного масштаба, принятого для осреднения [Проект «Моря». Охотское море, 1998]. Существующие схемы циркуляции вод моря базируются либо на разрозненных данных прямых наблюдений, либо получаются расчетными

методами и относятся, главным образом, к теплomu периоду года, когда поверхность моря свободна от ледяного покрова.

Главной особенностью *циркуляционной системы* Охотского моря является общее циклоническое движение вод (против часовой стрелки) вдоль границ всего бассейна. На фоне общего круговорота в различных районах моря прослеживаются локальные области с антициклонической и циклонической циркуляцией, занимающие обширные участки акватории, и вихревые образования более мелкого масштаба. К областям с устойчивой антициклонической циркуляцией относятся круговороты, расположенные над впадиной ТИНРО, к западу от южной оконечности Камчатки и в районе Курильской котловины. Относительно устойчивые звенья общего круговорота вод Охотского моря в теплый период года получили названия самостоятельных *течений* с соответствующей географической привязкой: Камчатское (Западно-Камчатского) и Компенсационное, Пенжинское, Ямское, Северо-Охотское течение и противотечение, Восточно-Сахалинское, Срединное и течение Соя. Важную роль в поддержании отдельных элементов общей циркуляции вод моря принадлежит проливам, через которые оно сообщается с Тихим океаном и Японским морем (на юге).

По данным наблюдений и диагностических расчетов общая схема циркуляции вод в деятельном слое моря претерпевает значительные изменения от сезона к сезону. Осенью скорости течений несколько возрастают. В зимнее время на участках свободных ото льда в основном наблюдаются течения южного, юго-западного направления. Скорости *непериодических течений* в поверхностном слое достигают наибольших значений в южной части и периферийных районах моря - в прибрежной полосе, заливах, проливах и узкостях. При обычных синоптических ситуациях над Курильской котловиной и у западных берегов Камчатки они достигают 10-20 см/с, в заливе Шелихова – 20-30 см/с, в Сахалинском заливе – 30-45 см/с, в районе Курильских проливов – 15-40 см/с, в течении Соя у берегов Хоккайдо – 50-90 см/с, в Камчатском течении – 10-15 см/с. В центральной части бассейна скорости течений меньше - около 2-10 см/с. Влияние атмосферной циркуляции на течения в подповерхностных и глубинных слоях ослабевает. На горизонте 100 м скорости постоянных течений уменьшаются до 5-10 см/с в центральной части и на севере моря и до 15-20 см/с на юге. В нижележащих слоях скорости течений продолжают уменьшаться с глубиной и на горизонте 1000 м, как правило, они не превышают 10 см/с. Однако в глубоководных проливах Буссоль и Крузенштерна скорости непериодических течений в слое 1000-2000 м могут превышать 30-45 см/с.

На фоне общей циркуляции вод на поверхности моря, прослеживаются более мелкие элементы – квазистационарные *вихревые образования и меандры* течений. Так в районе Курильской котловины ежегодно присутствуют 2-4 антициклонических вихря диаметром 100-150 км, формирующие локальные особенности движения вод.

В Охотском море хорошо выражены периодические *приливные течения*, которые в открытых районах имеют вращательный характер, а в прибрежных – реверсивный. Вдали от берегов скорости этих течений невелики – 5-10 см/с, а у берегов, подводных отмелей, в заливах и проливах они достигают экстремально высоких значений. Например, в Амурском лимане – до 234 см/с, в Шантарском



районе – 433 см/с, на северном и северо-восточном побережье – 300 см/с, в Курильских проливах – 360 см/с и более, в прол. Лаперуза – 360 см/с, в заливах восточного побережья о. Сахалин – 260 см/с.

### ***Приливные явления***

Приливные явления в Охотском море связаны с распространением приливной волны из Тихого океана через проливы Курильской гряды [Проект «Моря». Охотское море, 1998]. Они вызывают значительные колебания уровня моря, скорости и направления течений. По характеру колебания уровня здесь в разной степени проявляются все типы приливов: полусуточные, неправильные полусуточные, неправильные суточные и суточные. На большей части акватории наблюдаются суточный, неправильный суточный и неправильный полусуточный приливы. Величины максимально возможных приливных колебаний уровня поверхности изменяются от нескольких сантиметров (северное и центральное побережье о. Сахалин) до 9,7 м в Удской губе, 10,1 м в Тугурском заливе и 13,9 м в Пенжинской губе. В других местах они колеблются от 0,8 до 4,0 м, постепенно возрастая с юга на север до 5-7 м у Шантарских о-вов и у входа в Пенжинский залив.

### ***Ледовые условия***

Продолжительная зима с сильными морозами приводит к сильному выхолаживанию морской поверхности, сопровождающемуся интенсивным льдообразованием почти во всех районах моря. Льды Охотского моря имеют исключительно местное происхождение. Здесь встречаются как неподвижные льды, так и плавучие, которые представляют собой наиболее распространенную форму льдов моря. В целом, по суровости ледовых условий Охотское море сопоставимо с арктическими морями [Проект «Моря». Охотское море, 1998]. Средняя продолжительность ледового периода в северо-западной части моря составляет 260 суток, в северных районах и у побережья о. Сахалин – 190-200, а на юге – 110-120 суток в год. В наиболее суровые зимы ледяной покров занимает до 99% площади всей акватории моря, а в мягкие – 65%. Максимальная продолжительность ледового периода достигает 290 сут. Льдообразование обычно начинается в ноябре в северо-западной части моря, а в местах значительного распреснения вод в октябре. Ледяной покров постепенно распространяется к югу вдоль западного и восточного побережья и появляется в открытой части моря. В декабре в заливах и бухтах образуется сплошной неподвижный береговой припай. В январе и феврале ледяные поля занимают всю северо-западную и среднюю части моря. Дрейфующий лед достигает большой сплоченности и под влиянием течений и ветров подвергается сильному сжатию и торшению. В открытой части моря никогда не наблюдается сплошного неподвижного льда. Наибольшее распространение на юг, юго-восток льды получают в феврале и марте. В это время они встречаются повсеместно. Восточная и западная половины центральной части Охотского моря резко различаются как по длительности ледового периода, так и по характеру ледовой обстановки. В течение длительного периода с апреля по июнь происходит разрушение и таяние ледяного покрова. В северо-западной части моря лед сохраняется до июля. Южное побережье Камчатки, центральные и северные Курильские острова отличаются малой ледовитостью и значительно меньшей продолжительностью существования льда. Однако в суровые зимы дрейфующие

льды могут прижиматься к этим островам и забивать отдельные проливы. Толщина льда (без учета торошения) в прибрежных и мелководных районах в декабре-январе достигает 40-50 см, в зал. Шелихова и у побережья Камчатки – 30-40 см, в открытом море (в средние по суровости зимы) – 40-70 см. Максимальные величины толщины льда (90-160 см) наблюдаются в суровые зимы в Сахалинском заливе и в районе моря на северо-восток от м. Елизаветы (северный Сахалин). Высота торосов в открытом море не превышает 1 м, а в отдельных заливах - 1,5-3,0 м. Статистические характеристики распределения по акватории и изменчивости различных параметров ледяного покрова сравнительно хорошо изучены на основании многолетнего ряда наблюдений и подробно описаны в специальной литературе.

#### **6.1.3.4 Японское море**

Основными факторами, определяющими *гидрологический режим* Японского моря, являются взаимодействие его поверхностных вод с атмосферой на фоне изменяющихся климатических условий и водообмен через проливы со смежными водными бассейнами. Первый из этих факторов является решающим для северной и северо-западной части моря. Здесь под действием северо-западных муссонных ветров, приносящих из материковых районов в зимний сезон холодные массы воздуха, поверхностные воды в результате теплообмена с атмосферой значительно охлаждаются. При этом в мелководных районах материкового побережья, залива Петра Великого и Татарского пролива формируется ледяной покров, а в прилегающих к ним открытых областях моря развиваются конвекционные процессы. Конвекция охватывает значительные слои воды (до глубин 400-600 м), а в отдельные аномально холодные годы достигает придонных слоев глубоководной котловины, вентилируя холодную, относительно однородную глубинную водную массу, составляющую 80% всего объема вод моря. В течение всего года северная и северо-западная части моря остаются холоднее южной и юго-восточной.

Водообмен через проливы оказывает доминирующее влияние на гидрологический режим южной и восточной половины моря. Втекающие через Корейский пролив субтропические воды ветви Куроисио в течение всего года отепляют южные районы моря и воды, прилегающие к побережью Японских островов вплоть до пролива Лаперуза, в результате чего воды восточной части моря всегда теплее, чем западной.

В данном разделе кратко изложены основные сведения о пространственном распределении и изменчивости температуры и солёности морской воды, водных массах, течениях, приливах и ледовых условиях Японского моря, основанные на опубликованных работах [Проект «Моря». Японское море, 2003; Atlas, 1995; Регистр, 1974; Режим, 1996; Справочник, 1966-1969; Кошинский, 1978]. Все значения температуры воздуха и воды приведены в градусах Цельсия (°C), а солёности - в промилле (1 г/кг = 1‰).

#### ***Горизонтальное распределение температуры***

На картах горизонтального распределения температуры воды на поверхности северная и южная части моря отчетливо разделяются термическим *фронтом*, положение которого в течение всех сезонов года остается примерно постоянными. Этот фронт отделяет теплые и солёные воды южного сектора моря

от более холодных и распресненных вод северной части моря. Горизонтальный градиент температуры на поверхности поперек фронта на протяжении года изменяется от максимальных значений  $16^{\circ}/100$  км в феврале, до минимальных -  $8^{\circ}/100$  км в августе. В ноябре-декабре севернее основного фронта параллельно российскому побережью формируется вторичный фронт с градиентом  $4^{\circ}/100$  км. Перепад температуры в пределах всей акватории моря во все сезоны остается почти постоянным и равным  $13-15^{\circ}$ . Наиболее теплым месяцем является август, когда температуры на севере равны  $13-14^{\circ}$ , а на юге, в Корейском проливе, достигают  $27^{\circ}$ . Самые низкие температуры ( $0...-1,5^{\circ}$ ) характерны для февраля, когда в северных мелководных районах образуется лед, а в Корейском проливе температура понижается до  $12-14^{\circ}$ . Величины сезонных изменений температуры воды на поверхности в общем возрастают с юго-востока на северо-запад от минимальных значений ( $12-14^{\circ}$ ) у Корейского пролива – до максимальных ( $18-21^{\circ}$ ) в центральной части моря и у зал. Петра Великого. Относительно среднегодовых значений отрицательные аномалии температуры имеют место в период с декабря по май (во время действия зимнего муссона), а положительные - с июня по ноябрь (летний муссон). Наиболее сильное охлаждение (отрицательные аномалии до  $-9^{\circ}$ ) происходит в феврале в области  $40-42^{\circ}$  с.ш.,  $135-137^{\circ}$  в.д., а наибольший прогрев (положительные аномалии более  $11^{\circ}$ ) наблюдается в августе вблизи залива Петра Великого.

С увеличением глубины диапазон пространственных изменений температуры и ее сезонных колебаний на различных горизонтах значительно сужается. Уже на горизонте 50 м сезонные колебания температуры не превышают  $4-10^{\circ}$ . Максимальные амплитуды колебаний температуры на этой глубине отмечаются в юго-западной части моря. На горизонте 200 метров средние месячные значения температуры воды во все сезоны возрастают от  $0-1^{\circ}$  на севере моря - до  $4-7^{\circ}$  на юге. Положение основного фронта здесь не изменяется по отношению к поверхностному, но проявляется его меандрирование на участке между  $131^{\circ}$  и  $138^{\circ}$  в.д. В центральной части бассейна к северу от основного фронта температура на этом горизонте равна  $1-2^{\circ}$ , а южнее – возрастает скачком до  $4-5^{\circ}$ . На глубине 500 м температура в пределах всего моря меняется незначительно. Она составляет  $0,3-0,9^{\circ}$  и практически не испытывает сезонных вариаций. Зона фронтального раздела на этой глубине не проявляется, хотя в области, прилегающей к побережью Японии и Кореи, отмечается некоторое увеличение температуры, обусловленное переносом тепла в глубинные слои вихревыми образованиями, активно формирующимися в этой области моря.

Из региональных особенностей горизонтального распределения температуры следует отметить зоны апвеллинга, вихревые образования и прибрежные фронты.

Апвеллинг у южных берегов Приморья интенсивно развит в конце октября – начале ноября, однако отдельные случаи его быстротечного проявления можно идентифицировать в сентябре – начале октября. Диаметр пятна холодной воды в зоне апвеллинга равен 300 км, а перепад температуры между его центром и окружающими водами может достигать  $9^{\circ}$ . Возникновение апвеллинга обусловлено не только усилением глубоководной циркуляции, но и, главным образом, муссонной сменой ветров, которая приурочена именно к этому промежутку времени. Сильные северо-западные ветры, дующие с материка,

создают благоприятные условия для развития апвеллинга в этом районе. В конце ноября под влиянием охлаждения происходит разрушение стратификации в зоне апвеллинга и распределение температуры на поверхности становится более однородным.

В прибрежной зоне северо-западной части Японского моря (в районе Приморского течения) фронтальный раздел формируется в начале лета на фоне общего повышения температуры поверхностного слоя. Основной фронт проходит параллельно береговой линии. Кроме него существуют вторичные фронты, ориентированные перпендикулярно берегу. В сентябре-октябре основной фронт присутствует только в северной части моря, а южнее наблюдаются отдельные пятна холодной воды, ограниченные фронтами. Возможно, что появление ячеек холодной воды у побережья обусловлено быстрым охлаждением поверхностного слоя в мелководных районах. Эти воды, после окончательного разрушения термоклина, распространяются в направлении открытой части моря в виде непрерывных интрузий.

Наиболее активно вихревые образования формируются по обе стороны от фронта и, охватывая значительную толщу вод, вносят аномалии в поле горизонтального распределения температуры.

#### ***Вертикальное распределение температуры***

Отсутствие водообмена Японского моря с соседними бассейнами на глубинах более 200 м, а также активная вентиляция глубинных слоев за счет осенне-зимней конвекции в северных и северо-западных районах, приводят к четкому разделению толщи вод на два слоя: приповерхностный *деятельный слой*, характеризующийся сезонной изменчивостью, и *глубинный*, где как сезонная, так и пространственная изменчивость почти не прослеживаются. По существующим оценкам граница между этими слоями расположена на глубинах 300-500 м. Экстремальные глубины (400-500 м) приурочены к южной части моря. Это связано с наблюдающимся здесь нисходящим движением вод в центре обширного антициклонического меандра Восточно-Корейского течения, а также с вариациями положения фронтальной зоны на его северной и восточной границах. До горизонта 400 м прослеживаются сезонные колебания температуры у берегов Японии, что является следствием опускания вод в антициклонических круговоротах, формирующихся при взаимодействии Цусимского течения с материковым склоном. Высокие значения глубины проникновения сезонных колебаний температуры (до 400-500 м) обнаруживаются в Татарском проливе. В основном это связано с конвективными процессами и значительной сезонной изменчивостью параметров поверхностных вод, а также с внутригодовой изменчивостью интенсивности и пространственного положения ветви вод Цусимского течения. У берегов южного Приморья сезонные вариации температуры воды проявляются только в верхнем трехсотметровом слое. Ниже этой границы сезонные колебания температуры почти не прослеживаются. Как видно на вертикальных разрезах поля температуры характеристики деятельного слоя претерпевают значительные изменения не только в сезонном ходе, но и от района к району. Воды глубинного слоя, занимающего около 80% объема моря, слабо стратифицированы и имеют температуру от 0,2 до 0,7°.

Термическая структура вод деятельного слоя складывается из следующих

элементов (слоев): верхнего *квазиоднородного слоя* (ВКС), сезонного *слоя скачка температуры и основного термоклина*. Характеристики этих слоев в различные сезоны на акватории моря имеют региональные отличия. У берегов Приморья в летнее время года нижняя граница ВКС находится на глубине 5-10 м, а в южных районах моря она заглубляется до 20-25 м. В феврале нижняя граница ВКС в южном секторе находится на глубинах 50-150 м. Сезонный термоклин интенсифицируется от весны к лету. В августе вертикальный градиент в нем достигает максимума –  $0,36^\circ/\text{м}$ . В октябре сезонный термоклин разрушается и сливается с основным, расположенным в течение всего года на глубинах 90-130 м. В центральных районах моря отмеченные закономерности сохраняются на фоне общего уменьшения контрастов. В северной и северо-западной части моря основной термоклин ослаблен, а иногда и вовсе отсутствует. Сезонный термоклин здесь начинает формироваться с началом весеннего прогрева вод и существует до зимнего периода, когда полностью разрушается конвекцией в пределах всей толщи вод деятельного слоя.

### ***Горизонтальное распределение солёности***

Крупномасштабные особенности распределения солёности на поверхности определяются водообменом моря с соседними морскими бассейнами, балансом осадков и испарения, льдообразованием и таянием льда, а также материковым стоком в прибрежных районах [Проект «Моря». Японское море, 2003].

В зимний сезон на большей части поверхности моря солёность вод превышает  $34\text{‰}$ , что обусловлено, главным образом, поступлением высокосолёных вод ( $34,6\text{‰}$ ) из Восточно-Китайского моря. Менее солёные воды сосредоточены в прибрежных районах азиатского материка и островов, где их солёность уменьшается до  $33,5\text{‰}$  -  $33,8\text{‰}$ . В прибрежных районах южной половины моря минимум солёности на поверхности наблюдается во второй половине лета и в начале осени, что связано с ливневыми осадками второй половины лета и опреснением вносимых из Восточно-Камчатского моря вод. В северной же части моря, кроме летне-осеннего понижения формируется второй минимум солёности весной в период таяния льдов Татарского пролива и залива Петра Великого. Наиболее высокие значения солёности в южной половине моря приходятся на весенне-летний сезон, когда усиливается подток солёных в это время тихоокеанских вод из Восточно-Китайского моря. Характерно постепенное запаздывание максимумов солёности с юга на север. Если в Корейском проливе максимум наступает в марте-апреле, то у северного побережья о.Хонсю он наблюдается в июне, а у пролива Лаперуза – в августе. Вдоль материкового побережья максимум солёности имеет место в августе. Наиболее солёные воды располагаются у Корейского пролива. Весной эти особенности в основном сохраняются, но область пониженных значений солёности в прибрежных районах в связи с таянием льда и увеличением материкового стока, а также количества осадков увеличивается. Далее к лету, вслед за поступлением в море через Корейский пролив распреснённых из-за обилия осадков поверхностных вод Восточно-Китайского моря, общий фон солёности на акватории моря снижается до значений менее  $34\text{‰}$ . В августе диапазон изменчивости солёности в пределах всего моря составляет  $32,9\text{‰}$ - $33,9\text{‰}$ . В это время на севере Татарского пролива солёность уменьшается до  $31,5\text{‰}$ , а на отдельных участках прибрежной зоны – до  $25\text{‰}$ - $30\text{‰}$ . Осенью при усилении северных ветров происходит сгон и

перемешивание вод верхнего слоя и наблюдается некоторое увеличение солёности. Минимальные сезонные изменения солёности на поверхности (0,5-1,0‰) отмечаются в центральной части моря, а максимальные (2-15‰) – в прибрежных районах северной, северо-западной части и в Корейском проливе. На больших глубинах наряду с общим увеличением значений солёности происходит резкое уменьшение диапазона ее изменчивости как в пространстве, так и во времени. По среднемноголетним данным уже на глубине 50 м сезонные изменения солёности в центральной части моря не превышают 0,2-0,4‰, а на севере и юге акватории – 1-3‰. На горизонте 100 м горизонтальные изменения солёности укладываются в диапазон 0,5‰, а на горизонте 200 м (рис. 3.10) во все сезоны года они не превышает 0,1‰, т.е. величины характерной для глубинных вод. Несколько большие значения наблюдаются только в юго-западной части моря. Следует отметить, что горизонтальные распределения солёности на глубинах, больших 150-250 м, имеют большое сходство: минимальные солёности приурочены к северным и северо-западным частям моря, а максимальные – к южным и юго-восточным. Вместе с тем слабо выраженный на этих глубинах халинный фронт полностью повторяет очертания термического.

### ***Вертикальное распределение солёности***

Вертикальная структура поля солёности в различных частях Японского моря характеризуется значительным разнообразием. В северо-западной части моря наблюдается монотонное увеличение солёности с глубиной во все сезоны года, за исключением зимнего, когда она во всей толще вод практически постоянна. В южной и юго-восточной части моря в тёплый период года ниже распреснённых поверхностных вод отчетливо выделяется промежуточный слой повышенной солёности, сформированный высоко солёными водами (34,3-34,5‰), поступающими через Корейский пролив. Ядро его расположено на глубинах 60-100 м на севере и несколько глубже – на юге моря. К северу солёность в ядре этого слоя уменьшается и на периферии достигает значений 34,1‰. В зимний сезон этот слой не выражен. В это время года изменения солёности по вертикали на большей части акватории не превышают 0,6-0,7‰. В ограниченном районе, расположенном к востоку от Корейского полуострова на глубинах 100-400 м, выделяется промежуточный слой пониженной солёности, формирующийся в зимний сезон за счёт погружения поверхностных вод в зоне фронтального раздела. Солёность в ядре этого слоя равна 34,00-34,06‰. Сезонные изменения вертикальной структуры поля солёности хорошо заметны только в верхнем 100-250-метровом слое. Максимальная глубина проникновения сезонных колебаний солёности (200-250 м) отмечается в зоне распространения вод Цусимского течения. Это связано с особенностями внутригодового хода солёности в подповерхностных тихоокеанских водах, поступающих в море через Корейский пролив. В вершине Татарского пролива, у берегов Приморья, Кореи, а также в районе к югу и юго-западу от зал. Петра Великого сезонные вариации солёности проявляются только в верхнем 100-150-метровом слое. Здесь влияние вод Цусимского течения ослаблено, а внутригодовые изменения солёности поверхностного слоя вод, связанные с процессами льдообразования и речным стоком, ограничиваются акваториями бухт и заливов. Эта область с минимальными значениями глубины проявления сезонных колебаний солёности перемежается зонами с более высокими значениями, происхождение которых связано с проникновением до северо-западных берегов моря ветвей

высокосолёных вод Цусимского течения. Общее представление о вертикальной структуре поля солёности дают пространственные разрезы распределения этой характеристики и табличные значения, приведенные в атласе.

### ***Водные массы***

В соответствии с рассмотренными особенностями пространственно-временной изменчивости температуры и солёности толща вод Японского моря складывается из различных водных масс, классификация которых производится, в основном, по экстремальным элементам вертикального распределения солёности.

По *вертикали* водные массы открытой части Японского моря разделяются на поверхностную, промежуточную и глубинную. *Поверхностная* водная масса (ее разновидности: ПСА – субарктическая, ПВФ – зоны фронта, ПСТ – субтропическая) располагается в пределах верхнего перемешанного слоя и ограничена снизу сезонным термоклином. В южном теплом секторе она (ПСТ) формируется в результате смешения вод, поступающих из Восточно-Китайского моря и прибрежных вод Японских островов, а в холодном северном (ПСА) – смешением распресненных материковым стоком вод прибрежных районов с водами открытых областей прилегающей части моря. Как было показано выше, в течение года температура и солёность поверхностных вод изменяются в большом диапазоне, а их толщина колеблется от 0 до 120 м.

В расположенном ниже *промежуточном* слое вод на большей части моря в теплый период года выделяется водная масса повышенной солёности (ее разновидности: ППСТ – субтропическая, ППСТТ – трансформированная), ядро которой расположено на глубинах 60-100 м, а нижняя граница на глубине 120-200 метров. Солёность в ее ядре составляет 34,1-34,8‰. В локальном районе к востоку от побережья Корейского полуострова на глубинах 200-400 м иногда выделяется водная масса пониженной (34,0-34,06‰) солёности.

*Глубинная* водная масса, обычно называется водой собственно Японского моря, охватывает весь нижний слой (глубже 400 м) и характеризуется однородными значениями температуры (0,2-0,7°) и солёности (34,07-34,10‰). Высокое содержание растворенного кислорода в ней указывает на активное обновление глубинных слоев поверхностными водами.

В *прибрежных районах* северо-западной части моря вследствие значительного распреснения материковым стоком, обострения приливных явлений, ветровых апвеллингов и зимней конвекции формируется специфическая прибрежная структура вод, представленная комбинацией по вертикали поверхностных вод (ПП) менее солёных, чем воды, прилегающих областей открытого моря, и имеющих более значительные колебания температуры, а также подповерхностных вод (ППСА) более высокой солёности и низкой температуры, формирующихся в ходе зимней конвекции. В некоторых районах (Татарский пролив, залив Петра Великого) в ходе интенсивного льдообразования зимой формируется высокосолёная (до 34,7‰ и очень холодная (до -1,9°) водная масса (ДШ). Распространяясь у дна, она может достигать кромки шельфа и стекать вдоль континентального склона, участвуя в вентиляции глубинных слоев.

На части шельфа, где распреснение материковым стоком невелико, происходит ослабление или даже разрушение стратификации вод приливным

перемешиванием. В результате этого образуется слабостратифицированная шельфовая структура, состоящая из относительно холодной распресненной поверхностной шельфовой водной массы (ПШ) и относительно теплой и распресненной шельфовой модификации глубинных вод (ГШ). При определенных направлениях преобладающих ветров эта структура искажается явлением апвеллинга. Зимой она разрушается более мощным механизмом - конвекцией. Формирующиеся в зонах приливного перемешивания воды вовлекаются в существующую в северо-западной части моря циркуляцию и распространяются за пределы района их образования, обычно рассматриваясь как "воды Приморского течения".

### ***Циркуляция вод и течения***

Основными элементами схемы циркуляции вод, приведенной в атласе, являются теплые течения южного и восточного и холодные течения северо-западного секторов моря. Теплые течения иницируются притоком субтропических вод, поступающих через Корейский пролив, и представлены двумя потоками: Цусимским течением, состоящим из двух ветвей - спокойной-мористой и более турбулентной, движущейся под самым берегом о-ва Хонсю, и Восточно-Корейским течением, распространяющимся единым потоком вдоль побережья Корейского полуострова. На широте 38-39° с.ш. Восточно-Корейское течение разделяется на две ветви, одна из которых, огибая с севера возвышенность Ямато, следует в направлении Сангарского пролива, другая, отклоняясь к юго-востоку, частью вод замыкает антициклоническую циркуляцию у южного побережья Кореи, а другой - сливается с мористой ветвью Цусимского течения. Объединение всех ветвей Цусимского и Восточно-Корейского течений в единый поток происходит у Сангарского пролива, через который происходит вынос основной части (70%) поступающих теплых субтропических вод. Остальная часть этих вод продвигается далее к северу в направлении Татарского пролива. При достижении пролива Лаперуза основная масса этого потока выносится из моря и лишь незначительная его часть, распространяясь в пределах Татарского пролива, дает начало холодному течению, распространяющемуся в южном направлении вдоль материкового побережья Приморья. Зоной дивергенции на 45-46° с.ш. это течение разделяется на две части: северную - Лиманное (Шренка) течение и южную - Приморское течение, которое южнее залива Петра Великого разделяется на две ветви, одна из которых дает начало холодному Северо-Корейскому течению, а другая поворачивает к югу и, соприкасаясь с северным потоком Восточно-Корейского течения, образует крупномасштабный циклонический круговорот с центром на 42° с.ш., 138° в.д. над Япономорской котловиной. Холодное Северо-Корейское течение достигает 37° с.ш., а затем сливается с мощным потоком теплого Восточно-Корейского течения, формируя, вместе с южной ветвью Приморского течения, зону фронтального раздела. Наименее выраженным элементом общей схемы циркуляции является Западно-Сахалинское течение, следующее в южном направлении от широты 48° с.ш. вдоль южного побережья о. Сахалин и переносящее часть потока вод Цусимского течения отделившегося от него на акватории Татарского пролива.

В течение года отмеченные особенности циркуляции вод практически сохраняются, но мощности основных течений изменяются. Зимой в связи с уменьшением притока вод скорость обеих ветвей Цусимского течения не



превышает 25 см/с, причем большую интенсивность имеет прибрежная ветвь. Общая ширина течения около 200 км сохраняется и летом, но скорости увеличиваются до 45 см/с. Восточно-Корейское течение также интенсифицируется летом, когда его скорости достигают 20 см/с, а ширина - 100 км, и затухает зимой до 15 см/с и сокращается по ширине до 50 км. Скорости холодных течений на протяжении года не превышают 10 см/с, а их ширина ограничивается 50-70 км (с максимумом летом). В переходные сезоны (весна, осень) характеристики течений имеют средние значения между летними и зимними. Скорости течений в слое 0-25 почти постоянны, а с дальнейшим увеличением глубины уменьшаются до половины поверхностного значения на глубине 100 метров. В атласе приведены схемы циркуляции вод на поверхности Японского моря в различные сезоны, полученные расчетными методами.

### ***Приливные явления***

Приливные движения в Японском море формируются преимущественно полусуточной приливной волной, которая является почти чисто стоячей, с двумя амфидромическими системами, расположенными вблизи границ Корейского и Татарского проливов [Проект «Моря». Японское море, 2003]. Синхронные колебания приливного профиля уровня моря и приливных течений в Татарском и Корейском проливах осуществляются по закону двухузловой сейши, пучность которой охватывает всю центральную глубоководную часть моря, а узловые линии расположены вблизи границ указанных проливов.

В свою очередь взаимосвязь моря со смежными бассейнами через три основных пролива способствует формированию в нем индуцированного прилива, влияние которого, исходя из морфологических особенностей (мелководность проливов по сравнению с глубиной моря), сказывается в проливах и районах, непосредственно прилегающих к ним. В море наблюдаются полусуточные, суточные и смешанные приливы. Наибольшие колебания уровня отмечаются в крайних южных и северных районах моря. У южного входа в Корейский пролив величина прилива достигает 3 м. По мере продвижения на север она быстро уменьшается и уже у Пусана не превышает 1,5 м. В средней части моря приливы невелики. Вдоль восточных берегов Кореи и Российского Приморья до входа в Татарский пролив они не больше 0,5 м. Такой же величины приливы у западных берегов Хонсю, Хоккайдо и юго-западного Сахалина. В Татарском проливе величина приливов 2,3-2,8 м. Возрастание величин приливов в северной части Татарского пролива обуславливается его воронкообразной формой.

В открытых районах моря в основном проявляются полусуточные приливные течения со скоростями 10-25 см/с. Более сложны приливные течения в проливах, где они имеют и весьма значительные скорости. Так, в Сангарском проливе скорости приливных течений достигают 100-200 см/с, в проливе Лаперуза - 50-100 см/с, в Корейском - 40-60 см/с.

### ***Ледовые условия***

По ледовым условиям Японское море можно разделить на три района: Татарский пролив, район вдоль побережья Приморья от мыса Поворотного до мыса Белкина и залив Петра Великого [Проект «Моря». Японское море, 2003]. В зимний период лед постоянно наблюдается только в Татарском проливе и заливе Петра Великого, на остальной акватории, за исключением закрытых бухт и

заливов в северо-западной части моря, он формируется не всегда. Самым холодным районом является Татарский пролив, где в зимний сезон формируется и локализуется более 90% всего льда, наблюдаемого в море. По многолетним данным продолжительность периода со льдом в заливе Петра Великого составляет 120 дней, а в Татарском проливе - от 40-80 дней в южной части пролива, до 140-170 дней в его северной части.

Первое появление льда происходит в вершинах бухт и заливов, закрытых от ветра, волнения и имеющих опресненный поверхностный слой. В умеренные зимы в заливе Петра Великого первый лед образуется во второй декаде ноября, а в Татарском проливе, в вершинах заливов Советская Гавань, Чехачева и проливе Невельского первичные формы льда наблюдаются уже в начале ноября. Раннее льдообразование в заливе Петра Великого (Амурский залив) наступает в начале ноября, в Татарском проливе - во второй половине октября. Позднее - в конце ноября. В начале декабря развитие ледяного покрова вдоль побережья острова Сахалин происходит быстрее, чем вблизи материкового берега. Соответственно в восточной части Татарского пролива в это время льда больше чем в западной. К концу декабря количество льда в восточной и западной частях выравнивается, и после достижения параллели мыса Сюркум направление кромки меняется: смещение ее вдоль сахалинского берега замедляется, а вдоль материкового - активизируется.

В Японском море ледяной покров достигает максимального развития в середине февраля. В среднем льдом покрывается 52% площади Татарского пролива и 56% - залива Петра Великого.

Таяние льда начинается в первой половине марта. В середине марта от льда очищаются открытые акватории залива Петра Великого и все приморское побережье до мыса Золотой. Граница ледяного покрова в Татарском проливе отступает на северо-запад, а в восточной части пролива в это время происходит очищение от льда. Раннее очищение моря от льда наступает во второй декаде апреля, позднее - в конце мая - начале июня.

#### 6.1.4 ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

##### 6.1.4.1 Западный регион арктических морей РФ (Баренцево и Карское моря)

В качестве источников информации для оценки фоновых гидрохимических условий и уровней загрязнения Арктических морей использовались результаты систематических наблюдений за состоянием морских вод морей России, периодически публикуемых Государственным океанографическим институтом (ГОИН) в «Ежегодниках качества морских вод по гидрохимическим показателям», данные электронного ресурса Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО, Ежегодники качества вод, 1992 – 2004). Помимо этого, учитывались результаты мониторинга Арктических морей, научных работ и экспедиционных исследований.

## **Баренцево море**

### ***Открытая часть Баренцева моря***

Общие гидрохимические условия Баренцева моря во многом определяются его крайним положением и особенностями гидрологических процессов, в частности хорошим перемешиванием водных слоев. С ним тесно связано содержание и распределение растворенных в воде газов и биогенных веществ.

Хорошая связь Баренцева моря с Атлантическим и Северным Ледовитым океанами при относительно небольшом и локализованном речном стоке делает химический состав баренцевоморской воды чрезвычайно близким к океаническим водам.

Воды моря хорошо аэрированы. Содержание кислорода в толще воды по всей площади моря близко к насыщению. Максимальные величины в верхних 25 м в течение лета достигают 130%. Минимальное значение 70—75% обнаружено в глубоких частях Медвежинской впадины и на севере Печорского моря. Пониженное содержание кислорода наблюдается на горизонте 50 м, над которым обычно расположен слой воды с развитым фитопланктоном.

Количество растворенных в воде нитратов возрастает от материка к северу и от поверхности ко дну. Летом количество нитратов в поверхностном (0—25 м) слое уменьшается и к концу сезона они почти полностью потреблены фитопланктоном. Осенью с развитием вертикальной, циркуляции содержание нитратов на поверхности начинает повышаться за счет поступления из нижележащих слоев. Фосфаты обнаруживают такой же годовой ход стратификации, как нитраты. Следует отметить, что в районах распространения холодного промежуточного слоя последний замедляет обмен газами и питательными солями между поверхностными и глубинными слоями.

Запас биогенных веществ в поверхностном слое пополняется летом за счет воды, образованной при таянии льда. Этим объясняется вспышка развития фитопланктона у кромки льдов.

Ниже рассматриваются фоновые гидрохимические показатели морских вод Баренцева моря.

### ***Кольский залив***

#### ***Кислородный режим***

Кислородный режим в Кольском заливе Баренцева моря в 2005 году был удовлетворительным, содержание растворенного кислорода изменялось в пределах 8,98-10,86 мг/л, составив в среднем 9,77 мг/л (табл. 7.3). (Коршенко, 2008). В течение 2008 г. года кислородный режим оставался в норме. Содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне 7,48-8,62 мг O<sub>2</sub>/л, составив в среднем 7,99 мг O<sub>2</sub>/л. (Ежегодник ГОИН, 2008).

#### ***Водородный показатель (Ph)***

Значения водородного показателя pH морских вод Кольского залива в 2007 г. колебались в пределах 6,43-8,06 (Обзор, 2007).

### *Щелочность*

Величина общей щелочности в водах залива увеличивается в направлении с юга на север по мере увеличения солености. С глубиной щелочность увеличивается, что определяется преобладанием морских вод (Обзор, 2007).

### *БПК<sub>5</sub>*

Показатель уровня содержания в воде легко окисляемого органического вещества БПК<sub>5</sub> в 2005 г. варьировал от 0,46 до 1,93 мгО<sub>2</sub>/дкуб.м, в среднем — 1,29 мгО<sub>2</sub>/дкуб.м. (Коршенко, 2008). В 2008 г. концентрация органических веществ по **БПК<sub>5</sub>** практически не изменилась по сравнению с 2007 г. и составила 1,85 мгО<sub>2</sub>/л. (Ежегодник ГОИН, 2008).

### *а) Взвешенные вещества*

Концентрация взвешенного вещества в 2005 г. изменялась от 1 до 3 мг/дкуб.м, составив в среднем 2 мг/дкуб.м (Коршенко, 2008). Концентрация **взвешенных веществ в 2008 г.** колебалась в пределах от 1 до 5 мг/л.

### *Биогенные вещества*

Содержание аммонийного азота в водах торгового порта в 2005 году колебалось в пределах от 0,066 до 0,419 мг/л, в среднем — 0,226 мг/л. (Коршенко, 2008). Концентрация аммонийного **азота** в течение 2008 года изменялась в пределах от 144 до 548 мкг/л.

Содержание **фосфатов** в водах Кольского залива в 2008 г. в районе водпоста в среднем составило 129 мкг/л, предел колебаний - от 46 до 348 мкг/л.

## **Карское море**

### ***Открытая часть Карского моря***

В начале лета и осенью в северной части Карского моря верхний слой, как правило, пересыщен кислородом. Во время летнего прогрева отмечается значительное уменьшение содержания кислорода. Это объясняется тем, что с повышением температуры воды уменьшается растворимость кислорода, который к тому же потребляется организмами.

Юго-восточная часть моря характеризуется относительно низким содержанием кислорода на поверхности. Оно меняется здесь в пределах 80—90% от насыщения. Понижение содержания кислорода происходит и вследствие притока речных вод. С ним связано присутствие органического вещества, окисление которого повышает расход кислорода и неблагоприятные условия для фотосинтетической деятельности (низкая прозрачность), понижающие выделение кислорода и т. д.

Для большинства районов Карского моря вертикальное распределение содержания кислорода имеет неравномерный ход и характеризуется двумя максимумами (на горизонтах порядка 10 и 75 м) и двумя минимумами (примерно на 50 и 100 м). Величины его достигают 90—100% насыщения. Такое распределение содержания кислорода по глубине связано с распределением температуры и плотности по вертикали, а также с перемешиванием вод при осенне-зимней вертикальной циркуляции, которая в разных районах достигает

различных горизонтов.

Летом верхний максимум обусловлен пониженной по сравнению с поверхностной температурой, а нижний незначительным потреблением кислорода. Пониженное содержание кислорода совпадает с горизонтом, где происходит резкое повышение плотности. Здесь скапливаются отмершие планктонные организмы, происходит их распад и процессы окисления протекают весьма интенсивно, что влечет за собой повышенный расход кислорода.

В юго-восточной части моря, несмотря на ярко выраженный слой скачка плотности, значительное понижение кислорода в нем наблюдается довольно редко, так как он расположен близко к поверхности, а весь верхний однородный слой доступен ветровому перемешиванию и, следовательно, пополнению кислородом из атмосферы.

Турбулентное перемешивание на поверхности раздела уничтожает минимум кислорода в слое скачка плотности. Последний, однако, создает непреодолимое препятствие для вентиляции придонных вод, где обычно наблюдается пониженное содержание кислорода, величины которого колеблются около 70%.

Летом верхний слой вод Карского моря толщиной 25—30 м обычно обеднен фосфатами и нитратами в связи с потреблением их фитопланктоном. Ниже содержание этих элементов несколько повышается. Присутствие льдов не отражается на содержании фосфатов, но заметно сказывается на количестве нитратов в воде. Минимум их наблюдается в разреженных льдах, максимум — на чистой воде. Объясняется это тем, что нитраты извлекаются из воды фитопланктоном, которого больше всего у кромки льдов и мало вдали от нее.

Широкое сообщение с океаном, образование и таяние льда, большой речной сток сказываются на гидрохимических условиях, в частности на содержании и распределении кислорода и биогенных веществ в Карском море. <http://searus.ru/karskoe.html>

Ниже рассматриваются фоновые гидрохимические показатели прибрежных морских вод Карского моря.

### ***Байдарацкая губа***

#### ***Кислородный режим***

Содержание растворенного кислорода в поверхностных водах юго-западной части Карского моря в 2000 г. находилось в пределах от 7,17 до 10,37 мл/л, среднее – 8,77 мл/л. Насыщение поверхностных вод кислородом было типичным для летне-осеннего сезона, колеблясь от 84 до 112%. Содержание растворенного кислорода на придонном горизонте находилось в пределах от 7,08 до 9,87 мл/л (ЕСИМО, 2000).

#### ***БПК<sub>5</sub>***

Величины биохимического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>) в поверхностном слое вод колебались от 0,77 до 1,83 мгО<sub>2</sub>/л. Минимальные значения отмечены в центральной части Байдарацкой губы, максимальные – на траверзе мыса Харасавэй.

#### *Химическое потребление кислорода (ХПК)*

Химическое потребление кислорода (ХПК) в поверхностном горизонте морских вод изменялось от 7,7 до 12,8 мгО<sub>2</sub>/л; максимальные значения ХПК фиксировались в районе залива Торасавэй, минимальные - в центральной части обследованной акватории.

#### *Водородный показатель (Ph)*

Значения водородного показателя рН в пробах поверхностных вод находились в интервале от 7,12 в центральной части Байдарацкой губы, в районе острова Левдиева, до 8,46 на траверзе мыса Бурунный.

#### *Окислительно-восстановительный потенциал (Eh)*

Окислительно-восстановительный потенциал Eh изменялся от 206 до 296 мВ. Максимальные значения Eh наблюдались в центральной части губы.

#### *Общая щелочность (Alk)*

Общая щелочность (Alk) колебалась от 0,73 мг-экв/л в северной части губы до 1,69 мг-экв/л в заливе Шарапов Шар.

#### *Взвешенные вещества*

Уровни содержания взвешенного органического вещества изменялись в диапазоне от 12,3 до 80,5 мг/л, максимум - в южной части Байдарацкой губы.

#### *Биогенные элементы*

Уровни содержания нитритов в поверхностных водах находились в пределах от 1 до 7 мкг/л (средняя 3,3 мкг/л), в придонных водах концентрации нитрит-ионов изменялись от 1 до 18 мкг/л (средняя 4,7 мкг/л). Максимальные концентрации нитритов были зафиксированы в поверхностных и придонных водах залива Шарапов Шар.

Содержание нитрат-ионов в пробах поверхностных вод колебалось от 16 до 41 мкг/л, что намного ниже ПДК. Максимальная концентрация нитратов была зафиксирована в северо-восточной части обследованной акватории. В придонных водах концентрации нитратов находились в пределах от 21 до 44 мкг/л; максимум - в северо-западной части губы у о. Торасавэй.

Концентрация аммонийных ионов находилась в пределах от 12 до 28 мкг/л, наиболее высокие значения отмечены в центральной части губы.

Содержание общего азота в поверхностных водах изменялось от 187 до 461 мкг/л, в придонных водах – от 202 до 488 мкг/л. Относительно повышенные его концентрации были зафиксированы в северо-западной части Байдарацкой губы.

Концентрации фосфатов в поверхностных водах находились в пределах от 22 до 67 мкг/л, в придонных – от 16 до 93 мкг/л. Максимальные концентрации фосфат-ионов наблюдались в водах пролива Шарапов Шар. Содержание общего фосфора в поверхностных водах губы колебалось от 29 мкг/л до 89 мкг/л, в придонных водах – от 21 до 108 мкг/л, что соответствует многолетним фоновым значениям для данного района.

Содержание растворенной кремнекислоты в поверхностных водах находилось в пределах от 155 до 313 мкг/л, в придонных водах – от 187 до 568 мкг/л. Максимальные концентрации силикатов были зафиксированы в северо-

восточной части Байдарацкой губы (ЕСИМО, 2000).

### **Обская губа**

В 2006—2007 гг. ФГУП «ВНИРО» были проведены комплексные гидролого-гидрохимические исследования южной и средней частей Обской губы. Работы проводились по заказу ООО «Газ-флот» в рамках программы по оценке фонового состояния и рыбохозяйственного значения экосистемы Обской губы (Гангнус И.А., 2007).

Целью исследования являлось комплексная оценка состояния водной экосистемы. Исследования включали в себя изучение пространственного распределения минеральных и органических форм азота и фосфора, содержания кислорода, концентрации кремния и железа, а также их сезонной изменчивости.

#### *Кислородный режим*

Режим растворенного кислорода в Обской губе обусловлен преимущественно изменением температуры воды и интенсивностью продукционно-деструкционных процессов. В летний период, когда преобладают продукционные процессы, насыщение воды кислородом составляло в среднем 95—97 % (6,75—7,78 мл/л). С наступлением зимы содержание растворенного кислорода постепенно уменьшалось. Весной продолжалось снижение концентрации кислорода до 4 мл/л в первой половине мая и до 0,3 мл/л к началу июня. Дефицит кислорода был наиболее выражен в южных районах Обской губы. В конце июня — начале июля освобождение от льда и активное цветение водорослей привели к быстрому росту содержания растворенного кислорода. (Гангнус И.А., 2007)

#### *Биогенные вещества*

В результате проведенных исследований в Обской губе выявлены сезонные изменения содержания биогенных элементов. Пространственное распределение биогенных элементов в Обской губе Карского моря характеризовалось постепенным уменьшением их содержания с юга на север. Это обусловлено тем, что речные воды, поступающие с юга, отличаются повышенным содержанием биогенных элементов. При этом зона их максимальных концентраций была приурочена к восточному берегу.

Валовое количество азота и фосфора в Обской губе Карского моря в течение года практически не менялось. Преобладание органических или минеральных форм определялось соотношением продукционно-деструкционных процессов. В холодный период резко сокращалось содержание органических форм азота и фосфора и почти во столько же раз возрастала доля их минеральных форм. Активизация продукционных процессов в весенне-летний период приводила к резкому уменьшению количества минеральных форм этих биогенных элементов.

Отличительной особенностью исследуемых вод Обской губы Карского моря оказалось относительно высокое содержание минерального фосфора (не менее 1 цМ), кремния (не менее 40 цМ) и железа (не менее 10 цМ) при очень низкой концентрации минерального азота (менее 1 цМ). (Гангнус И.А., 2007).

Соотношение различных минеральных форм азота также имело сезонную динамику. В летний сезон из-за интенсивного потребления нитратов фитопланктоном минеральный азот был представлен, главным образом, аммонийной формой. В среднем, его содержание в воде на акватории Обской губы составило летом около 0,8 цМ. В течение зимы при отсутствии фотосинтеза в результате процесса нитрификации возрастало количество нитратного азота, и в мае на его долю приходилось уже более 95 % (до 32 цМ). (Гангнус И.А., 2007).

По данным 2007 г. (Гангнус И.А., 2007) содержание кремния в Обской губе Карского моря в летний период, когда идет его потребление фитопланктоном, было наименьшим (~40 цМ). Осенью-зимой при отмирании диатомовых водорослей происходило увеличение концентрации кремния до 103 цМ, достигая наибольших значений в конце мая в предвегетационный период (160 цМ).

### ***Потоки биогенных элементов в прибрежных акваториях Карского моря***

Чтобы получить комплексное представление процессов, происходящих в арктических морях, и их связи с процессами, определяющими глобальные изменения климата, были проведены оценка составляющих баланса биогенных элементов и сравнительный анализ гидрохимического режима морей сибирского шельфа и других прибрежных зон Мирового океана (Бондарева Е.П. и др., 2006; Бондарева Е. П., 2009).

Расчет бюджетов и потоков биогенных элементов проводился при помощи модели «CABARET» (Computer Assisted Budget Analysis for Research, Education, and Training), созданной для оценочных расчетов потоков биогенных элементов на шельфе Мирового океана в соответствии с рекомендациями LOICZ, в которую были включены блоки граничных условий, фитопланктона, обмена на границе с донными отложениями. Течения, речной сток, осадки, испарение, ледовые условия, температура и соленость воды в гидрохимической модели задаются, а не рассчитываются.

Средние значения концентраций соли и биогенных элементов рассчитывались по имеющимся данным экспедиционных наблюдений.

В таблицах представлены стехиометрические соотношения потоков биогенных элементов в прибрежных водах Карского моря.

Биогенные элементы поступают в Обскую губу главным образом с речным стоком, сопоставимое количество биогенных элементов поступает из открытой части моря через придонный слой залива.

В Байдарацкую губу биогенные элементы поступают в основном из открытой части моря, так как речной сток незначительный.

Основным источником поступления биогенных элементов для Тазовской губы является речной сток и воды Обской губы.

Результаты расчетов для Обской губы, Байдарацкой губы, Тазовской губы и Енисейского залива представлены в таблицах 6.1.16-6.1.19.



**Таблица 6.1.16**

**Стехиометрические соотношения для Обской губы (Бондарева Е. П., 2006)**

	$\Delta \text{РНА}$ ( $10^9$ моль день <sup>-1</sup> )	$\Delta \text{РНФ}$ ( $10^9$ моль день <sup>-1</sup> )	(p-r) ( $10^9$ моль день <sup>-1</sup> )	(nfix-denit) ( $10^9$ моль день <sup>-1</sup> )
<b>Лето</b>				
Поверхностный слой	-5,4	-3,8	400	55
Придонный слой	10	0,72	-77	-1,6
Система	4,6	-3,1	320	53
<b>Зима</b>				
Поверхностный слой	-15	-3,4	360	39
Придонный слой	1,1	0,09	-9,4	-0,33
Система	-14	-3,3	350	39

**Таблица 6.1.17**

**Стехиометрические соотношения для Байдарацкой губы (Бондарева Е. П., 2006)**

	$\Delta \text{РНА}$ ( $10^7$ моль день <sup>-1</sup> )	$\Delta \text{РНФ}$ ( $10^7$ моль день <sup>-1</sup> )	(p-r) ( $10^7$ моль день <sup>-1</sup> )	(nfix-denit) ( $10^7$ моль день <sup>-1</sup> )
<b>Лето</b>				
Поверхность	-120	-69	7300	980
Придонный слой	-96	-0,3	34	-91
Система	-210	-69	7300	890
<b>Зима</b>				
Поверхность	-1800	-94	9900	-320
Придонный слой	1200	-21	2200	1500
Система	-640	-110	12000	1200

**Таблица 6.1.1.8**

**Стехиометрические соотношения для Тазовской губы (Бондарева Е. П., 2006)**

	$\Delta \text{РНА}$ ( $10^9$ моль день <sup>-1</sup> )	$\Delta \text{РНФ}$ ( $10^9$ моль день <sup>-1</sup> )	(p-r) ( $10^9$ моль день <sup>-1</sup> )	(nfix-denit) ( $10^9$ моль день <sup>-1</sup> )
<b>Лето</b>				
Система	-1,8	-1,2	127	17,4
<b>Зима</b>				
Система	-0,06	-0,4	45	6,74

Где DIN – поток растворенного неорганического азота,

DIP – поток растворенного неорганического фосфора,

$[p - r]$  - разница между первичной продукцией и разложением органического вещества, то есть это критерий метаболизма экосистемы,

(Nfix) Нитрификация – превращение азота воздуха в нитраты, процесс окисления аммиака и  $\text{NH}_4^+$  до  $\text{NO}_2^-$  (нитрит-ион), а затем до  $\text{NO}_3^-$  (нитрат-ион) под действием бактерий-нитрификаторов.

(Denit) Денитрификация – процесс восстановления нитратов и нитритов, протекающий при недостатке кислорода и наличии безазотистых веществ (крахмал, клетчатка и др.), на окисление которых расходуется кислород нитратов и нитритов. При этом азот выделяется в атмосферу в

свободном виде или в виде аммиака:

[*nfix-denit*] – разница между нитрификацией и денитрификацией азота,  
 sys-S – поверхностный слой, sys-D – придонный слой, sys – система в целом.

Расчеты стехиометрических соотношений показали, что в Обской губе и летом и зимой происходит сток биогенных элементов, разложение органического вещества и накопление биогенных элементов происходит только в придонном слое залива. Денитрификация азота также идет только в придонном слое.

В Байдарацкой губе биогенные элементы выносятся из залива и полностью тратятся в процессе фотосинтеза, накопление биогенных элементов не происходит даже в придонном слое. Это можно объяснить незначительным поступлением биогенных элементов с речным стоком и также достаточно хорошим водообменном Байдарацкой губы с открытой частью моря. Денитрификация азота идет в придонном слое зимой и в поверхностном летом.

Для Тазовской губы бюджеты биогенных элементов были рассчитаны для системы в целом, так как воды Тазовской губы хорошо перемешаны по вертикали.

Стехиометрические расчеты показали, что в заливе происходит сток биогенных элементов и фиксация азота. Несмотря на то, что в Тазовскую губу впадают реки Таз и Пур, которые выносят достаточное количество биогенных элементов в залив, большая часть биогенных элементов выносятся в Обскую губу.

Баланс неорганического фосфора для Енисейского залива показывает, что поверхностный слой залива летом является зоной потребления фосфора, а придонный – его источником. В целом, Енисейский залив летом представляет собой систему, потребляющую фосфор. Зимой потребление фосфора происходит в обоих слоях.

Результаты расчетов для Енисейского залива (Табл.6.1.19) показывают, что летом в поверхностном слое система автотрофна, а в придонном – гетеротрофна. Зимой оба слоя являются автотрофными. И в целом за год Енисейский залив можно рассматривать как автотрофную систему. Летом в Енисейском заливе лимитирующим биогенным элементом является азот. Зимой подобные условия сохраняются в поверхностном слое, а в придонном лимитирующим становится фосфор.

**Таблица 6.1.19**

**Стехиометрические соотношения для Енисейского залива (Бондарева, 2006)**

	$\Delta \text{PNA}$ ( $10^7$ моль день <sup>-1</sup> )	$\Delta \text{PNF}$ ( $10^7$ моль день <sup>-1</sup> )	(p-r) ( $10^7$ моль день <sup>-1</sup> )	(nfix-denit) ( $10^7$ моль день <sup>-1</sup> )
<b>Лето</b>				
Поверхностный слой	-830	-55	5800	41
Придонный слой	260	22	-2300	-85
Система	-570	-33	3500	-44
<b>Зима</b>				
Поверхностный	-280	-15	1600	-33

	$\Delta \text{PNA}$ ( $10^7$ моль день <sup>-1</sup> )	$\Delta \text{PNF}$ ( $10^7$ моль день <sup>-1</sup> )	(p-r) ( $10^7$ моль день <sup>-1</sup> )	(nfix-denit) ( $10^7$ моль день <sup>-1</sup> )
слой				
Придонный слой	66	-2,1	220	100
Система	-210	-17	1800	67

В целом за год основным лимитирующим биогенным элементом в Енисейском заливе можно считать фосфор.

### **Пролив Вега**

#### *Кислородный режим*

Кислородный режим морских вод в проливе Вега в 2005 г. был в пределах нормы: 69 - 105% насыщения. Среднее содержание растворенного кислорода составило 11,39 мг/л. Среднее содержание растворенного кислорода в водах пролива Вега в 2008 г. составило 11,14 мг/л, что чуть меньше значения 11,65 мг/л прошлого года. Относительное насыщение вод кислородом (69-103%) осталось практически прежним (ГОИН, 2005).

#### *Биогенные элементы*

Концентрация аммонийного азота в 2005 г. была в пределах от близких к нулю летом до 85,2 мкг/л в подледный период; среднегодовое содержание составило 22,7 мкг/л. Диапазон концентрации аммонийного азота в 2008 г. составил от нулевых значений в конце июня до 593,2 мкг/л в конце мая в период интенсивного ледотаяния; среднегодовое содержание 72,8 мкг/л было почти в три раза больше прошлогоднего (25,7 мкг/л).

Среднее содержание нитритов в 2005 г. повысилось с 0,5 до 0,9 мкг/л; максимум составил 3,0 мкг/л. Среднее содержание нитритов в 2008 г. составило 1,7 мкг/л; максимум (5,8 мкг/л) был отмечен в январе, а в июле-августе они полностью отсутствовали.

Гидрохимический режим фосфатов, общего фосфора и кремния был тесно связан с енисейским стоком. Концентрация соединений фосфора понижалась к лету и возрастала к зиме. Содержание кремния в морских водах резко повышалось весной с апреля по июнь. Резко выделялся вегетативный период по открытой воде: пределы значений фосфатов составили 1,6 - 44,0 мкг/л (в среднем - 21,3 мкг/л); общего фосфора - от 7,1 до 64,0 мкг/л (в среднем 28,1 мкг/л); кремния - от 230 до 2950 мкг/л (в среднем - 1627 мкг/л). Концентрация соединений фосфора была максимальной зимой и минимальной летом. Содержание фосфатов 0,6-33,0 мкг/л (в среднем 16 мкг/л); общего фосфора - 2,1-36,0 мкг/л (20,0 мкг/л); по сравнению с 2007 г. их количество немного снизилось.

Содержание кремния в морских водах в 2008 г. резко повышалось весной во время половодья Енисея, максимум достигал 4350 мкг/л (5 мая); а минимум 560 мкг/л (6 августа) был связан с морскими водами Карского моря. Среднее содержание составило 2138 мкг/л и было почти аналогичным значению прошлого года (ГОИН, 2008).

#### 6.1.4.2 Восточный регион арктических морей РФ (Море Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря)

##### Море Лаптевых

###### *Открытое море*

Большой материковый сток и свободная связь с Северным Ледовитым океаном сказываются на гидрохимических условиях моря Лаптевых. В типичном для морей солевого составе вод этого моря отмечается относительно пониженное содержание магния, сульфатов и хлора, а натрия, калия, кальция и углекислоты в них растворено несколько больше, чем в океане.

По содержанию растворенного кислорода северная часть моря Лаптевых несколько богаче, чем южная, что связано с худшей аэрацией на юге из-за резкого различия плотности по вертикали. В конце лета поверхностный слой (0—10 м) в большинстве районов моря имеет около 100% насыщения кислородом. В другие сезоны содержание кислорода, по-видимому, понижается. С возрастанием глубины количество кислорода становится меньше. На юге это более заметно, чем на севере, куда поступают хорошо аэрированные воды Центрального арктического бассейна.

В поверхностном слое вод моря Лаптевых в противоположность распределению кислорода отмечается весьма низкое содержание фосфатов и нитратов. Иногда их количество сокращается до «биологического нуля», что свидетельствует о значительном потреблении их планктоном. С глубиной количество их плавно повышается, но, так как летом перемешивание весьма ограничено, биогенные вещества не поднимаются к поверхности и не пополняют расход.

###### *Кислородный режим*

Содержание растворенного кислорода в поверхностных водах моря Лаптевых в летне-осенний сезон 2000 г. находилось в пределах от 7,33 до 10,66 мл/л, равняясь в среднем по обследованной акватории 8,99 мл/л. Насыщение поверхностных вод кислородом изменялось 88 до 114%.

В придонных водах содержание растворенного кислорода было в пределах от 7,28 до 9,66 мл/л. (ЕСИМО, 2000).

###### *Водородный показатель (Ph)*

Значения водородного показателя рН в 2000 г. находились в интервале от 7,34 ед. рН в районе Ленского шельфа до 8,14 ед. рН к западу от о.Котельный, средняя - 7,74. (ЕСИМО, 2000).

###### *Окислительно-восстановительный потенциал (Eh)*

Окислительно-восстановительный потенциал Eh в 2000 г. изменялся от 244 до 312 мВ при среднем значении 278 мВ. Максимальные значения Eh наблюдались к северу от о-ов Дунай. (ЕСИМО, 2000).

###### *БПК<sub>5</sub>*

В 2000 г. величины биохимического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>) в открытой части моря Лаптевых колебались от 1,23 до 1,76 мгО<sub>2</sub>/л. (ЕСИМО, 2000).

#### *Взвешенные вещества*

Концентрации взвешенного вещества на обследованной акватории моря в 2000 г. находились в интервале от 7,0 до 33,4 мг/л (среднее значение - 20,2 мг/л). Наиболее высокие уровни содержания взвешенного вещества были зафиксированы в северной части Ленского шельфа и у западного побережья о. Большой Ляховский (ЕСИМО, 2000).

#### *Биогенные вещества*

Концентрация нитритов в поверхностных водах моря Лаптевых в 2000 г. изменялась в пределах от 1,0 до 11,0 мкг/л при средней величине 5,7 мкг/л; максимум был отмечен в восточной части Ленского шельфа. (ЕСИМО, 2000).

Уровень содержания нитрат-ионов на акватории открытого моря в 2000 г. находился в пределах от менее 5 до 166 мкг/л (средняя концентрация - 81 мкг/л). Максимальная концентрация нитрат-ионов была зафиксирована в восточной части Ленского шельфа.

Содержание ионов аммония в 2000 г. варьировало от 0 до 19 мкг/л при среднем значении 9,44 мкг/л. Относительно повышенные концентрации аммиачного азота были зафиксированы к северу от Янского залива. (ЕСИМО, 2000).

Величина концентрации общего азота в 2000 г. колебалась от 266 до 650 мкг/л при средней величине 458 мкг/л. Максимальные значения были в восточной части Ленского шельфа.

В северной части моря Лаптевых концентрации фосфат-ионов в 2000 г. находились ниже предела обнаружения использовавшегося метода анализа (5 мкг/л). На остальной акватории содержание фосфатов также было очень низким и находилось в пределах от 5 до 32 мкг/л. Концентрация общего фосфора в поверхностных водах практически совпадала с содержанием фосфат-ионов.

Содержание растворенной кремнекислоты в поверхностных водах моря Лаптевых в 2000 г. находилось в пределах от 112 до 479 мкг/л (среднее значение - 290 мкг/л). Наиболее высокие уровни содержания силикатов были зафиксированы в восточной части Ленского шельфа. (ЕСИМО, 2000).

#### **Хатангский залив**

##### *Водородный показатель (pH)*

Концентрация ионов водорода в поверхностных водах Хатангского залива в 2000 г. находилась в пределах от 7,22 до 8,34 ед. рН при средней величине 7,78 ед. рН. Максимальные значения рН были зафиксированы в районе о. Преображения, минимальные - в районе пос. Новорыбная (ЕСИМО, 2000)..

##### *Кислородный режим*

Содержание растворенного кислорода изменялось от 7,43 мл/л в районе пос. Сындаско до 10,45 мл/л в районе пролива Пионер. Насыщение поверхностных вод кислородом было характерным для летне-осеннего периода года и находилось в диапазоне 89 – 108 % (ЕСИМО, 2000).

##### *Взвешенные вещества*

Количество взвешенного вещества в поверхностных водах Хатангского

залива колебалось от 17,1 до 57,3 мг/л (среднее значение - 37,2 мг/л). Наиболее высокие уровни содержания взвешенного вещества были зафиксированы вблизи впадения р. Попигай.

#### *Биогенные вещества*

Уровни содержание нитритов в поверхностном слое вод находились ниже предела обнаружения использовавшегося метода анализа (0,5 мкг/л).

Концентрации нитрат-ионов колебались от 65 до 249 мкг/л (средняя концентрация - 157 мкг/л), что значительно ниже ПДК. Максимальные уровни содержания нитратов были зафиксированы в районе устья р. Попигай.

Содержание ионов аммония варьировало от 0 до 12 мкг/л при среднем значении 5,9 мкг/л. Относительно повышенные концентрации аммиачного азота были зафиксированы вблизи пос. Сындасско.

Величины концентраций общего азота колебались от 72 до 288 мкг/л при средней величине 176 мкг/л. Максимальные концентрации общего азота были зафиксированы в пробах вод, взятых в районе пос. Новорыбная.

Содержание фосфатов в поверхностных водах находилось в пределах от 17 до 65 мкг/л. Относительно повышенные концентраций фосфатов были зафиксированы в районе устья р. Хатанга.

Значения концентраций общего фосфора изменялись от 5 до 77 мкг/л. Относительно повышенные концентрации общего фосфора наблюдались в южной части залива, вблизи устья р. Попигай.

Концентрации силикатов находились в пределах от 112 до 526 мкг/л (среднее значение - 318 мкг/л). Наиболее низкие уровни содержания растворенной кремнекислоты были зафиксированы в районе западного побережья о. Большой Бегичев, наиболее высокие - в бухте Кожевникова (ЕСИМО, 2000).

#### ***Потоки биогенных элементов в прибрежных районах моря Лаптевых***

Для комплексного представления процессов, происходящих в арктических морях, и их связи с процессами, определяющими глобальные изменения климата, были проведены оценка составляющих баланса биогенных элементов и сравнительный анализ гидрохимического режима морей сибирского шельфа и других прибрежных зон Мирового океана по единой методике в рамках международной программы "Взаимодействие суши и океана в прибрежной зоне" (LOICZ), направленный на оценку социально-экономических последствий воздействия климатических и антропогенных факторов на эти зоны.

Расчет бюджетов и потоков биогенных элементов проводился при помощи модели «CABARET» (Computer Assisted Budget Analysis for Research, Education, and Training), созданной для оценочных расчетов потоков биогенных элементов на шельфе Мирового океана в соответствии с рекомендациями LOICZ .

Для расчетов бюджетов биогенных элементов была создана модель гидрохимического режима арктических морей, в которую были включены блоки граничных условий, фитопланктона, обмена на границе с донными отложениями.

В гидрохимической модели течения, речной сток, осадки, испарение, ледовые условия, температура и соленость воды задаются, а не рассчитываются.

Средние значения концентраций соли и биогенных элементов рассчитывались по имеющимся данным экспедиционных наблюдений.

В таблицах 6.1.20-6.1.22 представлены стехиометрические соотношения потоков биогенных элементов в прибрежных водах арктических морей (моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей).

**Таблица 6.1.20**  
**Входные данные модели для моря Лаптевых (Бондарева Е. П., 2006)**

	$\Delta \text{PНФ}$ ( $10^3 \text{ моль день}^{-1}$ )	$\Delta \text{PНА}$ ( $10^3 \text{ моль день}^{-1}$ )	(p-r) ( $10^3 \text{ моль день}^{-1}$ )	(nfix-denit) ( $10^3 \text{ моль день}^{-1}$ )
<b>Лето</b>				
Поверхностный слой	-2300	-3900	+0,360	-0,007
Придонный слой	-410	6600	+0,070	+0,021
Система	-2700	-3200	+0,430	+0,014
<b>Зима</b>				
Поверхностный слой	-2700	-3100	+0,150	+0,007
Придонный слой	24	5800	-0,001	+0,003
Система	-2700	-25000	+0,150	+0,010

Где DIN – поток растворенного неорганического азота, DIP – поток растворенного неорганического фосфора,  $[p-r]$  - разница между первичной продукцией и разложением органического вещества, то есть это критерий метаболизма экосистемы, (Nfix) Нитрификация – превращение азота воздуха в нитраты, процесс окисления аммиака и  $\text{NH}_4^+$  до  $\text{NO}_2^-$  (нитрит-ион), а затем до  $\text{NO}_3^-$  (нитрат-ион) под действием бактерий-нитрификаторов. (Denit) Денитрификация – процесс восстановления нитратов и нитритов, протекающий при недостатке кислорода и наличии безазотистых веществ (крахмал, клетчатка и др.), на окисление которых расходуется кислород нитратов и нитритов. При этом азот выделяется в атмосферу в свободном виде или в виде аммиака:  $[nfix-denit]$  – разница между нитрификацией и денитрификацией азота, sys-S – поверхностный слой, sys-D – придонный слой, sys – система в целом.

Расчеты бюджетов биогенных элементов для заливов моря Лаптевых (Бондарева Е. П., 2006) показали, что все морские системы являются автотрофными, это значит, что биогенные элементы расходуются на образование нового органического вещества.

Деструкция органического вещества происходит в придонном слое заливов, хотя есть исключения.

В Хатангском заливе зимой в придонных слоях происходит потребление биогенных элементов.

В заливах Буор-Хая и Оленекском (летом) происходит денитрификация азота, в остальных заливах происходит фиксация азота по все водной толще.

Лабораторные эксперименты позволили существенно уточнить потоки неорганических форм азота и фосфора, рассчитанные для заливов моря

Лаптевых (Бондарева Е. П., 2006).

## **Восточно-сибирское море**

### ***Открытое море***

Характерные черты гидрохимических условий Восточно-Сибирского моря иллюстрируют содержание и распределение кислорода и фосфатов в нем. Осенью и зимой воды Восточно-Сибирского моря хорошо аэрированы.

Относительное содержание кислорода со временем меняется незначительно: от 96 до 93% насыщения. Уменьшение содержания кислорода связано с расходом его на окисление органических веществ, что интенсивнее всего происходит у дна. Поэтому и кислородный минимум находится в придонном слое.

В эти же сезоны отмечается довольно высокое содержание (от 25 до 40 мкг/л) фосфатов в морской воде. Это объясняется слабым развитием фитопланктона под ледяным покровом. Весной и летом активный газообмен с атмосферой и интенсивный фотосинтез ведут к повышению относительного содержания кислорода в воде до 105—110% насыщения. Бурно развивающийся в особенности у кромки льдов фитопланктон активно потребляет фосфаты, из-за чего содержание их в воде понижается до 20 и даже до 10 мкг/л.

### *Кислородный режим*

По данным 2000 г. содержание растворенного кислорода в поверхностных водах Восточно-Сибирского моря находилось в пределах от 7,03 до 9,79 мл/л, равняясь в среднем по обследованной акватории 8,55 мл/л. Насыщение поверхностных вод кислородом изменялось от 95 до 108%.

### *Водородный показатель (pH)*

Значения водородного показателя pH в пробах поверхностных вод Восточно-Сибирского моря в 2000 г. находились в интервале от 7,25 ед. pH в районе к северу от Медвежьих островов до 8,32 ед. pH к востоку от полуострова Лопатка, среднее - 7,78 ед. pH. Максимальные pH зафиксированы в районе взморья реки Индигирка, минимальные - в северной части моря.

### *Взвешенные вещества*

Концентрации взвешенного вещества на обследованной акватории моря находились в интервале от 3,0 до 13,7 мг/л (среднее значение - 8,4 мг/л). Наиболее высокие уровни содержания взвешенного вещества в водах Восточно-Сибирского моря в 2000 г. были зафиксированы в районе Колымского взморья.

### *Биогенные вещества*

Концентрации нитритов в поверхностных водах Восточно-Сибирского моря в 2000 г. находились ниже пределов обнаружения. Уровни содержания нитрат-ионов находились в пределах от < 5 до 358 мкг/л (средняя концентрация - 177 мкг/л).

Максимальная концентрация нитрат-ионов была зафиксирована в 2000 г. в прибрежной полосе Восточно-Сибирского моря в районе взморья реки Индигирка.



Количество фосфатов изменялось от 12 до 57 мкг/л, максимум фосфат-ионов наблюдался в районе п-ва Меркушина Стрелка.

Содержание общего фосфора в поверхностных водах Восточно-Сибирского моря в 2000 г. колебалось от 29 мкг/л до 66 мкг/л, что соответствует многолетним фоновым значениям для данного района.

Концентрации растворенной кремнекислоты в поверхностных водах Восточно-Сибирского моря в 2000 г. находились в пределах от 134 до 187 мкг/л (среднее значение - 162 мкг/л). Наиболее высокие уровни содержания силикатов были зафиксированы в западной части моря, в районе к юго-востоку от мыса Шалаурова.

*Потоки биогенных элементов в Восточно-Сибирском море.*

По расчётам бюджетов и потоков биогенных элементов в Восточно-Сибирском море наблюдается сходная картина для зимнего и летнего периодов.

Восточно-Сибирское море в целом является автотрофной системой в течение всего года, хотя поверхностный слой является гетеротрофной системой. Зимой и летом – в поверхностном слое потребляется азот и фосфор. В нижнем слое, и в целом в системе, в течение года наблюдается избыток биогенных элементов.

**Таблица 6.1.21**  
**Входные данные модели для Восточно-Сибирского моря (Бондарева Е. П., 2006)**

	$\Delta \text{PNA}$ ( $10^9$ моль сезон <sup>-1</sup> )	$\Delta \text{PNF}$ ( $10^9$ моль сезон <sup>-1</sup> )	(p-r) ( $10^9$ моль сезон <sup>-1</sup> )	(nfix-denit) ( $10^9$ моль сезон <sup>-1</sup> )
<b>Лето</b>				
Поверхностный слой	120	-16,5	1750	390
Придонный слой	400	17,9	-1900	110
Система	520	1,4	-150	500
<b>Зима</b>				
Поверхностный слой	-	-15	-1500	-
Придонный слой	-	16	1700	-
Система	-	1,0	200	-

Где DIN – поток растворенного неорганического азота, DIP – поток растворенного неорганического фосфора,  $[p - r]$  - разница между первичной продукцией и разложением органического вещества, то есть это критерий метаболизма экосистемы, (Nfix) Нитрификация – превращение азота воздуха в нитраты, процесс окисления аммиака и  $\text{NH}_4^+$  до  $\text{NO}_2^-$  (нитрит-ион), а затем до  $\text{NO}_3^-$  (нитрат-ион) под действием бактерий-нитрификаторов. (Denit) Денитрификация – процесс восстановления нитратов и нитритов, протекающий при недостатке кислорода и наличии безазотистых веществ (крахмал, клетчатка и др.), на окисление которых расходуется кислород нитратов и нитритов. При этом азот выделяется в атмосферу в свободном виде или в виде аммиака:  $[nfix - denit]$  – разница между нитрификацией и денитрификацией азота, sys-S – поверхностный слой, sys-D – придонный слой, sys – система в целом.

## Чукотское море

Широкая связь с Центральным Арктическим бассейном, небольшой речной сток и поступление тихоокеанских вод определяют гидрохимические условия Чукотского моря, для которых характерны океанические черты и почти не заметно влияние материковых вод.

Содержание кислорода и питательных солей в воде неодинаково по площади и по горизонтам моря, а также меняется от сезона к сезону. Поздней осенью и зимой, когда ледяной покров изолирует море от атмосферы, количество кислорода невелико в верхних слоях и ничтожно мало у дна. Весной и в особенности летом свободное ото льда пространство моря обогащается кислородом. Высокое относительное содержание его (112—130%) наблюдается в верхних слоях, которые на юге охватывают горизонты 0—30 м, на севере 0—10, а среди льдов только 0—5 м. Таким образом, богатый кислородом слой выклинивается с юга на север. Под ним количество растворенного кислорода уменьшается, понижается относительное содержание этого газа и в прибрежной зоне моря, где он расходуется на окисление органических веществ, приносимых материковым стоком

Количество растворенных в воде питательных солей, в частности фосфатов, значительно больше зимой, чем летом, когда они интенсивно потребляются планктоном. По той же причине их меньше в поверхностных горизонтах по сравнению с глубинными. В северных районах моря содержание фосфатов у поверхности 40 мг/куб.м, а у дна 70—80 мг/куб.м. В южной части моря количество их уменьшается до 6 мкг/л на поверхности и до 50 мкг/л у дна.

### *Кислородный режим*

Содержание растворенного кислорода в поверхностных водах Чукотского моря в 2000 г. находилось в пределах от 6.88 до 9.34 мл/л, равняясь в среднем по обследованной акватории 8.11 мл/л. Насыщение поверхностных вод кислородом изменялось от 99 до 114%.

### *Водородный показатель (Ph)*

Значения водородного показателя рН в пробах поверхностных вод находились в интервале от 6.86 ед. рН в районе к северу от мыса Шмидта до 8.26 ед. рН севернее устья р. Амгуэма, среднее рН 7.56.

### *Взвешенные вещества*

Концентрации взвешенного вещества на обследованной акватории моря находились в интервале от 1.1 до 5.4 мг/л (среднее значение - 3.3 мг/л). Наиболее высокие уровни содержания взвешенного вещества были зафиксированы в районе севернее лагуны Амгуэма.

### *Биогенные вещества*

Концентрации нитритов в поверхностных водах находились ниже пределов обнаружения применявшегося аналитического метода. уровни содержания нитрат-ионов на обследованной части акватории моря находились в пределах от < 5 до 286 мкг/л (средняя концентрация - 142 мкг/л). Максимальная концентрация нитрат-ионов была зафиксирована к югу от мыса Блоссом о. Врангеля.

Концентрации фосфатов в поверхностных водах находились в пределах от

9 до 42 мкг/л. Максимальные концентрации фосфат-ионов наблюдались в прибрежной полосе к северу от мыса Сердце-Камень.

Содержание общего фосфора в поверхностных водах колебалось от 12 до 46 мкг/л, что соответствует многолетним фоновым значениям для данного района.

Концентрации растворенной кремнекислоты в поверхностных водах находились в пределах от 67 до 126 мкг/л (среднее значение - 97 мкг/л). Наиболее высокие уровни содержания силикатов были зафиксированы вблизи восточного побережья острова Врангеля.

#### **Исследование бюджетов биогенных элементов в Чукотском море**

Расчеты бюджетов и потоков биогенных элементов для прибрежных вод Чукотского моря (Бондарева Е.П. и др., 2006; Бондарева Е.П., 2009) показали, что система Чукотского моря в поверхностном слое автотрофна, а в придонном – гетеротрофна. В целом за год основным лимитирующим биогенным элементом в Чукотском море можно считать азот. Летом в Чукотском море лимитирующим биогенным элементом является азот. Зимой подобные условия сохраняются в поверхностном слое, а придонный слой является источником биогенных элементов.

**Таблица 6.1.22**  
**Входные данные модели для Чукотского моря (Бондарева Е. П., 2006)**

	$\Delta \text{PNA}$ ( $10^9$ моль сезон <sup>-1</sup> )	$\Delta \text{PNF}$ ( $10^9$ моль сезон <sup>-1</sup> )	(p-r) ( $10^9$ моль сезон <sup>-1</sup> )	(nfix-denit) ( $10^9$ моль сезон <sup>-1</sup> )
<b>Лето</b>				
Поверхностный слой	-2600	-120	12000	-720
Придонный слой	400	80	-8100	-860
Система	-2200	-40	3900	-1580
<b>Зима</b>				
Поверхностный слой	-650	-14	1500	-420
Придонный слой	80	16	-1700	-180
Система	-570	2	-200	-600

Где DIN – поток растворенного неорганического азота, DIP – поток растворенного неорганического фосфора,  $[p-r]$  - разница между первичной продукцией и разложением органического вещества, то есть это критерий метаболизма экосистемы, (Nfix) Нитрификация – превращение азота воздуха в нитраты, процесс окисления аммиака и  $\text{NH}_4^+$  до  $\text{NO}_2^-$  (нитрит-ион), а затем до  $\text{NO}_3^-$  (нитрат-ион) под действием бактерий-нитрификаторов. (Denit) Денитрификация – процесс восстановления нитратов и нитритов, протекающий при недостатке кислорода и наличии безазотистых веществ (крахмал, клетчатка и др.), на окисление которых расходуется кислород нитратов и нитритов. При этом азот выделяется в атмосферу в свободном виде или в виде аммиака:  $[nfix-denit]$  – разница между нитрификацией и денитрификацией азота, sys-S – поверхностный слой, sys-D – придонный слой, sys – система в целом.

Примечание: Потоки растворенного неорганического азота (PNA) и фосфора (PNF) Моль $\times 10^9$  за сезон.

## **Выводы**

Биогенные элементы являются важной составляющей в биопродуктивности водоемов, так как являются минеральной базой для первичной продукции. Оценка составляющих баланса биогенных элементов необходима для комплексного представления процессов, происходящих в арктических морях, и их связи с процессами, определяющими глобальные изменения климата.

Расчеты бюджетов биогенных элементов позволяют оценить степень воздействия антропогенных и природных факторов на арктические системы.

Под влиянием увеличения притока атлантических вод происходит изменение вертикального распределения гидрохимических элементов в арктических морях.

Характерное для атлантических вод понижение концентраций кислорода и кремния указывает на увеличение притока более теплых по сравнению с климатической нормой атлантических вод.

Дальнейшее увеличение влияния атлантических вод на современном этапе может привести к перестройке вертикальной гидрохимической структуры в зоне материкового склона морей Сибирского шельфа. (Бондарева Е.П. и др., 2006; Бондарева Е. П., 2009).

### **6.1.4.3 Дальневосточный регион морей РФ**

#### ***Берингово море***

На базе обобщения и анализа многолетних данных экспедиционных наблюдений исследован гидрохимический режим Берингова моря. Его основу составили главные показатели гидрохимических процессов, происходящих в море: содержание растворенного кислорода, водородный показатель, щелочность и содержание биогенных веществ.

Данные гидрохимических наблюдений, их распределение в пространстве и во времени, отражающие весь спектр происходящих явлений, а также особенности гидрометеорологического режима показывают, что в толще вод Берингова моря можно выделить несколько слоев в зависимости от интенсивности происходящих в них термодинамических, химических и биохимических процессов. Характерны следующие черты химии водных масс Берингова моря:

- для поверхностного слоя - наибольшее количество растворенного кислорода и наибольшие значения рН, наименьший щелочной резерв (за исключением участков, подверженных влиянию речного стока) и малое содержание биогенных элементов;
- для промежуточных вод - дефицит кислорода, минимальные значения рН и максимальные концентрации фосфатов и углекислоты;
- для глубинных вод - увеличение с глубиной количества растворенного кислорода, кремнекислоты, значений рН, щелочного резерва и уменьшение концентрации фосфатов и количества углекислоты по сравнению с промежуточным слоем.

Проведенные исследования выявили большую, зависимость гидрохимического режима вод Берингова моря от адвекции тихоокеанских вод, их трансформации в проливах Командорско-Алеутской гряды, системы течений, рельефа дна котловины моря и особенностей биологической продуктивности отдельных акваторий.

Можно отметить сложность системы циркуляции вод в Беринговом море благодаря наличию циклонических и антициклонических круговоротов, на границах которых возникают зоны конвергенции и дивергенции. Значительная горизонтальная неравномерность в распределении большинства химических характеристик, полученная по данным суточных станций, связана со сложностью динамических процессов в море. Наблюдается тесная зависимость пространственного распределения биогенных элементов от интенсивности вертикального перемешивания и циркуляции вод ниже фотического слоя.

Деятельный слой в Беринговом море, в котором наиболее ярко проявляются сезонные изменения гидрохимических параметров, характеризуется наибольшей активностью происходящих процессов. Этот слой достигает дна лишь на мелководных периферийных участках шельфа. В глубоководных районах моря нижняя граница деятельного слоя располагается на горизонтах от 100 до 200 м, в зависимости от интенсивности динамических процессов и биологической продуктивности. Наиболее близко к поверхности она располагается в узкостях проливов западной части Командорско-Алеутской гряды, а также в южной части глубоководной котловины моря. По мере приближения к присклоновым районам моря нижняя граница заглубляется до 200 м. В этом слое в течение всего года сохраняются достаточно высокие концентрации растворенного кислорода.

**Кислород.** В Беринговом море можно выделить следующие основные типы вертикального распределения растворенного кислорода: в глубоководной части моря максимум содержания кислорода (9,7-11,2 мг/л, степень насыщения 91-103 %) находится в верхнем 100-метровом слое; минимальное содержание кислорода (0,4-1,0 мг/л, степень насыщения 4-9 %) в зависимости от района моря приходится на глубины 550-1000 м; затем наблюдается некоторое возрастание значений, и у дна концентрации кислорода достигают 3,6-4,1 мг/л (степень насыщения 30-35 %).

На большей части мелководных районов максимум содержания кислорода (10,7-17,5 мг/л, степень насыщения 100-150 %) располагается на поверхности, минимальное содержание (около 10 мг/л, степень насыщения 90 %) отмечено у дна.

В поверхностном слое Берингова моря размах внутригодовых (сезонных) колебания содержания растворенного кислорода составляет от 0,3-0,4 до 2,0-2,3 мг/л.

В поверхностных водах Берингова моря максимальное содержание кислорода формируется весной в результате интенсивного фотосинтеза фитопланктона. Наиболее перенасыщены кислородом поверхностные воды прибрежной части моря (до 130-150 %). Нижняя граница слоя, подвергающегося воздействию фотосинтеза и деятельности фитопланктона, не распространяется глубже 50 м.

Осенью на всей акватории Берингова моря в пределах деятельного слоя

отмечается абсолютный внутригодовой минимум содержания растворенного кислорода. Зимой поверхностные воды Берингова моря находятся в состоянии незначительного недонасыщения кислородом. На большей части акватории дефицит не превышает 1-5 %, и только вблизи побережья Камчатки и в мелководных проливах Алеутской гряды он увеличивается до 10-13 %.

В промежуточных водах Берингова моря происходит резкое падение концентрации растворенного кислорода, нитритов и значений pH, с одновременным возрастанием щелочности. Нижняя граница этого слоя располагается на горизонтах от 200-300 до 500-600 м, а в отдельных случаях может заглубляться до горизонта 1000 м. Наиболее близко к поверхности она обнаруживается в районах поступления и дальнейшего распространения тихоокеанских вод, в них же наблюдаются и максимальные вертикальные градиенты этих характеристик.

Отмечено, что в глубоководной части моря слой кислородного дефицита (<1,4 мг/л при минимуме pH=7,6) и максимуме фосфатов - 100 мкг/л) простирается между горизонтами 500 и 1500 м

Кислородный режим глубоководной части Берингова моря и северной части Тихого океана практически одинаков.

Ядро минимума содержания растворенного кислорода располагается в Беринговом море на глубинах от 600-800 до 1000 м с минимальным заглублением в центральной части глубоководной котловины. По мере приближения к островам гряды и материковому склону происходит заглубление этого ядра. Содержание кислорода здесь изменяется от 0,45 до 1,30-1,60 мг/л. Минимальные концентрации (меньше 0,45 мг/л) наблюдаются в центре глубоководной котловины у прол. Ближний.

**pH.** Наиболее заметные межсезонные изменения pH проявляются только в верхнем 30-метровом слое Берингова моря. В теплое время года существуют подповерхностные максимумы, хорошо выраженные на шельфовых участках моря и на большей части глубоководной котловины. Максимальные значения pH, достигающие 7,80, выделяются вблизи островов центральной части Алеутской гряды. Начиная от нижних границ слоя минимума, в глубинных и придонных водах Берингова моря повсеместно наблюдается повышение концентраций растворенного кислорода и значений pH.

Глубина залегания ядра минимума значений pH располагается наиболее близко к поверхности (300-400 м) в районах поступления тихоокеанских вод и в центре Алеутской котловины. При приближении к материковому склону и свалу глубин в районе Алеутской гряды происходит заглубление ядра минимальных значений (до 700-800 м). Значения pH в этом слое, как правило, не превышают 7,65-7,70. Вблизи склоновых участков моря происходит возрастание pH до 7,75.

**Alk.** На поверхности в разных районах Берингова моря значения щелочности в течение года варьируют в основном в пределах 2,05-2,30 ммоль/л.

Максимальные сезонные изменения щелочности отмечаются на поверхности моря. Амплитуды изменчивости щелочности здесь, как правило, составляют 0,05-0,10 ммоль/л (на большей части акватории не превышают 0,01 ммоль/л). В тихоокеанских водах, проникающих в Берингово море - наименьшая

изменчивость (0,01-0,02 ммоль/л).

Основная закономерность распределения величин щелочности состоит в повсеместном увеличении с глубиной. В промежуточных водах происходит резкое падение концентрации растворенного кислорода и значений рН, с одновременным возрастанием щелочности.

В глубинных водах тихоокеанского генезиса наиболее высокие значения щелочности (2,45-2,48 ммоль/л), но по мере продвижения их к Камчатке понижаются до 2,38-2,40 ммоль/л.

**Биогенные элементы.** Наблюдается тесная зависимость пространственного распределения биогенных элементов от интенсивности вертикального перемешивания и циркуляции вод ниже фотического слоя, а в фотическом слое - значительная сезонная изменчивость концентрации биогенных элементов с максимумом в зимнее время и минимумом в вегетационный период.

Фосфаты. Самые низкие концентрации фосфатов наблюдаются в слое фотосинтеза в теплое время года. В вегетационный период концентрация фосфатов в фотическом слое убывает до 30-40 % от их содержания в периоды регенерации. Сезонные изменения в шельфовых районах достигают дна, а в районе свала глубин - 300-500 м.

При переходе от глубоководных зон к материковому склону содержание фосфатов в верхнем фотическом слое снижается до 23 мкг/л, а в подстилающем слое - до 13-16 мкг/л. При встрече тихоокеанских вод со склоном берингоморского шельфа происходит подъем вод, богатых биогенными веществами, с глубин 300-800 м на поверхностные горизонты.

В промежуточном слое вод содержание фосфатов равномерно и повсеместно возрастает. Ядро промежуточного максимума содержания фосфатов в Беринговом море выделяется на глубинах от 300-500 до 800-1000 м. Минимальное его заглубление отмечается в районах поступления и перемещения промежуточных тихоокеанских вод. По мере приближения к материковому склону происходит заглубление ядра промежуточного максимума содержания фосфатов. Уровень содержания фосфатов в этом слое изменяется в пределах глубоководной котловины от 70 до 120 мкг/л. В тихоокеанских водах их концентрации не превышают 85-95 мкг/л, а у восточного участка склона повышаются до 120 мкг/л.

Нитриты. В пределах деятельного слоя зимой и осенью наблюдаются нулевые концентрации нитритов. В теплый период года в глубоководной части шельфа наблюдаются два максимума: в слое скачка плотности и у дна. Максимальные значения нитритного азота приурочены к слою скачка плотности. В пределах глубоководной котловины выделяется подповерхностный максимум содержания нитритов (горизонты 10-30 м), который наиболее заглублен в присклоновых районах моря и в его юго-восточной части. Нижняя граница подповерхностного максимума на большей части моря располагается на горизонте 100 м, и только в юго-восточной части котловины она заглубляется до горизонта 150 м.

Кремний. Основная особенность вертикального распределения содержания кремния в водах Берингова моря заключается в повсеместном возрастании его

значений от поверхности до придонных горизонтов. Если на поверхности моря значения изменяются от 0-50 до 1000 мкг/л, то в придонных водах они достигают 5500-6500 мкг/л.

На участках шельфа с глубинами 50 м и менее, как правило, концентрации кремния в теплый период года либо неизменны от поверхности до дна, либо незначительно увеличиваются по направлению ко дну.

Придонные воды (от горизонтов 2000-2500 до 3000-3500 м) характеризуются либо неизменными концентрациями кремния, либо незначительным их повышением (на 100-300 мкг/л) сравнительно с промежуточным слоем. Максимальные концентрации кремнекислоты обнаруживаются в придонных водах на глубинах 3000 м и более.

В итоге можно прийти к следующему заключению: Гидрохимический режим Берингова моря по своим показателям (кислород, pH, Alk, биогенные элементы - соединения азота, фосфаты, кремний) соответствует природным нормам.

### ***Охотское море***

В работе дан анализ гидрохимического режима Охотского моря на основе всех имеющихся гидрохимических исследований.

***Соленость.*** В результате исследований подтверждается сходство основного солевого состава (ОСС) вод Охотского моря с солевым составом вод Тихого океана.

Соотношение между концентрацией отдельных элементов основного солевого состава и их общей суммы практически подтверждает постоянство солевого состава в различных районах моря на поверхности и по всей водной толще. Общей закономерностью вертикального распределения почти всех элементов ОСС является увеличение их с глубиной.

Гидрохимический режим. Наиболее характерными показателями гидрохимических процессов, происходящих в море, оказываются кислород, водородный показатель, щелочность и биогенные вещества.

Все имеющиеся к настоящему времени материалы гидрохимических наблюдений показывают, что пространственно-временное распределение гидрохимических показателей (отражающее весь спектр происходящих в море процессов), позволяет разбить толщу вод Охотского моря можно на несколько слоев в зависимости от интенсивности происходящих в них термодинамических, химических и биохимических процессов.

Деятельный слой моря, в котором проявляются сезонные изменения гидрохимических параметров, характеризуется наибольшей активностью происходящих процессов. До придонных горизонтов этот слой распространяется только на периферийных участках шельфа исследуемой акватории. По мере продвижения в открытые районы моря его нижняя граница заглубляется до 150 м, а в районе Курильских проливов, где происходит интенсивный водообмен, нижняя граница деятельного слоя располагается на горизонтах 200-250 м.

***Кислород.*** Поверхностная зона наиболее насыщена кислородом. В теплый период года здесь отмечается интенсивное развитие фитопланктона, приводящее к перенасыщению вод моря кислородом. Весной и летом на преобладающей



части исследуемой акватории образуется подповерхностный максимум кислорода (до 14,5 мг/л). В динамически активных районах моря (Курильские проливы, район Шантарских островов, вход в зал. Шелихова) подповерхностный максимум кислорода лишь слабо проявляется только в летнее время, либо совсем не выражен. Горизонт кислородной компенсации отмечается на глубинах 30-70 м с минимальным заглублением на периферии моря.

**Карбонатная система.** В поверхностном слое выделяются наибольшие значения водородного показателя (до 8,1-8,4) и минимальные значения щелочности. Содержание нитритов здесь не превышает 1,0-1,5 мкг/л, и только в динамически активных районах моря оно возрастает до 2-4 мкг/л.

**Биогенные элементы.** Вертикальное распределение кремнекислоты и фосфатов в деятельном слое оказывается во многом сходным. Концентрация неорганического фосфора изменяется в нем от 50-70 мкг/л на поверхности до 60-90 мкг/л на нижней границе этого слоя. В весенний период вследствие активного фотосинтеза уровень концентрации фосфатов в поверхностном слое не превышает 50 % зимнего содержания. Весной в Охотском море формируется два подповерхностных слоя: подповерхностного максимума и подповерхностного минимума фосфатов. Глубина подповерхностного минимума совпадает с расположением максимального содержания кислорода.

Максимальное содержание кремния в поверхностном слое отмечается зимой. Концентрация его составляет 1000-1500 мкг/л на верхней границе и 1200-1700 мкг/л на нижней границе деятельного слоя. Летом содержание кремнекислоты в этом слое уменьшается до 500 мкг/л, а в отдельных случаях близко к аналитическому нулю. В весенне-летнее время на горизонтах подповерхностного максимума кислорода формируется подповерхностный слой минимальных значений кремния.

В промежуточном слое сезонные изменения гидрохимических параметров практически не прослеживаются. Однако в их вертикальном распределении наблюдаются свои особенности. Нижней границей данной структурной зоны для рН, щелочности и нитритов является слой минимума кислорода (глубина залегания которого изменяется на акватории моря от 800-1000 до 1200-1500 м); несколько глубже (до 1500-2500 м) она располагается для кремния и фосфора. В этом же слое происходит постепенное понижение содержания растворенного кислорода.

Слой минимума кислорода в Охотском море выражен достаточно отчетливо. Содержание кислорода здесь уменьшается до 1,1-1,8 мг/л (степень насыщения 12-18 %). Мощность слоя минимального содержания растворенного кислорода составляет 200 - 500 м. Максимально заглублен этот слой вблизи островов Курильской гряды (до 1200-1500 м), а по мере продвижения в северную часть моря он постепенно выклинивается на горизонты 800-1000 м. В слое кислородного минимума отмечаются минимальные значения рН (до 7,5-7,8) и максимальные значения щелочности (2,50-2,70 ммоль/л).

Распределение концентраций нитритного азота в промежуточной зоне имеет тенденцию к уменьшению. В слое кислородного дефицита содержание нитритов становится незначительным.

В промежуточном слое повсеместно происходит увеличение концентрации

кремния и фосфатов. В верхней части этой зоны градиенты наиболее велики и составляют для кремния 5 мкг/л на метр, а для фосфатов нередко достигают 0,5 мкг/л на метр. На нижней границе промежуточного слоя образуется основной глубинный максимум кремния (до 4000-6000 мкг/л). Содержание фосфатов здесь достигает 80-140 мкг/л.

Ниже слоя минимума кислорода располагается глубинная структурная зона, отличительной чертой которой является постепенное возрастание содержания кислорода до 2,5-3,0 мг/л и степени насыщения до 22-27 %. Концентрации нитритного азота, как правило, здесь падают до аналитического нуля.

Содержание кремнекислоты в глубинной структурной зоне повсеместно уменьшается, а концентрации фосфатов и значения рН и щелочности с глубиной изменяются мало, либо незначительно возрастают.

Временная изменчивость. К настоящему времени недостаточно сведений о короткопериодной изменчивости гидрохимических параметров Охотского моря. Однако можно отметить, что на акватории Охотского моря размах суточных колебаний содержания растворенного кислорода составляет от 0,3-0,6 до 1,4-2,4 мг/л, а в отдельных случаях достигает 4,3-5,7 мг/л. Периоды колебаний близки к приливным.

Имеющиеся единичные данные суточных наблюдений показывают, что наибольшие колебания рН (до 0,6) отмечаются в поверхностном слое 0-50 м.

Сезонная изменчивость. На основе анализа сезонных значений растворенного кислорода можно вывести ряд закономерностей. Так, максимум концентраций кислорода в поверхностном слое выделяется в вегетационный период.

На поверхности Охотского моря амплитуда внутригодовых изменений содержания растворенного кислорода достигает 1,0-1,4 мг/л и приурочена к северной и западной частям моря. По мере приближения к динамически активным районам моря (Курильские проливы, вход в зал. Шелихова, район Шантарских островов) внутригодовые изменения уменьшаются.

**Значения рН** весной и летом в поверхностном слое на 0,3-0,5 больше, чем зимой. Весной и летом в подповерхностном слое (около 10 м) появляется максимум рН, превышающий значения рН на поверхности моря на 0,1-0,2.

Наиболее существенные сезонные изменения щелочности происходят в поверхностном слое моря (до 0,10-0,20 ммоль/л). Области с наибольшей внутригодовой изменчивостью расположены у северо-западного и северного побережий о. Сахалин, в прибрежных водах около Охотска и в зал. Терпения. В водах, омывающих острова Курильской гряды, отмечается минимальная изменчивость (не превышающая 0,10 ммоль/л). С ростом глубин внутригодовая изменчивость щелочности уменьшается и на горизонте 50 м составляет не более 50 % аналогичных значений на поверхности.

Внутригодовые изменения содержания кремния на поверхности Охотского моря не превышают 200 мкг/л. В открытой части моря они достигают 1000 мкг/л, причем наиболее высокие значения наблюдаются в водах Камчатского течения. Максимальные значения амплитуд на горизонте 50 м выделены в северо-западной части Охотского моря, а минимальные - в юго-восточной.

Внутригодовая изменчивость *фосфатов* наиболее значительна в верхнем 150-200 - метровом слое; с увеличением глубины амплитуды внутригодовых колебаний уменьшаются.

Внутригодовая изменчивость содержания *нитритов* на поверхности моря составляет 0,2-4,0 мкг/л. Минимальные амплитуды наблюдаются в центральной части моря (0,2-1,0 мкг/л).

Анализ гидрохимического состояния вод Охотского моря показал, что в деятельном слое пространственные особенности распределения отдельных элементов в основном зависят от комплекса гидрометеорологических и динамических факторов, а также химических и биохимических процессов. Большое воздействие оказывает и адвекция речных и тихоокеанских вод с дальнейшим их перераспределением по акватории Охотского моря.

В промежуточных и глубинных водах моря, где нет влияния процессов, происходящих на границе раздела вода - воздух, на пространственные особенности распределения конкретных параметров, доминирующее влияние оказывают адвекция тихоокеанских вод и динамические особенности короткопериодных колебаний и квазистационарных крупномасштабных перемещений вод Охотского моря.

### ***Японское море***

Своеобразие формирования гидрохимического режима Японского моря во многом определяется тем, что глубинная водная масса Японского моря не имеет непосредственного сообщения с Тихим океаном (в отличие от Берингова и Охотского морей), вследствие малых глубин Сангарского и Корейского проливов. Свойства глубинных вод Японского моря формируются под действием двух факторов: глубинной циркуляции, возбуждаемой циклоническим вращением поверхностных вод, и исключительно интенсивной конвекцией, возникающей в холодное время года в северной и северо-западной частях моря. Оба этих фактора и определяют формирование глубинных вод, в частности характерное для них высокое содержание кислорода.

По гидрологическим и гидрохимическим характеристикам в Японском море выделяются водные массы: в поверхностной зоне (ПВМ), промежуточная (ПрВМ) и глубинная (ГВМ). ПВМ занимает слой приблизительно до 25 м и летом отделена от нижележащих вод четким слоем термоклина, для нее характерны самые большие колебания температуры, солености и гидрохимических показателей в зависимости от сезона года и района моря. Промежуточная водная масса, залегающая ниже поверхностной, в Японском море слабо выражена. ГВМ по своим гидрологическим характеристикам весьма стабильна.

Особого внимания заслуживает сложная гидрологическая и гидрохимическая картина на шельфе, где на формирование гидрохимического режима оказывает влияние материковый сток, льдообразование, сгонно-нагонные явления, приливное перемешивание и малые глубины. В результате сложного взаимодействия этих процессов на отдельных участках мелководья формируются различные модификации водных масс второго-третьего порядков. Так, на шельфе Приморья по значениям температуры поверхностных и придонных слоев (с учетом сезонных колебаний) выделено семь локальных термически однородных водных масс - три поверхностных, холодная подповерхностная, две глубинные и

донная, отличающиеся и по своим гидрохимическим характеристикам.

С учетом распространения этих модификаций и их определенного сочетания выделено на приморском шельфе три зоны: прибрежная (с нестратифицированной однослойной структурой и наибольшими сезонными изменениями температуры и гидрохимических характеристик), морская (с адвекцией на шельф глубинных япономорских вод) и шельфовая.

В прибрежной зоне (в том числе в бухтах и заливах) наблюдается более сложная и своеобразная картина вертикального и горизонтального распределения гидрохимических характеристик, а также их сезонной и внутрисезонной изменчивости. Гидрологический и гидрохимический режим прибрежных вод формируется под влиянием водообмена с открытым морем, речного стока, сгонно-нагонных и приливно-отливных явлений. Годовая, сезонная и внутрисезонная динамика химических элементов находится также в связи с функционированием фитопланктона и регенерацией их органических форм.

Таким образом, своеобразие гидрологии и гидрохимии Японского моря в первую очередь определяется изоляцией его котловин островами и мелководными проливами от больших глубин Тихого океана. Глубинные водные массы Японского моря - это главным образом трансформированные поверхностные воды холодного сектора моря. Прямое отепляющее действие глубинных вод океана здесь исключено. Поэтому, несмотря на более низкоширотное положение Японского моря, по сравнению с Беринговым и Охотским морями, в глубинах котловин оно имеет в более низкую температуру и высокое содержание кислорода. В глубинных водах, особенно его холодного сектора, насыщение кислородом - до 70 %. Следствием отсутствия поступления тихоокеанских глубинных вод в Японское море является и относительно низкий запас биогенных элементов. Их концентрации в Японском море почти в два раза ниже, чем в Охотском и Беринговом морях.

**Кислород.** Для вод Японского моря характерно исключительно высокое содержание растворенного кислорода по всей толще вод, особенно в ПВМ и в ПрВМ, а также и насыщение кислородом.

Благодаря интенсивному вертикальному перемешиванию, в япономорской водной массе зимой образуется слой с однородной температурой. В связи с этим, в северных районах моря от поверхности до глубины 100-150 м наблюдается почти однородное, близкое к насыщению (95-98 %), содержание кислорода.

Сезонная изменчивость гидрохимического режима Японского моря затрагивает не только ВКС (верхний квазистационарный слой), но также и более глубокие слои моря. Эта изменчивость обусловлена усилением вертикального перемешивания в зимний сезон по обе стороны пикноклина. Усиление интенсивности перемешивания в глубинных слоях моря зимой вызвано как склоновой конвекцией так и глубокой конвекцией в открытой части моря.

Согласно общей закономерности вертикального распределения, содержание растворенного кислорода в Японском море с глубиной уменьшается. Однако, не только поверхностные, но и глубинные воды, хорошо аэрированы. Сезонные изменения кислорода прослеживаются до глубины 500-1000 м. В толще вод Японского моря отсутствует, или очень слабо проявляется минимум кислорода, характерный для других дальневосточных морей и Тихого океана.

Зимой концентрация растворенного кислорода на горизонте 500 м составляет 0,45-0,55 мг-ат/л, насыщение 65-75 %. Весной эти показатели несколько повышаются до 0,55-0,60 мг-ат/л, 70-80 % насыщения. На глубинах 1000-1500 м, как абсолютное, так и относительное содержание кислорода достаточно высокое: в зимний период 0,45-0,50 мг-ат/л, 60-65 %; весной несколько выше - (65-75 %); летом и осенью соответственно 0,46-0,50 мг-ат/л, 60-65 % насыщения. Ниже 1500 м содержание кислорода остается постоянным или незначительно увеличивается. Увеличение в слое 1500-2000 м колеблется от 0,5 до 3-5 % насыщения.

Но при этом следует отметить, что на шельфе и материковом склоне северо-западной части моря (особенно в р-не между зал. Ольга и м. Золотой) биомасса бентоса образует огромные скопления и скорость накопления органического вещества в осадках значительно выше, чем на других участках шельфа Приморья, что, несомненно, сказывается на кислородном режиме в придонных водах. Особенно следует обратить на это внимание при нарушении донных отложений в процессе проведения работ по заглублению кабеля в грунты.

**Карбонатная система.** Особенности пространственного и вертикального распределения показателей карбонатной системы - парциального давления углекислоты, рН и щелочности и их временной изменчивости в водах Японского моря обусловлены его гидрологическими условиями: температурным режимом водных масс, их соленостью, циркуляцией, а также биохимическими процессами, протекающими в морской среде.

Климатическая зональность распределения парциального давления углекислого газа в водах Японского моря характерно для обоих сезонов. Северо-западная часть моря выделяет углекислый газ в атмосферу, благодаря глубокой конвекции зимой и подъему к поверхности глубинных вод с высоким содержанием углекислого газа. Распределение парциального давления углекислого газа для зимнего сезона в общих чертах коррелирует с распределением кислорода. В северной части моря существует область с парциальным давлением углекислого газа выше атмосферного (360 мкатм), которая соответствует району глубокой конвекции. Похожая картина в распределении  $P_{CO_2}$  наблюдается в летний сезон, но определяется иными физическими механизмами. Главная причина климатической зональности  $P_{CO_2}$  в этот период в термическом режиме моря и существующей системе циркуляции вод.

Южная часть моря поглощает атмосферный углекислый газ из-за процесса фотосинтеза и охлаждения поверхностных вод, поступающих из Корейского пролива.

**Значения рН** в северной и северо-западной частях моря весной составляют 8,10-8,20. В центральной части моря, вследствие интенсивного циклонического вихреобразования и подъема глубинных, насыщенных  $CO_2$  водных масс, значения рН понижаются до 8,10 и менее.

В летний период в северной части моря, вследствие максимального прогрева поверхностного слоя, а следовательно и интенсивной ассимиляции  $CO_2$  в процессе фотосинтеза, значения рН в поверхностном слое в сравнении с весенним периодом увеличиваются до 8,20-8,30. Наиболее интенсивное продуцирование кислорода наблюдается в слое 10-30 м, в нем же и максимум

водородного показателя. Осенью в северной части моря значения рН в поверхностном слое снижаются до 7,90-8,10. В центральной части моря, вследствие осенней вспышки фитопланктона, значения рН возрастают до 8,30 и более (максимум рН на глубинах 10-30 м).

Ниже слоя фотосинтеза значения рН снижаются. В глубинной водной массе, вследствие окислительных процессов идет накопление двуокиси углерода. Однако, вследствие интенсивного вертикального перемешивания водных масс, характерного для Японского моря, значения водородного показателя на глубинах 1000-1500 м достигают 7,90-8,00. На соответствующих глубинах Тихого океана значения водородного показателя снижаются до 7,70 и ниже.

На севере Японского моря вследствие мощной зимней конвекции в слое 0-250 м отмечается однородность в вертикальном распределении значений щелочного резерва (в поверхностных водах 2,25-2,35 мг-экв/л), в центральной части моря, вследствие значительного осолонения воды - 2,40-2,45 мг-экв/л.

В летний период в северной части моря, вследствие максимального прогрева поверхностного слоя воды и интенсивной ассимиляции  $\text{CO}_2$  в процессе фотосинтеза, щелочной резерв снижается до 2,20-2,25 мг-экв/л. Максимум значений щелочности, вследствие высоких градиентов солености, прослеживается на глубинах 10-30 м в верхнем промежуточном слое. Осенью на севере (выше  $47^\circ$  с.ш.), в связи с охлаждением и ослаблением процесса ассимиляции органического вещества, значения щелочного резерва в сравнении с летним периодом увеличиваются до 2,30-2,35 мг-экв/л. Здесь же происходит резкое вертикальное изменение значений щелочного резерва: максимум наблюдается на 50 м и составляет 2,40 мг-экв/л.

В связи с однородностью вертикального распределения солености, в глубинной водной массе Японского моря распределение значений щелочного резерва также однородно. В отдельных районах моря наблюдается их увеличение ко дну.

**Биогенные элементы.** Глубинные воды (глубже 200-300 м) по содержанию биогенных элементов в холодном и теплом секторах моря различаются незначительно, но при этом в северо-западной части их концентрации немного выше, чем в юго-восточной: соответственно фосфатов 60 и 55 мкг/л, кремнекислоты - 1300 и 980 мкг/л. В нижних слоях япономорской и тихоокеанской водных масс различия в содержании биогенных элементов также незначительны, но при этом в япономорской - несколько выше. В поверхностном и промежуточном слоях заметные различия уже очевидны. В промежуточном слое япономорской водной массы среднее содержание фосфатов - 28, кремния - 520 мкг/л, в тихоокеанской (соответственно) - 10 и 340 мкг/л. В поверхностном слое значения этих элементов составляют: в япономорской - фосфатов 20 мкг/л и кремния 400 мкг/л; в тихоокеанской - фосфатов 9 мкг/л, кремнекислоты - 250 мкг/л.

В прибрежной зоне (в том числе в бухтах и заливах) более сложная и своеобразная картина вертикального и горизонтального распределения биогенных элементов, а также их сезонной и внутрисезонной изменчивости.

В бухтах и заливах концентрации биогенных элементов гораздо выше, чем в открытых водах. Так, в юго-западной части зал. Петра Великого и в бухтах Миносок, Новгородской, Экспедиции, Рейд Паллады зимой концентрации

кремния находятся в пределах 37-96 мкг-ат/л у поверхности и 110-150 мкг-ат/л в придонных слоях. Содержание фосфатов составляет в поверхностных слоях 1,3-3,16 мкг-ат/л, а в придонных - почти везде превышает 3,5 мкг-ат/л. В открытых водах Японского моря содержание этих элементов в несколько раз ниже. Более высокий уровень концентрации биогенных элементов в прибрежной зоне объясняется рядом факторов: береговой сток и размыв берега, но в первую очередь влияет ускоренная циркуляция биогенных элементов, являющаяся результатом высокого темпа их регенерации из взвешенной органической в растворенную минеральную форму на границе дно - вода.

В бухтах внутримесячные флюктуации концентраций биогенных элементов сопоставимы с сезонными и межгодовыми изменениями. Одной из причин этого является влияние сгонно-нагонных явлений, перестраивающих гидрологическую и гидрохимическую картину.

Таким образом, гидрохимический режим северной и северо-западной частей Японского моря в целом находится в пределах природных норм, свойственных этому водоему. Но при этом следует отметить существенное влияние антропогенных факторов в некоторых заливах и бухтах.

## 6.1.5 ЗАГРЯЗНЕНИЕ МОРЕЙ. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ

### 6.1.5.1 Загрязнение Арктических морей

Наибольшую опасность для арктических морей представляют: нефтяные углеводороды (НУ), хлорорганические соединения (ХОС), тяжелые и переходные металлы (ТМ).

Источниками загрязнения арктических морей являются: воды речного стока, распространяющиеся в морях далеко на север; дальний атмосферный перенос; загрязненные воды Гольфстрима. К локальным источникам загрязнения непосредственно в морях относятся: разведка и эксплуатация месторождений углеводородного сырья на шельфе, аварийные разливы нефти, перенос льдами.

Экосистемы арктических морей особенно чувствительны к загрязнению вследствие слабой способности к самоочищению. Концентрированию в них загрязняющих веществ с высокой химической и биохимической устойчивостью способствуют суровый климат, низкие температуры воды. В этих условиях значительная часть (от 40 до 100 %) устойчивых органических ЗВ не подвергается микробной трансформации и накапливается в морских организмах и донных отложениях.

Характер загрязнения морской среды своеобразен для каждого из арктических морей и определяется степенью антропогенной нагрузки и спецификой источников загрязнения; а характер распределение и трансформации ЗВ в экосистеме моря – особенностями климатических, гидрологических и гидробиологических условий.

В открытой части Баренцева моря по наблюдениям 90-х годов концентрации НУ не превышали ПДК (50 мкг/л), изменяясь от нулевых значений до 10 – 40 мкг/л. В донных отложениях НУ в этот период обнаружены не были.

Концентрации ХОС (ГХНЦ) составляют 1,0 – 1,5 нг/л при средних значениях в десятые доли нг/л. По ТМ превышений ПДК в водах обнаружено не было.

В Карском море (открытая часть) средняя концентрация НУ в 1995 г составляла 23 мкг/л. Среднее содержание ХОС (в нг/л) составляло: ДДТ 0,25 – 0,35; ПХБ 0,4 – 6; ГХЦГ 0,16 – 1,73, при этом отмечается тенденция к снижению. Содержание ТМ в открытых водах в 90-е годы составляло для свинца, кадмия, олова и кобальта десятые доли мкг/л, железа, марганца, меди и цинка – от десятых до первых единиц мкг/л. Даже в прибрежных водах концентрации ТМ были значительно ниже значений ПДК<sub>р</sub>.

В море Лаптевых нефтяное загрязнение в открытых районах моря изменялось в пределах 12 – 39 мкг/л, обычно не превышая 15 – 20 мкг/л (ниже ПДК). Концентрация ХОС (ГХЦГ) составила 1,7 нг/л. В 1994 г среднее содержание группы ДДТ составляло 0,2 нг (пределы изменения от 0,01 до 1,2 нг/л), ГХЦГ варьировало от 0,3 до 1,0 нг/л, ПХБ от 2,4 до 7,0 нг/л. В донных осадках концентрации ДДТ варьировали от 0,09 до 0,8 нг/г сухой массы. По ТМ превышения рыбохозяйственных ПДК для Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Cd не обнаружено.

В Восточно-Сибирском море средняя концентрация НУ в 1993 г составила 27 мкг/л. В 1991 г среднее содержание ДДТ составило 0,32 нг/л, ГХЦГ – 2,22 нг/л, ПХБ – 3,5 нг/л. В 1995 г уровни содержания ДДТ в поверхностных водах находились в пределах 0,26 – 3,07 нг/л. Максимальные концентрации ТМ обнаружены в зонах влияния пресных вод в устьевых областях рек. Они значительно ниже ПДК.

В Чукотском море в 1991 г был зафиксирован самый низкий уровень нефтяного загрязнения среди арктических морей – 7,2 мкг/л; в последующие годы он незначительно вырос. Концентрации бенз(а)пирена составляли в водах 0,01 – 0,6 нг/л. Содержание ГХЦГ в водах как Чукотского моря (так и Берингова) значительно превышает содержания других ХОС.; концентрации ПХБ в донных отложениях увеличились с 1988 по 1993 гг в 2 раза. ХОС были обнаружены даже во льдах: ГХЦГ – 3,4 нг/л, ДДТ – 0,016 нг/л, ПХБ – 0,9 нг/л. В 1988 – 1993 гг содержание ДДТ в водах варьировало в пределах 0,003 – 0,095 нг/л.

В Беринговом море в 90-х годах концентрация НУ в воде на большей части акватории составляла 35 – 37 мкг/л. Содержание ПАУ (БП) в последние годы составило 3 – 5 нг/л, а в донных осадках в среднем составляло 0,25 нг/г. Содержание альфа-ГХЦГ в воде оставалось в течение последних пяти лет примерно на том же уровне, а гамма-ГХЦГ за этот период уменьшилось в 4 раза. В донных осадках накопление альфа-ГХЦГ продолжает увеличиваться, а гамма-ГХЦГ значительно уменьшилось. С 1988 г по 1993 г содержание ПХБ в воде увеличилось с 0,26 – 0,56 до 0,66 – 1,07 нг/л, содержание ДДТ обычно 0,01 нг/л. В донных отложениях концентрация ДДТ составила - 0, - 3,4 нг/г, ПХБ - 0,5 – 9,2 нг/г сухой массы. Концентрации ТМ в водах (в мкг/л) составляли в среднем: Pb 0 – 2,05; Cu 0 – 0,68; Cd 0 – 3,69; Hg 0,05 – 0,6; Cr 0,14 – 5,2; Zn 5 – 150; Sb 0,1 – 3,65; Cu 0,08 – 1,02; Pb 0,03 – 0,68; в донных отложениях в среднем – Fe 2,87 %; Cu 22; Mn 362; Zn 92; Pb 3,6; Hg 44; Cd 200 мкг/г.

Концентрации загрязняющих веществ в морях Российской Арктики последовательно уменьшаются в ряду: нефтяные углеводороды, фенолы, тяжелые металлы (в последовательности – цинк, медь, свинец, кадмий), ГХЦГ,



ДДТ. Загрязнение арктических морей нефтяными углеводородами (НУ) убывает в последовательности: Восточно-Сибирское – Карское – Лаптевых – Чукотское. Загрязнение фенолами снижается в последовательности: от 15 мкг/л в море Лаптевых, до менее 10 мкг/л в Карском, Восточно-Сибирском и незначимых – в морях Баренцевом, Чукотском и Беринговом. По тяжелым металлам (ТМ) наиболее высокое загрязнение цинком отмечается в море Лаптевых (12 мкг/л), затем по убывающей концентрации следуют моря – Карское, Восточно-Сибирское, Берингово, Чукотское; концентрации меди последовательно снижаются в ряду морей – Карское (2 мкг/л), Лаптевых, Восточно-Сибирское, одного порядка – в Чукотском и Беринговом; по содержанию свинца - наиболее загрязнено Карское море (4 мкг/л), существенно ниже – в Восточно-Сибирском и Баренцевом и морях, низкие - в море Лаптевых, Чукотском и Беринговом морях; концентрации кадмия низкие во всех арктических морях. Загрязнение ГХЦГ наиболее значительное в Баренцевом море (4 нг/л), в морях – Карском, Лаптевых, Восточно-Сибирском, Чукотском и Беринговом практически одного порядка (около 2 нг/л). Концентрации ДДТ во всех морях ниже 1 нг/л и снижаются в ряду Восточно-Сибирское, Карское, до очень низких в прочих морях.

По индикаторным микроорганизмам воды открытой части Баренцева и Карского морей могут быть оценены как фоновые (в прибрежных акваториях этих морей – умеренно трансформированные). Воды моря Лаптевых оцениваются как фоновые, в отдельных районах – умеренно трансформированные. Воды открытой части Восточно-Сибирского моря можно отнести к фоновым. Наибольшая активность микробных популяций выявлена в южной части Чукотского моря. В Беринговом море численность индикаторных форм микроорганизмов не очень высока, но ареалы их распространения с каждым годом расширялись и в настоящее время они обнаруживаются повсеместно. Индикаторные организмы свидетельствуют о постепенном увеличении загрязнения моря хлорированными углеводородами.

Анализ многолетних данных экологического мониторинга и междисциплинарных исследований свидетельствует о том, что открытые воды арктических морей достаточно чистые, а состояние пелагических экосистем - в целом благополучное. Однако локальные шельфовые районы арктических морей и практически большинство прибрежных зон значительно загрязнены.

#### **6.1.5.1 Загрязнение Дальневосточных морей**

Источниками загрязнения морей являются: воды речного стока; дальний атмосферный перенос; загрязненные воды, поступающие из смежных морских систем. К локальным источникам загрязнения непосредственно в морях относятся: разведка и эксплуатация месторождений углеводородного сырья на шельфе, аварийные разливы нефти, перенос льдами.

Характер загрязнения морской среды своеобразен для каждого из морей и определяется степенью антропогенной нагрузки и спецификой источников загрязнения; а характер распределение и трансформации ЗВ в экосистеме моря – особенностями климатических, гидрологических и гидробиологических условий. Основную опасность для морской биоты представляют следующие явления, связанные с загрязнением среды:

- дефицит кислорода в придонном слое воды, обусловленный расходом растворенного кислорода на окисление органических соединений;
- нарушение баланса питательных веществ (биогенных элементов), связанное с поступлением в больших количествах в прибрежные воды органических и минеральных соединений азота и фосфора (эвтрофикация водоемов);
- накопление (биоаккумуляция) гидробионтами и передача по трофической цепи загрязняющих веществ, включающихся в метаболизм организма и вызывающих разнообразные токсические эффекты.

**Берингово море.** Изучение химического загрязнения Берингова моря за последние 16 лет показало, что распространение органических *ЗВ* год от года становится все более широким. Установлено, что содержание гексахлорциклогексанов (*ГХЦГ*) в пробах воды значительно превышает содержание других определяемых хлорированных углеводородов, например полихлорированных бифенилов (*ПХБ*) и *ДДТ*. Серьезные опасения вызывает загрязнение экосистемы Берингова моря и *ПХБ*.

Исследования биогеохимического цикла бенз(а)пирена – индикатора канцерогенных полициклических ароматических углеводородов (*ПАУ*) показало, что бенз(а)пирен обнаружен во всех компонентах морских экосистем, но при этом следует отметить резкое снижение его концентраций в последние годы. Однако коэффициенты накопления бенз(а)пирена во взвеси и биоте остаются значительными ( $10^2$ - $10^3$ ).

Характеристики концентрации *ЗВ* в Беринговом море в 90-х годах: концентрация *НУ* в воде на большей части акватории составляла 35-37 мкг/л. Содержание *ПАУ* (*БП*) в последние годы составило 3-5 нг/л, а в донных осадках в среднем составляло 0,25 нг/г. Содержание альфа-*ГХЦГ* в воде оставалось в течение последних пяти лет примерно на том же уровне, а гамма-*ГХЦГ* за этот период уменьшилось в 4 раза. В донных осадках накопление альфа-*ГХЦГ* продолжает увеличиваться, а гамма-*ГХЦГ* значительно уменьшилось. С 1988 г по 1993 г содержание *ПХБ* в воде увеличилось с 0,26-0,56 до 0,66-1,07 нг/л, содержание *ДДТ* обычно 0,01 нг/л. В донных отложениях концентрация *ДДТ* составила - 0-3,4 нг/г, *ПХБ* - 0,5-9,2 нг/г сухой массы. Концентрации *ТМ* в водах (в мкг/л) составляли в среднем: Pb 0-2,05; Cu 0-0,68; Cd 0-3,69; Hg 0,05-0,6; Cr 0,14-5,2; Zn 5-150; Sb 0,1-3,65; Cu 0,08-1,02; Pb 0,03-0,68; в донных отложениях в среднем – Fe 2,87 %; Cu 22; Mn 362; Zn 92; Pb 3,6; Hg 44; Cd 200 мкг/г.

Показательна характеристика загрязнения Берингова моря в сравнительном аспекте с ситуацией в ряде других дальневосточных морей РФ: по сравнению с другими морями, загрязнение Берингова моря минимально как по комплексу приоритетных *ЗВ*, так и по отдельным *ЗВ*. По мнению Ю.А. Израэля и А.В. Цыбань [Антропогенная экология океана, 1989] Берингово море можно отнести к фоновым регионам Мирового океана.

Концентрации загрязняющих веществ в субарктическом Беринговом море последовательно уменьшается в ряду: нефтяные углеводороды, фенолы, тяжелые металлы (в последовательности – цинк, медь, свинец, кадмий), *ГХЦГ*, *ДДТ*. Загрязнение фенолами в Беринговом море незначимо. Из тяжелых металлов в Беринговом море наиболее значимо загрязнение цинком,

концентрации меди, свинца и кадмия низкие (существенно ниже, чем в других представленных морях). Загрязнение *ГХЦГ* в Беринговом море – в среднем около 2 нг/л, практически одного порядка с арктическими морями РФ – Карским, Лаптевых, Восточно-Сибирским, Чукотским. Концентрации *ДДТ* в Беринговом море очень низкие.

Показательны характеристики индикаторных микроорганизмов - гетеротрофов, адаптировавшихся к повышенным концентрациям органических загрязняющих веществ, в том числе токсичных, их количество отражает динамику мутаций микробных популяций и, следовательно, антропогенную изменчивость экосистемы. К сожалению, из рассматриваемых морей, они исследовались только в Беринговом море. В Беринговом море численность индикаторных микроорганизмов еще не очень высока, но ареалы их распространения с каждым годом расширялись и в настоящее время они обнаруживаются практически повсеместно. За счет микробной деградации в Беринговом море разрушается от 8 до 65 % бенз(а)пирена. Но при этом следует отметить, что в условиях субарктических морей значительная часть устойчивых органических *ЗВ* не подвергается микробной трансформации и активно накапливается в гидробионтах и донных отложениях.

В настоящее время Берингово море относится к наиболее чистым районам субарктического бассейна Мирового океана. Существующие уровни химического загрязнения еще не оказывают существенного влияния на экосистему Берингова моря. Вместе с тем, долгопериодные исследования выявили ряд негативных экологических последствий антропогенного воздействия [Динамика экосистем Берингова..., 2002]:

- ярко выраженную тенденцию увеличения загрязнения полициклическими ароматическими и хлорированными углеводородами в некоторых районах моря;
- наличие широко используемых пестицидов в морской воде;
- прогрессирующую аккумуляцию хлорированных и полициклических ароматических углеводородов (особенно *ПХБ* и *БП*) во взвешенном веществе, гидробионтах и донных отложениях;
- увеличение численности и ареалов распространения индикаторных микроорганизмов.

Таким образом, подводя итог сведениям о загрязнении Берингова моря, можно рассматривать его в настоящее время как фоновый район океана, подверженный незначительному антропогенному воздействию [Израэль, Цыбань, 1989], поскольку Берингово море удалено от основных источников загрязнения – промышленных зон [Исследование экосистемы Берингова..., 1990, Динамика..., 2000]. Имеющиеся материалы свидетельствуют о благоприятной в целом экологической обстановке в этом бассейне. Наблюдаемые спектры концентрации углеводородов, микроэлементов, двуокиси серы соответствуют фоновым уровням, характерным для открытых районов океана. Но при этом необходимо особо отметить выраженные коэффициенты накопления металлов и особенно бенз(а) пирена (*БП*) в планктонных организмах. Этот факт подчеркивает способность морской биоты аккумулировать химические соединения даже в относительно чистой среде. Основную роль существующего в морской среде

уровня *БП* играют, вероятно, дальний атмосферный перенос загрязняющих веществ и некоторые природные источники. В их числе потоки *ПАУ* вулканогенного и нефтяного (природные выбросы нефтяных углеводородов с морского дна) происхождения [Исследования экосистемы Берингова..., 1983].

**Охотское море.** Данные, полученные для Охотского моря по концентрации тяжелых металлов сравнимы с их средними величинами для вод Тихого океана. Отмечено концентрирование металлов в поверхностном микрослое.

Характерной особенностью распределения микроэлементов в поверхностном слое моря явилась связь с особенностями гидродинамического режима моря, то есть увеличение концентраций металлов в зонах апвеллингов, а также в районах распространения распресненных вод.

Исследование вертикального распределения металлов выявило его сходство с распределением некоторых биогенных элементов (фосфора, азота). Наиболее ярко выраженная характерная черта вертикального распределения металлов - подповерхностный максимум, располагающийся в зоне наибольшего скачка плотности и связанный, скорее всего, с процессами разложения отмерших планктонных организмов, накапливающихся на границе раздела вод различной плотности.

Содержание алифатических углеводородов (*УВ*) в поверхностном слое сопоставимо с данными предыдущих исследований 90-годов, несмотря на некоторые различия в методиках определения. Распределение концентраций углеводородов в исследованном районе, скорее всего - результат действия природных факторов.

Среднее содержание алифатических *УВ* в поверхностных водах Охотского моря, за исключением северо-восточного шельфа о. Сахалин, изменялось в диапазоне 15-33 мкг/л, в ПМС оно было несколько выше. Удаление от берега и «барьер» река - море в Сахалинском заливе сказывались в значительно меньшей степени на распределении растворенных *УВ*, чем их взвешенной формы. Состав алканов в водах Прикурильского района, западнокамчатского шельфа моря и Сахалинского залива указывал на их смешанный аллохтонно-автохтонный генезис. Среднее содержание *ПАУ* в поверхностных водах изменялось в диапазоне 5-12 нг/л, в ПМС их концентрации в среднем были в 2 раза выше. В составе *ПАУ* доминировали нафталин и фенантрен; пирен и бенз(а)пирен относятся к минорным компонентам.

Принимая во внимание неизменность на протяжении последних лет средних концентраций алифатических *УВ* (20 мкг/л) и *ПАУ* (8 нг/л), эти величины их содержания в водах Охотского моря можно считать фоновыми.

Донные отложения исследованных прибрежных районов Охотского моря, особенно песчанистые осадки Сахалинского шельфа, характеризуются низким содержанием *ОВ* и *УВ*, где средние концентрации  $S_{орг}$ , алифатических *УВ* и *ПАУ* соответственно составили 0,11 %, 4,6 мкг/г и 1,84 нг/г. Состав *УВ* донных осадков в основном формируют аллохтонные, автохтонные, а в северо-восточной части Сахалинского шельфа и миграционно-нефтяные соединения. В составе *ПАУ* практически не обнаружено влияние пиролитических источников.

Следует отметить, что на восточном шельфе о. Сахалин в районе

нефтегазовых месторождений выявлены области с концентрациями алифатических УВ в воде, значительно превышающими ПДК для нефтяных УВ. В донных осадках доля УВ повышалась до 1,5 % от  $C_{орг}$ . Предполагается, что аномалии в содержании и составе УВ имеют аллохтонное происхождение и обусловлены их естественным просачиванием из осадочной толщи.

Результаты токсикологических исследований по биотестированию поверхностного слоя воды и ПМС, полученные в различных районах Охотского моря, так же как и ранее в западной части Берингова моря [Исследование..., 1995], показали, что поверхностные воды практически не проявляют токсических свойств. Однако на единичных станциях в пробах поверхностных вод, в том числе с экстремально высоким содержанием пестицидов (ДДЕ) - от  $10 \cdot 10^{-6}$  до  $100 \cdot 10^{-6}$  мг/л, отмечалась токсичность от слабого до среднего уровня, зарегистрированная на различных тест-объектах (микроводоросли, икра морских ежей). В то же время в тихоокеанских водах на исследованной акватории вдоль о. Кунашир отмечается эффект слабой токсичности поверхностного слоя, несколько возрастающий в ПМС.

Водные вытяжки донных отложений в большинстве проб исследованных районов Охотского моря, так же как и в западной части Берингова моря, проявляют слабый токсический эффект. Однако при разведении этих вытяжек в 2 раза токсический эффект (за редким исключением) снимается. По всей видимости, вещества, токсически действующие на тест-объекты, неустойчивы в воде.

Таким образом, данные, полученные в результате широкомасштабного биотестирования вод и донных отложений Охотского и Берингова морей, можно рассматривать в настоящее время в качестве фоновых характеристик при мониторинге качества водной среды в условиях усиливающего антропогенного влияния на экосистемы.

Следует отметить, наличие в южной части Охотского моря достаточно обширной зоны с дефицитом кислорода в придонных водах и участка донных отложениях с сероводородным заражением.

**Японское море.** Уровень загрязненности морских вод открытой части залива НУ в сентябре 1994 г. превысил 0,21 мг/л (4 ПДК), среднемесячное содержание составило 2 ПДК. Среднемесячное содержание фенолов – 5 ПДК, СПАВ – менее 1 ПДК (максимумы составили соответственно 7 и 2 ПДК). Содержание ХОП группы ГХЦГ было очень незначительно: максимальные концентрации группы обоих изомеров не превысило 0,1 нг/л. Из ХОП группы ДДТ обнаружены ДДТ и ДДД, среднее содержание которых составило 0,3 и 1,4 нг/л, а максимальное – 1,2 и 2,2 нг/л соответственно.

Содержание токсических металлов в водах открытой части залива практически не превысило ПДК (за исключением цинка). Концентрация меди изменялась в диапазоне 1,6–4,0 мкг/л, кадмия – 0,1–4,8 мкг/л, железа – 11–24 мкг/л, цинка – 19–51 мкг/л. Концентрации никеля и кадмия во всех районах наблюдений были постоянны (0,5 и 0,4 мкг/л соответственно). Уровень загрязнения морских вод ртутью не превысил 0,06 мкг/л.

Кислородный режим был в норме: содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне 6,86–9,33 мг/л, составив в среднем 8,23 мг/л (101,7 %

насыщения).

По результатам наблюдений, проведенных в зал. Петра Великого в 1994 г. воды всех исследованных районов соответствовали IV-V классам, включая и открытую часть залива.

Межгодовую динамику состояния загрязненности открытой части зал. Петра Великого вследствие отсутствия систематических наблюдений Госкомгидромета проследить невозможно.

Сопоставление (по материалам «Ежегодников...») показателей загрязнения *ИЗВ* по районам залива Петра Великого – зал. Амурский залив, Уссурийский залив, зал. Находка за период – конца 90-х и начала 2000-х годов показали, что за весь 7-летний период четкой тенденции в уровне загрязненности морских вод для всех рассматриваемых районов не наблюдается. Последовательное снижение показателей *ИЗВ* за период 1996-2002 г. можно отметить только в водах Уссурийского залива (с *ИЗВ* 1,81 - в 1996 г., до 0,92 в 2002 г.). Максимальные величины *ИЗВ* наблюдались: в Амурском (*ИЗВ* 1,94) и Уссурийском (1,81) заливах – в 1996 г; в зал. Находка и в б.Золотой Рог - в 2000 г. Следует отметить, что осредненные по районам за 7-летний период показатели *ИЗВ* близки.

В 2000-х годах (2000-2001-2002 гг.) отмечено последовательное улучшение качество вод Амурского залива, бухты Золотой Рог с проливом Босфор Восточный и Уссурийского залива. Класс загрязнения вод Амурского залива и бух. Золотой Рог – в эти годы соответственно изменялся: V–IV–III; Уссурийского залива: IV–IV–III; бух. Находка: V–III–III.

В 2000-х годах (в период 2000-2002) отмечена следующая динамика уровня загрязненности морских вод прибрежных районов зал Петра Великого: уровень содержания *HУ* незначительно снизился в бухте Золотой Рог; а в Амурском и Уссурийском заливах - повысился; в заливе Находка не изменился. Среднегодовое содержание фенолов в воде было на уровне 1 - 2 ПДК. Содержание *СПАВ* в воде, в эти годы, в среднем не превышало 1 ПДК. Во всех прибрежных районах наблюдалось некоторое снижение уровня загрязненности морских вод ХОП.

В этот период в водах залива Петра Великого осредненные концентрации всех определяемых токсичных металлов практически не превышали ПДК. Повысилось только среднегодовое содержание меди в б. Золотой Рог. Во всех рассматриваемых районах залива снизилось содержание ртути.

*Кислородный режим* в прибрежных районах зал. Петра Великого был удовлетворительным. Однако в теплый период в бухте Золотой Рог и в Амурском заливе наблюдались, как обычно, случаи снижения содержания растворенного кислорода ниже 1 ПДК: в Амурском заливе – до 2,92 мг/л, 35 % насыщения; в бухте Золотой Рог – до 2,16 мг/л, 26,9 %.

Донные отложения прибрежных районов залива Петра Великого за весь рассматриваемый период загрязнены нефтепродуктами, фенолами, пестицидами группы *ГХЦГ* и группы *ДДТ*, а также токсичными металлами. В последние 5-6 лет отмечаются чрезвычайно высокие концентрации железа в донных отложениях во всех прибрежных районах. В наибольшей степени загрязнены донные отложения бухты Золотой Рог и залива Находка.

Высокий уровень загрязненности донных отложений свидетельствует о том, что происходит интенсивное загрязнение районов, превышающее его самоочищающую способность.

По материалам исследований научных подразделений Приморского края: в сильно загрязненных районах залива Петра Великого и во внутренних частях заливов второго и третьего порядка со слабым водообменом (б. Золотой Рог и заливы Амурский, Уссурийский, Находка, Славянский, Посыета) в придонном слое воды образуются области с дефицитом кислорода, оказывающие не благоприятное воздействие, особенно на гидробионтов, жизненный цикл которых связан с донными отложениями и придонными водами.

Прибрежная область донных отложений залива Петра Великого испытывает прямое антропогенное влияние. В ней установлено несколько зон с антропогенно измененным микроэлементным составом донных отложений. Донные отложения прибрежных районов зал. Петра Великого загрязнены нефтепродуктами, фенолами, токсичными металлами и хлорорганическими пестицидами. В наибольшей степени загрязнены донные отложения б. Золотой Рог и Амурского залива.

Основными загрязнителями донных отложений залива Петра Великого являются элементы халькофильной группы Zn, Pb, Cd, Cu, Ag. Характер распределения халькофильных элементов определяется главным образом расположением и мощностью антропогенных источников. Распределение литофильных элементов группы железа в донных осадках залива Петра Великого определяется главным образом естественными процессами - физико-химическим выветриванием коренных пород, денудацией рельефа выше главного базиса эрозии и абразией берега.

Основную опасность для морской биоты представляют следующие явления, связанные с загрязнением среды:

- дефицит кислорода в придонном слое воды, обусловленный расходом растворенного кислорода на окисление органических соединений;
- нарушение баланса питательных веществ (биогенных элементов), связанное с поступлением в больших количествах в прибрежные воды органических и минеральных соединений азота и фосфора (эвтрофикация водоемов);
- накопление (биоаккумуляция) гидробионтами и передача по трофической цепи загрязняющих веществ, включающихся в метаболизм организма и вызывающих разнообразные токсические эффекты. Наиболее изучено негативное воздействие на гидробионтов тяжелых металлов.

Следует отметить, что особенности накопления тяжелых металлов различными представителями фауны гидробионтов Амурского залива отражают основные тенденции загрязнения акватории. Данные об элементном составе морской травы – зоостеры из Амурского залива, также говорят о том, что убывающий ряд концентраций элементов в зоостере аналогичен ряду металлов в донных отложениях. Пространственная изменчивость уровней металлов в зоостере свидетельствует о приуроченности их повышенных содержаний к локальным районам техногенного пресса.

Анализ результатов исследования состояния репродуктивной функции морских ежей и приморских гребешков показал, что животные, обитающие в Амурском заливе, не способны давать полноценное потомство, их поселения не могут самовоспроизводиться и, вероятно, поддерживаются за счет притока личинок из чистых акваторий. Все это говорит об ухудшении состояния морских биологических объектов в условиях антропогенного влияния.

Таким образом, результаты сравнительного исследования физико-химического мониторинга морской среды зал. Петра Великого и данные биологических исследований показали наличие нескольких районов с крайне неблагоприятной экологической ситуацией. Это б. Золотой Рог и прол. Босфор Восточный, восточная часть Амурского залива и внутренняя часть зал. Находка. Экологическая ситуация в прибрежных водах г. Владивостока была признана критической еще 10 лет назад. Состояние морской среды вблизи г. Находка, видимо, заслуживает такой же оценки. Экологическую ситуацию в южной части зал. Петра Великого в настоящее время можно оценить как удовлетворительную. Однако уже появились признаки ухудшения состояния морской среды и биоты в мелководных полузакрытых бухтах зал. Посыета и в районе, примыкающем к устью р. Туманной. Видимо, в значительной степени это обусловлено наличием трансграничного переноса загрязненных вод реки морскими течениями. Особую тревогу у исследователей вызывает загрязнение среды хлорорганическими пестицидами, ДДТ и ГХЦГ. Следует отметить, что в список загрязняющих веществ, подлежащих мониторингу, необходимо включить другие хлорорганические пестициды (гептахлор, алдрин, дилдрин и др.), а также фосфорорганические пестициды, ртуть и мышьяк. Интенсивное экономическое развитие бассейна реки может привести к дальнейшему ухудшению экологической ситуации и в южной (менее загрязненной) части зал. Петра Великого. Менее загрязненную юго-западную часть зал. Петра Великого, включая район ДВГМЗ, в течение длительного времени использовали как фоновый район при проведении биомониторинговых исследований. Однако за последние 15 лет произошло удвоение концентраций Cd, Ni и Zn в бурых водорослях из этого района [Экологическое состояние..., 2000, 2001, 2002; Анализ и моделирование..., 2002].

Анализ многолетних данных экологического мониторинга и междисциплинарных исследований свидетельствует о том, что открытые воды рассматриваемых морей достаточно чистые, а состояние пелагических экосистем - в целом благополучное. Однако некоторые локальные шельфовые районы и прибрежные зоны морей значительно загрязнены (примером может служить залив Петра Великого в Японском море).

Следует отметить, что информации о загрязнении открытых районов океана недостаточно. По данным Ю.А. Израэля и А.И. Цыбань [Антропогенная экология..., 1989] имеющиеся наблюдения свидетельствуют об экологическом неблагополучии только в северной и центральной части Тихого океана. Наиболее опасное загрязнение огромных акваторий океанов связано с аварийными разливами нефти и нефтепродуктов, при их добыче и транспортировке.

Косвенным показателем загрязнения могут служить индикаторные бактерии (БП-, ПХБ-, ГД-трансформирующие), исследованные в северо-западной части Тихого океана. В зоне течения Куроиси они выявлены во всей толще вод, за



исключением отдельных горизонтов. При этом соотношение БП-, ПХБ-трансформирующей микрофлоры и общей численности микроорганизмов колебалось от 0,0001 до 10 %.

Многолетние всесторонние советско/российско-американские экспедиционные исследования загрязнения Берингова моря показали, что несмотря на обнаружение загрязняющих веществ в воде, донных отложениях и биоте Берингова моря, в целом экосистему этого моря можно квалифицировать в современный период как фоновый район океана, подверженный незначительному антропогенному воздействию (рыболовство, судоходство, интенсификация добычи нефти на шельфе). Эти сведения также позволяют косвенно сделать заключение и о «фоновом» состоянии экосистемы северо-западной части Тихого океана, подвергающейся загрязнению только на глобальном уровне.

В открытых водах океана наибольшую опасность представляет загрязнение нефтью, встречающейся на поверхности океана в виде пленок, нефтяных агрегатов в растворенной и эмульгированной формах. Нефтяные пленки при аварийных ситуациях распространяются на больших пространствах океана и устойчивы во времени. Слики были отмечены в северной части Тихого океана, в Японском море и вдоль западного побережья Северной Америки.

## **6.2. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАЧЕСТВО ВОДНОЙ СРЕДЫ**

В данной сфере правоотношений применимы следующие международные конвенции, участником которых является Российская Федерация:

- Конвенция ООН по морскому праву от 10.12.1982;
- Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов от 29.12.1972. («Лондонская Конвенция»);
- Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов от 2.11.1973, измененная Протоколом 1978 г. (МАРПОЛ 73/78).

Применительно к предлагаемым Программам, используются российские нормативные правовые документы, регулирующие использование и охрану морской среды.

В соответствии с Федеральным законом «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне РФ» от 31 июля 1998 г. № 155-ФЗ, сброс вредных веществ во внутренних морских водах и в территориальном море запрещаются (статья 37.2).

Требования к рациональному использованию природных ресурсов и охране морской среды при разведке и разработке минеральных ресурсов на континентальном шельфе РФ в исключительной экономической зоне РФ устанавливаются:

- Федеральным Законом от 30.11.1995 № 187-ФЗ «О континентальном шельфе Российской Федерации»;
- Федеральным Законом от 17.12.1998 № 191-ФЗ «Об исключительной экономической зоне Российской Федерации».

В развитие положений Закона от 17.12.1998 № 191-ФЗ приняты:

- Постановление Правительства РФ от 03.10.2000 № 748 «Об утверждении пределов допустимых концентраций и условий сброса вредных веществ в исключительной экономической зоне Российской Федерации»;
- Постановление Правительства РФ от 24.03.2000 № 251 «Об утверждении перечня вредных веществ, сброс которых в исключительной экономической зоне Российской Федерации с судов, других плавучих средств, летательных аппаратов, искусственных островов, установок и сооружений запрещен».

Данными документами устанавливаются:

- пределы допустимых концентраций вредных веществ, сброс которых в исключительной экономической зоне разрешен только в процессе нормальной эксплуатации плавучих средств;
- условия сброса вредных веществ и перечень вредных веществ, сброс которых в исключительной экономической зоне запрещен.

Применительно к нормальной эксплуатации морских судов, при регламентации водозабора и сброса сточных вод, приоритетное значение имеют нормы международного права, в данном случае Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973/78 (МАРПОЛ 73/78). Так, в соответствии с действующим в настоящее время РД 31.04.23-94 «Наставления по предотвращению загрязнения с судов», используемые в процессе деятельности суда должны соответствовать требованиям, предусмотренным Приложением IV Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973/78 (МАРПОЛ 73/78).

Кроме водопотребления и водоотведения, рассмотренных в разделе 6.3., к возможным видам воздействия на морскую среду можно отнести нарушения морского дна и взмучивание при отборе образцов донных отложений. Однако суммарная площадь нарушения морского дна за время отбора всех образцов не превысит 24,73 кв.м<sup>1</sup>, также невелик и объем образующейся взвеси. Вследствие этого данные воздействия можно отнести к локальным, обратимым и, в итоге, незначительным.

### **6.3. ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ**

В разделе «Водопотребление и водоотведение» произведен расчет расхода воды на хозяйственно-бытовые, питьевые и технические нужды основных судов и их персонала.

Предполагается, что в ходе проведения изысканий в Арктических морях

---

<sup>1</sup> Для всех 1808 точек пробоотбора

будут использоваться четыре судна:

- научно-исследовательское судно (НИС) «Капитан Воронин»;
- научно-исследовательское судно (НИС) «Быхов»;
- судно обеспечения «Саян Поларис»;
- судно обеспечения «Sayan Prince».

Суда освидетельствованы в соответствии с Приложением IV Конвенции МАРПОЛ 73/78, что подтверждается приложенными Свидетельствами. Освидетельствование указывает на то, что конструкция, система, установки и материалы судов и их состояние во всех отношениях являются удовлетворительными, и что суда соответствуют применимым требованиям Приложения IV Конвенции.

Основными факторами, оказывающими воздействие на морскую среду при проведении работ, являются:

- использование участка акватории водного объекта для движения судов;
- забор судами морской воды для производственных и хозяйственно-бытовых целей;
- сброс нормативно-чистых вод из системы охлаждения судов;
- сброс неочищенных хозяйственно-бытовых сточных вод с судов за пределами 12-мильной зоны (территориального моря);
- сброс очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод.

### 6.3.1. ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ

#### 6.3.1.1. Объемы потребления морской воды

Основная часть потребляемой судами морской воды используется в системах внешнего контура водоснабжения охлаждения двигателей. Кроме этого, производится забор морской воды на охлаждение кондиционеров и рефрижераторной установки. В таблице 6.3.1 приводится информация о максимальном расчетном потреблении морской воды.

Забор морской воды на судах производится посредством всасывающих клапанов через кингстонные коробки, расположенные в носовой и кормовой части судна. Для предотвращения захвата морских организмов и мусора, входы кингстонных коробок, в соответствии с требованиями СНиП 2.06.07-87, оборудованы решетками с отверстиями диаметром не более 20 мм.

Таблица 6.3.1

**Объемы потребления морской воды**

Параметр	НИС «Капитан Воронин»	НИС «Быхов»	«Саян Полярис»	«Sayan Prince»	Итого
Охлаждение двигателей, м <sup>3</sup> /час	65	65	400	900	1430
Охлаждение кондиционеров, рефрижераторных установок, м <sup>3</sup> /час	16,25	16,25	100	225	357,5
Максимальное потребление, м <sup>3</sup> /час	81,25	81,25	500	1125	1787,5
Период потребления, сут	270	270	270	270	270
Суммарный объем воды, м <sup>3</sup> /период	<b>526500</b>	<b>526500</b>	<b>3240000</b>	<b>7290000</b>	<b>11583000</b>

Суммарный объем потребляемой морской воды составит 11 583 000 м<sup>3</sup>.

**6.3.1.2. Объемы потребления пресной воды**

Пресной водой питьевого качества суда заправляются в порту. Вода расходуется на питьевые нужды и приготовление пищи. Запасы пресной (питьевой) воды составляет: на НИС «Капитан Воронин» - 15 м<sup>3</sup>; на НИС «Быхов» - 15 м<sup>3</sup>; на судне обеспечения «Саян Полярис» - 814 м<sup>3</sup>; на судне обеспечения «Sayan Prince» - 1326 м<sup>3</sup>. На судах имеются опреснительные установки производительностью: на НИС «Капитан Воронин» - 1,5 м<sup>3</sup>/сут; на НИС «Быхов» - 3 м<sup>3</sup>/сут.

В соответствии с письмом Минтранса РФ от 30.03.2001 г. № НС-23-667 «Отходы от эксплуатации судов» и требованиями СанПиН 2.5.2-703-98 «Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания» (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 30 апреля 1998 г. № 16) норма потребления воды питьевого качества для судов данного класса принята 75 л/сут/чел.

Из системы подачи питьевой воды - вода подается к водопотребителям в помещение пищеблока, к умывальникам, душам, а также в туалеты для смыва унитазов и писсуаров.

Таблица 6.3.2

**Объемы потребления пресной воды на хозяйственно-бытовые нужды**

Параметр	НИС «Капитан Воронин»	НИС «Быхов»	«Саян Полярис»	«Sayan Prince»	Итого
Максимально количество персонала на судне, чел	39	24	100	103	266
Норма потребления воды на человека, л/сут	75	75	75	75	75
Суточное потребление, м <sup>3</sup> /сут	2,925	1,8	7,5	7,725	19,95
Период потребления, сут	270	270	270	270	270
Суммарный объем воды, м <sup>3</sup> /период	<b>789,75</b>	<b>486</b>	<b>2025</b>	<b>2085,75</b>	<b>5386,5</b>

Суммарный объем потребляемой пресной воды составит 5386,5 м<sup>3</sup>.

**6.3.2. ВОДООТВЕДЕНИЕ**

Основными сточными водами являются:

- Нормативно-чистая техническая вода, поступающая из системы охлаждения;
- Дренажные воды (штормовые);
- Нефтедержащие льяльные воды;
- Хозяйственно-бытовые сточные воды.

### 6.3.2.1. Нормативно-чистая техническая вода, поступающая из системы охлаждения механизмов судов

Сточные воды из систем охлаждения механизмов судов являются нормативно-чистыми и сбрасываются в море без предварительной обработки. Это связано с тем, что воды, используемые для охлаждения двигателей судна и другого оборудования, не соприкасаются с рабочими поверхностями механизмов и являются полностью изолированными. В таблице 6.3.3 приводится информация о расчетных объемах отведения морской воды после прохождения через системы охлаждения механизмов судна.

При этом основным фактором, который может оказать негативное воздействие на водную среду, является повышенная температура воды, сбрасываемой из системы охлаждения. Однако, конструкция современных судов, задействованных в изыскательских работах, предусматривает охлаждение температуры воды до нормативных показателей перед сбросом её в море. Максимальная разница температуры воды на входе и выходе из системы охлаждения судов, задействованных в данных исследованиях, не будет превышать 5°С, что соответствует нормативным требованиям.

**Таблица 6.3.3**

#### **Объемы отведения морской воды**

Параметр	НИС «Капитан Воронин»	НИС «Быхов»	«Саян Поларис»	«Sayan Prince»	Итого
Охлаждение двигателей, м <sup>3</sup> /час	62,5	62,5	384	864	1373
Охлаждение кондиционеров, рефрижераторных установок, м <sup>3</sup> /час	15,5	15,5	96	234	361
Максимальное отведение, м <sup>3</sup> /час	78	78	480	1098	1734
Период отведения, сут	270	270	270	270	270
Суммарный объем воды, м <sup>3</sup> /период	<b>505440</b>	<b>505440</b>	<b>3110400</b>	<b>7115040</b>	<b>11236320</b>

Суммарный объем морской воды, отводимой за период ведения изыскательских работ, составит 11 236 320 м<sup>3</sup>.

### 6.3.2.2. Дренажные воды

К дренажным водам относятся дождевые воды и штормовые стоки с незагрязненных участков палубы, отводимые по системе открытых коллекторов.

Штормовые стоки и дождевые воды с открытых незагрязненных участков палуб, не оказывают негативного воздействия на экологическое состояние водного объекта, поэтому такие стоки сбрасываются в акваторию по системе открытых коллекторов без предварительной очистки.

С целью быстрого отвода дождевых и штормовых вод с незагрязненных

участков палубы устраиваются штормовые портики.

#### 6.4.2.3. Нефтедержащие льяльные воды

Нефтедержащие льяльные воды образуются при работе машин и механизмов, установленных на судах, в том числе, в результате:

- протечек ГСМ через неплотности соединений трубопроводов и сальники арматуры;
- утечек ГСМ, возникающих при эксплуатации и ремонте механизмов и устройств;
- спуска отстоя из цистерн топлива и масел.

Посредством закрытой системы дренажных коллекторов нефтедержащие сточные воды и льяльные воды, образующиеся в трюмах машинных отделений, поступают в резервуар нефтедержащей воды. В дальнейшем воды, содержащие в своем составе горюче-смазочные компоненты, и сдаются для дальнейшей утилизации при заходе в порт.

Величина среднесуточной нормы образования нефтедержащих вод определена в соответствии с письмом Минтранса РФ от 30.03.01 г. № НС-23-667.

**Таблица 6.3.4**  
**Объемы образования нефтедержащих сточных вод**

Тип судна	Среднесуточная норма НСВ, м <sup>3</sup> /сут.	Эксплуатационный период судна, сут.	Объемы образования нефтедержащих сточных вод, м <sup>3</sup> /период	Объем емкостей для сбора нефтедержащих вод, м <sup>3</sup>
НИС «Капитан Воронин»	0,32	270	86,4	14,97
НИС «Быхов»	0,32	270	86,4	8,01
«Саян Поларис»	0,32	270	86,4	150
«Sayan Prince»	0,32	270	86,4	200
<b>Итого</b>			<b>345,6</b>	<b>372,98</b>

Суммарный объем образующихся нефтедержащих вод составит 345,6 м<sup>3</sup>.

Слив за борт нефтедержащих смесей из льял машинного отделения судна не предусмотрен. Сточные воды, загрязненные нефтепродуктами, поступают в резервуар нефтедержащей воды, по мере заполнения танков суда заходит в порт приписки для передачи нефтедержащих вод специализированной организации: НИС «Быхов» - 11 раз (1 из них по окончании работ); НИС «Капитан Воронин» - 6 раз (1 из них по окончании работ). На двух судах обеспечения «Саян Поларис» и «Sayan Prince» объема емкостей для сбора нефтедержащих вод хватит на весь период ведения изыскательских работ.

#### 6.3.2.4. Хозяйственно-бытовые сточные воды

Для сбора хозяйственно-бытовых сточных вод на судне предусматривается специальная система, по которой вода после использования в туалетах, а также умывальниках, душевых, сливается в общую цистерну для сбора и хранения сточных вод. В соответствии с письмом Минтранса РФ от 30.03.2001 г. № НС-23-667 и «Санитарных правил для морских судов СССР» (утв. Приказом главного

государственного санитарного врача СССР 21 декабря 1982 г. N 2641-82), норма водоотведения хозяйственно-бытовых и фекальных сточных вод для судов данного класса принята 75 л/сут/чел.

**Таблица 6.3.5**  
**Объемы образования хозяйственно-бытовых сточных вод**

Параметр	НИС «Капитан Воронин»	НИС «Быхов»	«Саян Поларис»	«Sayan Prince»	Итого
Максимально количество персонала на судне, чел	39	24	100	103	266
Норма водоотведения воды на человека*, л/сут	75	75	75	75	75
Суточное водоотведение, м <sup>3</sup> /сут	2,925	1,8	7,5	7,725	19,95
Период водоотведения, сут	270	270	270	270	270
Суммарный объем воды, м <sup>3</sup> /период	<b>789,75</b>	<b>486</b>	<b>2025</b>	<b>2085,75</b>	<b>5386,5</b>
Вместимость сборных танков, м <sup>3</sup>	<b>21</b>	<b>5,26</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>246,26</b>
Периодичность сброса сточных вод, раз за период работ	<b>37</b>	<b>92</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	-

Суммарный объем образования хозяйственно-бытовых сточных вод составит 5386,5 м<sup>3</sup>.

На НИС «Капитан Воронин» двух судах обеспечения «Саян Поларис» и «Sayan Prince» имеются установки по очистки сточных вод производительностью 2 м<sup>3</sup>/час. По мере наполнения танков, стоки передаются на установку по очистке сточных вод «ECOMAR 70», где сточные воды очищаются до нормативных показателей (по взвешенным веществам – не более 50 мг/л, по БПК<sub>5</sub> – не более 50 мг/л по коли-индексу – не более 2500/л) в соответствии с действующими Российскими и международными нормативами (РД 31.04.23-94), а так же требованиями Конвенции МАРПОЛ 73/78, а затем сбрасываются за борт за границей 4-х мильной зоны. Т.к. на НИС «Быхов» установки по очистке сточных вод нет, стоки, образующиеся на теплоходе, будут сбрасываться за борот за границей территориального моря (12-ти мильной зоны). Таким образом, сброс очищенных и неочищенных хозяйственно-бытовых сточных вод будет осуществляться в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов международного и российского морского права.

По окончании работ и движении судов в порт демобилизации накопленные на борту судов сточные воды сдаются лицензированной организации для очистки. При работах с использованием НИС «Быхов» сброс за борт неочищенных сточных вод осуществляется 92 раза за период работ – 480,74 м<sup>3</sup>, передача специализированной организации будет осуществлена 1 раз по окончанию работ – 5,26 м<sup>3</sup> (вместимость танков сточных вод). При работах с использованием НИС «Капитан Воронин» сброс за борт очищенных сточных вод осуществляется 37 раз за период работ – 768,75 м<sup>3</sup>, передача специализированной организации будет осуществлена 1 раз по окончанию работ – 21 м<sup>3</sup> (вместимость танков сточных вод); судно обеспечения «Саян Поларис» - 20 раз за период работ – 1925 м<sup>3</sup>, передача специализированной организации будет осуществлена 1 раз по окончанию работ – 100 м<sup>3</sup> (вместимость танков сточных вод); судно обеспечения «Sayan Prince» - 17 раз за период работ – 1965,75 м<sup>3</sup>, передача специализированной организации будет осуществлена 1 раз по окончанию работ

– 120 м<sup>3</sup> (емкость танков сточных вод).

### 6.3.3. ОБЩИЙ ОБЪЕМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Общий объем водопотребления и водоотведения за весь период ведения изыскательских работ приведен в таблице 6.3.6.

**Таблица 6.3.6**

#### **Водопотребление и водоотведение от судов**

Наименование потребителей	Водопотребление в м <sup>3</sup> /период	Водоотведение в м <sup>3</sup> /период	Место отведения сточных вод
1. Морские суда (охлаждение двигателей)	11583000	11236320 <sup>1</sup>	Сброс в море
2. Морские суда (хозяйственно-бытовые воды)	5386,5	5386,5	Сброс в море /передача специализированным организациям
<b>Итого</b>	<b>11588386,5</b>	<b>11241706,5</b>	

Примечание:  
<sup>1</sup> - меньшая цифра водоотведения объясняется потерями морской воды, идущей на охлаждении двигателей, при испарении.

### 6.3.4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ

Для предотвращения загрязнения моря на судах предусмотрен комплекс организационно - технических мероприятий. Ответственность за выполнение на судне комплекса мероприятий по предотвращению загрязнения с судов возлагается на капитана судна. Капитан судна отвечает за:

- реализацию политики судовладельца по обеспечению безопасности и охраны окружающей среды на основе международных конвенций, кодексов и национального законодательства;
- издание соответствующих приказов и инструкций;
- проверку процедур по обеспечению безопасности и предотвращению загрязнения;
- по вопросам безопасности и предотвращения загрязнения капитан обладает полной властью и полномочиями для принятия любых действий, которые, по его мнению, лучшим образом отвечают интересам пассажиров, экипажа, судна и морской среды;
- капитан судна информирует судовладельца о таких неисправностях и других проблемах, которые могут влиять на безопасную эксплуатацию судна или могут нести угрозу загрязнения и которые требуют содействия судовладельца для обеспечения их устранения.

Персонал судна действует согласно требованиям судовладельца по обеспечению безопасности и охране окружающей среды, а также следует указаниям и приказам капитана в этом отношении; проявляет ответственность в целях предотвращения любого загрязнения морской среды.



### 6.3.5. ВЫВОДЫ

Общий объем потребления воды за весь период ведения исследовательских работ составит **11588386,5** м<sup>3</sup>, в том числе на охлаждение двигателей судов - **11583000** м<sup>3</sup>, на хозяйственно-бытовые нужды экипажа судов – **5386,5** м<sup>3</sup>. Общий объем водоотведения за весь период ведения исследовательских работ составит **11241706,5** м<sup>3</sup>, в том числе от охлаждения двигателей судов - **11236320** м<sup>3</sup>, хозяйственно-бытовые сточные воды на судах – **5386,5** м<sup>3</sup>.

## 7. ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА МОРЯ

### 7.1. СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА МОРЯ

#### 7.1.1. ФИТОПЛАНКТОН

Краткая характеристика фитопланктона арктических и дальневосточных морей представлена в таблице 7.1.1

**Таблица 7.1.1**

**Краткая характеристика фитопланктона арктических и дальневосточных морей**

Название моря	Краткая характеристика фитопланктона
Баренцево море	К настоящему времени насчитывается 265 видов, форм, вариантов водорослей - 133 относятся к диатомовым, 122 - к динофлагеллятам, 8 - к золотистым, 2 - к зеленым и 1 вид - к желто-зеленым или разножгутиковым [Рыжов, 1985]. Подавляющее доминирование имеют здесь неритические формы (77,5%). Исследования последних лет подтвердили, что основными первичными продуцентами ОВ в арктических морях являются диатомовые водоросли.
Карское море	Суммарная годовая первичная продукция фитопланктона, составляет 14 млн. т С, среднегодовая - 43 мг С / м <sup>2</sup> сут, т.е. приблизительно в 2,5 раза меньше, чем в Баренцевом море. [Ведерников и др., 1994; Дружков, Макаревич, 1996; Nothig, Kaitner, 1999; Druzhkov, Druzhkova, 1999].
Море Лаптевых и Восточно-Сибирское море	Фитопланктон обоих морей сходен по видовому составу, насчитывает 119 видов, из которых 82 вида представлены диатомовыми водорослями. Преобладают неритические формы, обычные в арктических морях.
Чукотское море	Фитопланктон Чукотского моря отличается от фитопланктона морей Лаптевых и Восточно-Сибирского прежде всего присутствием в его составе значительного числа видов диатомовых, характерных для северной части Берингова моря [Рыжов и др., 1984]. Всего в водах Чукотского моря обнаружено 109 видов одноклеточных водорослей, из которых доминирующими являются 6 видов диатомей: <i>Leptocylindrus danicus</i> , <i>Nitzschia longissima</i> , <i>Nit. Closterium</i> , <i>Thalassiosira granida</i> , <i>Chaetoceros mitra</i> и <i>Ch. furcellata</i>
Японское море	В центральных районах моря в сетном фитопланктоне в начале весны все еще много доминировавшей зимой диатомеи <i>Coscinodiscus wailesi</i> , правда, она в это время уже опускается в более глубокие слои. А в верхних слоях ее заменяют <i>Chaetoceros socialis</i> , <i>Ch. concavicornis</i> , <i>Coscinodiscus centralis</i> , <i>C. granii</i> [Шунтов, 2001]. В заливе Петра Великого и

	сопредельных водах при весенних вспышках доминируют диатомовые. Одновременно с этим весной увеличивается количество перидиниевых - <i>Amphidinium sphaenoides</i> , <i>Gymnodinium blax</i> , <i>G. aquiliforme</i> , <i>Noctiluca miliaris</i> , а в прибрежье в больших количествах появляются золотистые водоросли - <i>Dinobryon pellucidum</i> и др. Годовая продукция фотосинтеза для Японского моря в целом находится в диапазоне 250-300 гС/м <sup>2</sup> .
Охотское море	Весенняя вспышка фитопланктона в Охотском море определяется, как и в других районах дальневосточных морей, диатомовыми. Основу биомассы фитопланктона весной слагают главным образом холодноводные виды. В связи с большой гидрологической неоднородностью Охотского моря, фитопланктонные сообщества различных районов в одно и то же время находятся на разных сукцессионных фазах. При этом нередко наблюдаются ситуации, когда в нижних слоях фотосинтеза преобладает весенний фитопланктон, а у поверхности - летний. из диатомей следует отметить <i>Chaetoceros lacinosus</i> , <i>Ch. didymus</i> , <i>Ch. affinis</i> , <i>Ch. cinctus</i> , <i>Ch. concavicornis</i> , <i>Rhizosolenia setiger</i> , , а из перидиниевых - <i>Peridinium pellucidum</i> , <i>P. pallidum</i> , <i>P. depressum</i> , <i>P. brevipes</i> , <i>P. crassipes</i> [Шунтов, 2001].
Берингово море	Для весенней группировки фитопланктона характерны холодноводные (арктобореальные и арктические), неритические и в меньшей степени панталассные виды диатомовых. Самым массовым из них является <i>Thalassiosira nordenskioldii</i> , на долю которого приходится до 70 % по биомассе [Семина, 1981]. Летом на шельфе в целом преобладают диатомовые и перидиниевые.

### 7.1.2 ЗООПЛАНКТОН

Краткая характеристика зоопланктона арктических и дальневосточных морей представлена в таблице 7.1.2

**Таблица 7.1.2**

**Краткая характеристика зоопланктона арктических и дальневосточных морей**

Название моря	Краткая характеристика зоопланктона
Баренцево море	В пелагической фауне Баренцева моря насчитывается более двухсот видов зоопланктона. Основными потребителями фитопланктона в Баренцевом море являются веслоногие рачки <i>Calanus finmarchicus</i> , которые составляют до 99% биомассы зоопланктона.

Карское море	Среднее значение биомассы зоопланктона в южной части Карского моря - 72 мг /м <sup>3</sup> . В юго-западной части зоопланктон характеризуется относительно высокой биомассой 14—18 г /м <sup>2</sup> , обусловленной круговоротом вод, поступающих из Баренцева моря и богатых детритом вод с востока из зоны находящейся под воздействием речного стока [Виноградов и др., 1994]. Постоянным компонентом зоопланктона Карского моря являются пелагические инфузории.
Море Лаптевых и Восточно-Сибирское море	Особенностью этих морей является смена доминирующего вида копепод: <i>Calanus finmarchicus</i> замещается <i>Pseudocalanus elongatus</i> . Биомасса зоопланктона моря Лаптевых составляет 1,8 x 10 <sup>6</sup> т. Для Восточно-Сибирского моря значения биомассы зоопланктона в поверхностных слоях воды не превышают 200 мг / м <sup>3</sup> , а средняя величина составляет 72мг / м <sup>3</sup> . Биомасса зоопланктона Восточно-Сибирского моря оценивается приблизительно в 2 x 10 <sup>6</sup> т [Petryashov et al., 1995; Kosobokova et al., 1995].
Чукотское море	Средняя биомасса зоопланктона в Чукотском море составляет 356 мг/ м <sup>3</sup> при размахе колебаний от 40 до 1296 мг / м <sup>3</sup> . В южной части широко распространены крупные океанические каляниды ( <i>Calanus plumchrus</i> , <i>C. cristatus</i> , <i>Eucalanus bungii</i> , <i>Metridia pacifica</i> и др.). Также распространены субарктические и арктические зоопланктеры ( <i>C. glacialis</i> , <i>M. longa</i> , <i>C. hyperboreus</i> ).
Японское море	От весны к лету в южной части моря биомасса зоопланктона уменьшается (соответственно 550 и 340 мг/м <sup>3</sup> без поправочных коэффициентов), в центральной части моря она несколько возрастает (330 и 390 мг/м <sup>3</sup> ), а в Татарском проливе и в смежных с ним районах, увеличивается даже в два раза (280 и 570 мг/м <sup>3</sup> ).
Охотское море	По биомассе в числе первых пяти видов по всем сезонам в целом превалируют <i>P. elegans</i> , <i>Th. raschii</i> , <i>P. minutus</i> и <i>C. glacialis</i> (весной – 1139, летом – 1891, осенью – 1712 мг/м <sup>3</sup> [Шунтов, 2001]), а по численности доминируют мелкие прибрежные виды: <i>Acartia longiremis</i> , <i>A. clausi</i> , <i>Centropages abdominalis</i> и др.
Берингово море	В первой десятке видов, на долю которых приходится более 90 % суммарной биомассы зоопланктона, на равных с вышеперечисленными формами оказываются также сагитты [Волков, Ефимкин, 1990 Шунтов и др., 1993]. По вкладу в общую биомассу основных групп зоопланктона, Берингово море во многом является копеподно-сагиттовым водоемом [Шунтов и др., 1993]. Эвфаузииды в западной части Берингова моря обычно находятся на третьем месте, хотя в целом они здесь также весьма многочисленны и занимают важное место в

	питании nekтона [Шунтов и др., 1993]. В пересчете на единицу площади и с учетом планктона мезопелагиали, средняя годовая продукция планктона в Беринговом море окажется равной 1656 г/м <sup>2</sup> . Несколько ниже, но также весьма значительна продукция планктона в эпипелагиали - 1118 г/м <sup>2</sup> : 874 - мирного и 244 г/м <sup>2</sup> - хищного [Шунтов, 2001].
--	--

### 7.1.3 ИХТИОПЛАНКТОН

Краткая характеристика ихтиопланктона арктических и дальневосточных морей представлена в таблице 7.1.3

**Таблица 7.1.3**

**Краткая характеристика ихтиопланктона арктических и дальневосточных морей**

Название моря	Краткая характеристика ихтиопланктона
Баренцево море	<p>Средняя концентрация икры промысловых рыб в южной части моря составила 0,5 экз./м<sup>3</sup>, и средняя концентрация личинок — 1,105 экз./м<sup>3</sup> (табл. 3.2). С использованием средних величин концентрации ихтиопланктона, коэффициентов промвозврата и средней массы рыб в уловах, рассчитана удельная величина потерь рыбных запасов при полной гибели ихтиопланктона в 1 м<sup>3</sup>. Исследования ихтиопланктона в наиболее высокоширотных районах Баренцева моря не проводились. Встречаемость личинок мойвы и атлантической сельди, а также икры трески, сайды и пикши, морских окуней, камбалы-ерша и морской камбалы к северу от 76—77° с. ш. крайне мало вероятна.</p>
Карское море	<p>Нерест и развитие икры и личинок основных полупроходных промысловых рыб (осетровых и сиговых), выходящих в период нагула в заливы-эстуарии, происходит в реках. В заливы скатывается их активно плавающая молодежь, которая может быть обнаружена и в открытых прибрежных районах опреснённых вод, но молодежь способна уходить из опасной зоны воздействия пневмоисточников, радиус которой не превышает нескольких метров. Размножение морских рыб Карского моря изучено очень слабо. Большинство исследований проводилось в Карской, Байдарацкой губах и в прибрежных регионах.</p> <p>Нерест большинства видов происходит на материковых мелководных участках, где преобладают опресненные воды. На глубинах свыше 70 м отмечен нерест только остроного триглопса, чернобрюхого липариса и, возможно, сайки. Хотя во время ихтиопланктонных исследований были обнаружены икра, личинки и мальки лишь 18 видов рыб (с учетом ревизии рода</p>

	<p><i>Liparis</i>, возможно, больше), было бы неправильно ограничивать список размножающихся здесь рыб только ими. Несомненно, в Карском море размножаются все рогатковые (сем. <i>Cottidae</i>), круглопер Дерюгина — <i>Eumicrotremus derjugini</i>, лисичка-лептагон — <i>Leptagonus decagonus</i>, карепрокты, а также виды сем. <i>Zoarcidae</i>. К сожалению, в литературе при подробном описании находжений пелагических икринок и личинок рыб отсутствуют данные об их численности в планктоне.</p>
<p>Море Лаптевых</p>	<p>Ихтиопланктон моря Лаптевых малоизучен. Нерест и развитие икры и личинок основных полупроходных промысловых рыб (осетровых и сиговых), выходящих в период нагула в заливы-эстуарии, происходит в реках. Из морских рыб повсеместно встречается сайка, которая нерестится с октября по март подо льдом, вымётывает крупную пелагическую икру. Её личинки встречаются летом до конца июня, а до конца сентября — мальки длиной 13—42 мм.. В это же время могут встречаться личинки восточно-сибирской трески <i>Arctogadus borisovi</i>. В южной части моря широко распространены рыбы арктического морского комплекса, такие как ледовитоморская рогатка, ледовитоморская лисичка (ульцина), ликоды, липарисы и полярная камбала. Возможно присутствие икры и личинок полярной камбалы и личинок других придонных рыб. В июле—августе в прибрежной зоне многочисленны личинки и мальки ледовитоморской рогатки, которая имеет быстрый темп развития. В сжатые сроки проходит нерест азиатской корюшки, который начинается обычно во второй половине июня [Пирожников, 1947, Тимофеев, 2000]. Личинки корюшки также могут присутствовать в планктоне. Существуют данные о размножении в августе восточной сельди в районе губы Буор-Хая [Отчёт ПИНРО..., 2005], однако данные о наличии её личинок в ихтиопланктоне отсутствуют.</p>
<p>Восточно-Сибирское море и Чукотское море</p>	<p>Ихтиопланктон Восточно-Сибирского и Чукотского морей представлен летом икрой и личинками обычных видов рыб арктического комплекса, нерестящихся весной подо льдом или у кромки льда (сайка, полярная треска <i>Arctogadus borisovi</i>) и в прибрежной зоне (полярная камбала, ледовитоморская рогатка, ульцина, ликоды, керчаки и др.) [Расс, 1945]. Большинство рыб представлено в ихтиопланктоне только личинками, полярная камбала — икрой и личинками. По численности, как и в других арктических морях, преобладают личинки сайки, а также икра полярной камбалы. В прибрежье и заливах южной части Чукотского моря, кроме этих видов рыб, зимой нерестится дальневосточная навага (<i>Eleginus gracilis</i>) и летом в этом районе могут встречаться её личинки. Летом в Чукотское море течением через Берингов пролив могут заноситься в небольшом количестве икра и личинки берингоморского минтая, где встречается и его молодь, по данным ФГУ</p>

	«Россельхознадзор» по Чукотскому АО. Вероятное место расположения — циклонический круговорот, формирующийся летом на траверзе северо-восточного побережья Чукотского п-ова и севернее Берингова пролива [Науменко, Джангильдин, 1987].
Японское море	Ихтиопланктон открытой части Японского моря, изучен слабо. Можно утверждать лишь, что в поверхностном слое моря доминирует икра минтая, нерестящегося ранней весной, и южных видов-мигрантов (сайры, анчоуса, сардины), нерестящихся летом. Наибольшие концентрации икры минтая наблюдаются над свалом глубин, анчоуса — за свалом глубин. Личинки минтая в поверхностных ловах летом встречаются редко, вероятно, они опускаются на глубину. Относительно икры анчоуса известно, что 90% её содержится в верхнем 5-метровом слое моря (Kim, Choi, 1988). Икра и личинки сайры встречаются практически повсеместно и на протяжении длительного периода, однако в умеренных концентрациях. Практически не встречаются в поверхностном слое моря икра и личинки высокочисленных видов глубоководных камбал, прежде всего, длинной и колючей, чему пока нет объяснения.
Охотское море	Из литературных источников известно, что в январе-мае в восточной части Охотского моря в составе ихтиопланктона встречается икра и личинки, относящиеся к 9 семействам: 3 вида тресковых – икра и личинки минтая, икра наваги, личинки трески; 5 видов камбаловых – икра четырехбугорчатой, палтусовидной, звездчатой, желтоперой камбал, личинки белокорого палтуса, дальневосточной песчанки, рогатковых, морских слизней, морских лисичек, птилихтовых, пинагоровых, стихеевых [Балыкин и др., 2002].
Берингово море	<p>В Беринговом море собрана развивающаяся икра следующих видов рыб: <i>Theragra chalcogramma</i> (с марта до конца августа), <i>Hippoglossoides elassodon</i> (с июля до конца августа), <i>Linranda aspera</i> (с июля по сентябрь), <i>Pleuronectes quadrituberculata</i> (в июле), <i>Platichthys stellatus</i> (в начале июля), <i>Glyptocephalus stelleri</i> и <i>gl. zachirus</i> (с конца июня до конца августа), <i>Macrurus</i> sp. (в июле).</p> <p>Массовый нерест отмечен в марте у минтая (<i>Th. chalcogramma</i>) севернее восточных о-вов Алеутской гряды и в июле у желтоперой камбалы (<i>L. aspera</i>) в юго-восточной части Берингова моря. Судя по количеству икры минтая и желтоперой камбалы под 1 м<sup>2</sup> поверхности моря, в юго-восточной части Берингова моря имеются значительные запасы этих видов рыб. [Мусиенко, 1963]</p>

#### 7.1.4 ФИТОБЕНТОС

Краткая характеристика фитобентоса арктических и дальневосточных морей представлена в таблице 7.1.4

**Таблица 7.1.4**  
**Краткая характеристика фитобентоса арктических и дальневосточных морей**

Название моря	Краткая характеристика фитобентоса
Баренцево море	Общие запасы донных водорослей Баренцева моря оцениваются ориентировочно в 600 тыс. т. Запасы промысловых водорослей, включающих фукоиды и ламинарии, в исследованных районах Баренцева моря оцениваются в 350-450 тыс. т [Макаров, Шошина, 1986].
Карское море	Макрофитобентос Карского моря представлен 55 видами, из них зеленые насчитывают 7 видов, бурые 22 и красные - 26 видов.
Море Лаптевых и Восточно-Сибирское море	Макрофитобентос в морях Восточной Арктики находит приемлемые для существования условия лишь в Чукотском море и в прилегающей к нему части Восточно-Сибирского моря. Макрофиты восточного сектора Арктики из-за ограниченности ареала не дают большого вклада в суммарную первичную продукцию [Романкевич, Ветров, 2001].
Чукотское море	<p>В Чукотском море первичная продукция микрофитобентоса была измерена только в восточной части моря в районе мыса Барроу на глубине 5 м. Одновременно была оценена продукция ледовых микроводорослей и фитопланктона</p> <p>Максимум продуктивности ледовых водорослей приходится на май. Предполагается, что в результате таяния льда ледовые диатомеи оседают на дно и продолжают рост, увеличивая продуктивность бентосных диатомовых водорослей. Максимум продукции микрофитобентоса приходится на июль-август, достигая величины 58 мг Сорг/м<sup>2</sup> в час, что в несколько раз превышает продукцию фитопланктона в этом районе. При допущении, что измеренная продукция характеризует всю ту часть сублиторали Чукотского моря, которая пригодна для жизни микрофитобентоса. оценка его годовой продукции для Чукотского моря составит величину 2-3x10<sup>6</sup> Сорг в год. При этом биомасса микрофитобентоса Чукотского моря в августе составит 80x10<sup>3</sup> т Сорг..</p>
Японское море	В верхней литорали наблюдаются характерные пояса хтамалуса и багрянки глойопелтиса, мозаичные заросли с преобладанием красных водорослей, а также зеленой



	водоросли <i>Ulva fenestrata</i> и бурой <i>Sargassum pallidum</i> ; морских трав <i>Phyllospadix iwatensis</i> и <i>Zostera marina</i> - в среднем и нижнем горизонтах литорали.
Охотское море	<p>Макрофитобентос в морях умеренных широт образуют представители водорослей-макрофитов отделов <i>Chlorophyta</i>, <i>Phaeophyta</i> и <i>Rhodophyta</i> и морские травы, принадлежащие семейству взморниковых. Основными его характеристиками являются видовой состав и структура растительных сообществ. Исследования, проведенные в последние десятилетия, показали, что морской макрофитобентос любого по иерархическому рангу фитогеографического района представляет собой структурную единицу биоты, представляющую собой оптимально организованный функциональный комплекс видов. Проведенные нами исследования показали, что в нем достаточно постоянны пропорции количественного состава групп видов с разными таксономическими, морфологическими, размерными, биологическими, ареалогическими и другими характеристиками [Клочкова, 1998; Клочкова, Березовская, 2001 и др.]. Эти же закономерности были обнаружены при анализе альгофлоры Западной Камчатки и северных районов материкового побережья Охотского моря [Емельянова, 2005].</p> <p>Последняя ревизия списка всей альгофлоры материкового побережья Охотского моря привела к его уменьшению до 222 видов (42 <i>Chlorophyta</i>, 74 <i>Phaeophyta</i> и 106 <i>Rhodophyta</i>) [Клочкова, Емельянова, 2005]. Анализ приведенных в аннотированной библиографии данных, позволил определить количество видов водорослей-макрофитов для каждого из шести северных районов (таблица 7.16.). Данные, приведенные в таблице, показывают, насколько неравномерно была изучена флора разных участков побережья Западной Камчатки к концу прошлого столетия. Так для альгофлоры юга Западной Камчатки (район I) было известно 164 вида, для района II - только 67 видов, а соседнего более северного и менее благоприятного по гидрологическим условиям района III - 99 видов.</p>
Берингово море	Донная растительность - фитобентос распространена в прибрежной зоне, главным образом в южной части моря. На мелководье растут зеленые, бурые и красные водоросли, распространена ламинария (морская капуста), морская трава zostera. Местами скопления растений образуют обширные подводные луга.

### 7.1.5 ЗООБЕНТОС

Краткая характеристика зообентоса арктических и дальневосточных морей представлена в таблице 7.1.5

**Таблица 7.1.5**  
**Краткая характеристика зообентоса арктических и дальневосточных морей**

Название моря	Краткая характеристика зообентоса
Баренцево море	Средняя биомасса донных животных Баренцева моря в настоящее время оценивается 78-112 г/м <sup>2</sup> [Кузнецов, 1980]. Общая биомасса исландского гребешка ( <i>Chlamys islandica</i> ) в Баренцевом море оценивается в 62,8 тыс. т, мидий ( <i>Mytilus edulis</i> , <i>Modiolus modiolus</i> ) - 42,8 тыс. т, морских ежей ( <i>Strongylocentrotus droebachiensis</i> ) - 546 тыс. т [Gurevich, 1995].
Карское море	Донная фауна Карского моря относится к арктической холодноводной зоогеографической области, сибирской провинции. Средняя биомасса зообентоса в Карском море составляет 41,5 г / м <sup>2</sup> , и она вдвое ниже, чем в Баренцевом море [Кузнецов, 1976].
Море Лаптевых и Восточно-Сибирское море	В южных частях этих морей преобладают солоноватоводные и эвригалинные виды бентоса ( <i>Mesidothea entomon</i> , <i>M. sibirica</i> , <i>Molgula manhattensis</i> , <i>Portlandia arctica</i> и др.), а в северных - представители общераспространенной морской арктической фауны. Оценка биомассы зообентоса моря Лаптевых и Восточно-Сибирского дает приблизительно одинаковую величину 70 x 10 <sup>6</sup> т сырого веса.
Чукотское море	В северной части моря у края материковой отмели встречаются атлантические формы ( <i>Portlandia lenticula</i> , <i>P. fraterna</i> ). Биомасса зообентоса Чукотского моря при средней удельной биомассе 200 г/ м <sup>2</sup> оценивается в 120 x 10 <sup>6</sup> т сырого веса, ее органическая и карбонатная составляющие в 7,0 x 10 <sup>6</sup> т C <sub>орг</sub> и 2,8 x 10 <sup>6</sup> т C <sub>карб</sub> , а продукция в 2,8 x 10 <sup>6</sup> т C <sub>орг</sub> и 1,3x10 <sup>6</sup> т C <sub>карб</sub> /год [Гребмайер, 1992].
Японское море	Для верхней части свала глубин характерны поясные группировки морской лилии <i>Helioметра glacialis</i> + <i>Ophiura sarsi</i> + <i>Verticordia nadina</i> . Глубже, широкое распространение имеет сообщество лилии <i>Thaumatometra tennis</i> со звездами <i>Ctenodiscus crispatus</i> и <i>Liuidiaster tuberculatus</i> , горгониевым кораллом <i>Primnoa resedaeformis</i> , полихетами <i>Nephthys longosetosa</i> , <i>Harmothoe impar</i> , <i>Harmathoe derjugini</i> , <i>Jasrmineira pacifica</i> , голожаберными моллюсками <i>Chlamylla</i> и <i>Adalaria</i> , и представителями других групп беспозвоночных. На дне глубоководных котловин биомасса зообентоса составляет всего

	около 2 г/м <sup>2</sup> [Шунтов, 2001].
Охотское море	Состав макробентоса (характер группировок) глубоководной котловины (до глубины 2000 м) в основном определяют следующие: <i>Balanus evermani</i> , твердые стеклянные губки, актинии р. <i>Actinostola</i> и <i>Liporiema</i> , звезда <i>Ctenodiscus sp</i> , полихета <i>Potamilla sp</i> , ломкий морской еж <i>Brisaster sp</i> , мягкий коралл <i>Radiceps verrilli</i> , голотурии, букциниды <i>Buccinidae</i> . В качестве субдоминантов отмечены мягкие кораллы - <i>Octocorallia</i> (р <i>Primnoa</i> , <i>Pavonaria</i> ). Состав основных форм в верхней (до 600 м) и нижней (более 600 м) частях материкового склона заметно различается [Шунтов, 2001]. В верхних горизонтах основу макрозообентоса слагают <i>Potamilla</i> , <i>Spongia</i> , <i>B. evermani</i> , <i>Buccinidae</i> , <i>Liponema</i> , <i>Echinoidea</i> , <i>Octocorallia</i> ; в нижнем - <i>Radiceps verrilli</i> , <i>Potamilla</i> , <i>Spongia</i> .
Берингово море	Обычным для донного населения шельфа в продуктивных умеренных морях, в том числе Дальневосточных, является совместное существование трех трофических группировок: сестонофагов, собирающих детритофагов и безвыборочных детритофагов. При этом развитость и положение различных трофических зон во многом зависит от характера рельефа дна и особенно ширины и крутизны шельфа [Нейман, 1971, 1985].

#### 7.1.6 ИХТИОФАУНА

Основную часть ихтиофауны арктических морей составляют арктические виды, автохтоны северных морей (эндемики сибирских морей и циркумполярные виды), к которым примешиваются проникающие с запада арктическо-бореальные и преимущественно бореальные атлантические формы, а с востока арктическо-бореальные и преимущественно бореальные тихоокеанские формы. Краткая характеристика биологии и распространении рыб Арктических морей представлена в таблице 7.1.6.

Таблица 7.1.6

## Биология и распространение рыб арктических морей

Название	Отношение к солености	Степень связи с дном и пелагиалью	Характер географического ареала	Область распространения	Промысловое значение
Сем. Acipenseridae					
Acipenser baeri baeri Сибирский осетр	проходной		арктический	Западная Сибирь	промысловый (промысел в реках)
<i>Acipenser baeri stenorhynchus</i> Длиннорылый сибирский осетр	проходной		арктический	Восточная Сибирь	промысловый (промысел в реках)
Сем. Osmeridae					
<i>Osmerus mordax dentex</i> Азиатская корюшка	проходной		арктический	от Карского до Берингова моря	промысловый (промысел в реках)
<i>Mallotus villosus</i>	морской	Нерито-	Преимущественно	От Баренцева до Берингова	(промысловый) <sup>2</sup>

<sup>2</sup> (промысловый) – вид, промысляемый в более южных районах

Название	Отношение к солености	Степень связи с дном и пелагиалью	Характер географического ареала	Область распространения	Промысловое значение
Мойва		пелагический	бореальный	моря	
Сем. Clupeidae					
<i>Clupea harengus pallasii</i> Тихоокеанская сельдь	морской	нерито-пелагический	бореальный	от Берингова до Восточного Баренцева моря	(промысловый)
Сем. Coregonidae					
<i>Stenodus leucichthys nelma</i> Нельма	полупроходной		арктический	от Тихого океана до р.Лена	промысловый (промысел в реках)
Сем. Salmonidae					
<i>Oncorhynchus keta</i> Кета	проходной		преимущественно бореальный тихоокеанский	от Тихого океана до р.Лена	промысловый (промысел в реках)
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> Горбуша	проходной		преимущественно бореальный тихоокеанский	от Тихого океана до р.Лена	промысловый (промысел в реках)
<i>Salvelinus alpinus</i> Арктический голец	проходной		арктический	циркумполярный	промысловый (промысел в реках)

Название	Отношение к солености	Степень связи с дном и пелагиалью	Характер географического ареала	Область распространения	Промысловое значение
					реках)
<i>Salvenius malma</i> Мальма	проходной		преимущественно бореальный тихоокеанский	от Берингова до Восточно-Сибирского моря	промысловый (промысел в реках)
<i>Salvelinus taranetzi</i> Голец Таранца	проходной		арктический	от Берингова до Восточно-Сибирского моря	промысловый (промысел в реках)
Сем. Gadidae					
<i>Arctogadus borisovi</i> Ледяная треска Борисова	морской	придонный	арктический	Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское моря	нет
<i>Arctogadus glacialis</i> Ледовая треска	морской	криопелагический (подледный)	арктический	Карское, Лаптевых Восточно-Сибирское, Полярный бассейн до района северного полюса	нет
<i>Boreogadus saida</i> Сайка	морской	криопелагический	арктический	от Баренцева до Берингова моря	промысловый
<i>Eleginus navaga</i>	морской	придонно-	арктический	Карское море	промысловый

Название	Отношение к солености	Степень связи с дном и пелагиалью	Характер географического ареала	Область распространения	Промысловое значение
Навага		пелагический			
Сем. Cottidae					
<i>Arctiellus scaber</i> Шероховатый крючкорог	морской, реже в солонова тых водах	донный	арктический	Евроазиатская Арктика	нет
<i>Gymnocanthus tricuspis</i> Арктический шлемоносный бычок	морской	донный	арктический	циркумполяр ный	нет
<i>Icelus bicornis</i> Арктический двурогий ицел	морской	донный	арктический	циркумполяр ный	нет
<i>Icelus spatula</i> Восточный двурогий ицел	морской	донный	арктическо- бореальный	циркумполяр ный	нет
<i>Triglopsis quadricornis</i> Четырехрогий бычок, рогатка	морской	донный	арктический	циркумполяр ный	нет
<i>Triglops nybelii</i> Полярный триглопс	морской	донный	арктический	циркумполяр ный	нет

Название	Отношение к солености	Степень связи с дном и пелагиалью	Характер географического ареала	Область распространения	Промысловое значение
<i>Triglops pingelii</i> Остроносый триглопс	морской	Донный	арктическо-бореальный	циркумполярный	нет
Сем. Agonidae					
<i>Leptagonus decagonus</i> Лисичка-лептагон	морской	донный	арктическо-бореальный	Атлантический сектор	нет
<i>Ulcina olriki</i> Ледовитоморская лисичка	морской	донный	арктический	циркумполярный	нет
Сем. Cyclopteridae					
<i>Cyclopteropsis macalpini</i> Гладкий круглопер Макальпина	морской	донный	арктический	Атлантический сектор	нет
<i>Eumicrotremus derjugini</i> Колючий круглопер Дерюгина	морской	донный	арктический	циркумполярный	нет



Название	Отношение к солености	Степень связи с дном и пелагиалью	Характер географического ареала	Область распространения	Промысловое значение
<i>Eumicrotremus spinosus</i> Атлантический колючий круглонер	морской	донный	арктический	Атлантический сектор	нет
Сем. Liparidae					
<i>Careproctus dubinis</i> Шершавый карепрок	морской	придонный	арктический	Атлантический сектор	нет
<i>Careproctus longipinnis</i> Длинноперый карепрок	морской	придонный	арктический	Атлантический сектор	нет
<i>Careproctus ranula</i> Малоголовый карепрок	морской	придонный	арктический	Атлантический сектор	нет
<i>Liparis fabricii</i> Чернобрюхий липарис	морской	придонный	арктический	циркумполярный	нет
<i>Liparis gibbus</i> Горбатый липарис	морской	донный	арктический	циркумполярный	нет
<i>Liparis tunicatus</i>	морской	донный	арктический	циркумполяр	нет

Название	Отношение к солености	Степень связи с дном и пелагиалью	Характер географического ареала	Область распространения	Промысловое значение
Арктический липарис				ный	
Сем. Zoarcidae					
<i>Gymnelus retrodorsalis</i> Тонкорукий гимнел	морской	донный	арктический	циркумполярный	нет
<i>Gymnelus viridis</i> Широкорукий гимнел	морской	донный	арктический	циркумполярный	нет
<i>Lycenchelus kolthoffi</i> Пятнистая лиценхела	морской	донный	арктический	Атлантический сектор	нет
<i>Lycodes eudipleurostictus</i> Двуперый ликод	морской	донный	арктический	Атлантический сектор	нет
<i>Lycodes pallidus</i> Бледный ликод	морской	донный	арктический	циркумполярный	нет
<i>Lycodes polaris</i> Полярный ликод	морской	донный	арктический	циркумполярный	нет

Название	Отношение к солености	Степень связи с дном и пелагиалью	Характер географического ареала	Область распространения	Промысловое значение
<i>Lycodes reticulatus</i> Сетчатый ликод	морской	донный	арктический	Атлантический сектор	нет
<i>Lycodes rosii</i> Ликод Росса	морской	донный	арктический	циркумполярный	нет
<i>Lycodes seminudus</i> Полуголый ликод	морской	донный	арктический	циркумполярный	нет
Сем. Lumpenidae					
<i>Anisarchus medius</i> Ильный люмпен	морской	донный	бореально-атлантический	циркумполярный	нет
<i>Lumpenus fabricii</i> Люмпен Фабрициуса	морской	донный	арктический	Атлантический сектор Чукотское море	нет
Сем. Pleuronectidae					
<i>Liopsetta glacialis</i> Полярная камбала	морской	донный	арктический	циркумполярный	нет

Как видно из таблицы 7.1.6, ихтиофауна арктической области включает в себя следующие фаунистические группы:

- 1 Виды, характерные для циркумполярной области;
- 2 Виды, северно-атлантической фауны, проникающие на восток в моря Арктики;
- 3 Виды северно-тихоокеанской фауны, проникающие на запад в моря, омывающие побережье Сибири;
- 4 Формы, характерные для Центрального арктического бассейна, проникающие в северные моря по глубоким желобам.

Краткая характеристика ихтиофауны дальневосточных морей представлена в таблице 7.1.7.

**Таблица 6.1.7**  
**Краткая характеристика ихтиофауны дальневосточных морей**

Название моря	Краткая характеристика ихтиофауны
Японское море	Сообщество рыб в Японском море весьма разнообразно, что обусловлено его значительной меридиональной протяженностью и расположением в различных климатических зонах. Из 872 видов рыб, встреченных в Японском море, в заливе Петра Великого зафиксировано 194, в районе северного Приморья -165 и Татарском проливе - 172 вида рыб. У побережья Приморья в настоящее время основными промысловыми рыбами являются терпуг, камбала и минтай.
Охотское море	<p>В Охотском море и на тихоокеанском склоне Курильских островов отмечено 114 видов донных рыб, относящихся к 18 семействам.</p> <p>Общая биомасса донных и придонных рыб на материковом склоне Охотского моря в интервале глубин 300-2000 м по данным Ю.И.Дудника и В.Н.Долганова [Дудник, Долганов, 1992] оценена в 2,1 млн. т. Эта цифра отражает биомассу рыб в 10-метровом придонном слое. Основу уловов составляют 16 видов, на долю которых приходится 93% всей ихтиомассы (см. таблицу 7.23). По численности и биомассе доминируют макрурусы, составляя соответственно 62 и 64%. За ними по численности следуют бельдюговые, моровые, стихеевые, камбаловые и липаровые, которых, однако, отмечается на порядок меньше, чем макрурусов. Иное соотношение наблюдается по биомассе: на втором месте находится черный палтус, на долю которого приходится около 20% всей ихтиомассы.</p> <p>Биомасса промысловых донных и придонных рыб на материковом склоне Охотского моря оценивается в 1723 тыс. т.</p>

	<p>[Дудник, Долганов, 1992]. Из них на макрурусов приходится 1150 тыс. т., на черного палтуса - 383 тыс. т., на промысловые виды ликограмм (коричневая и Солдатова) - 108 тыс. т., на ликода Солдатова и щипощека в сумме - 82 тыс. т. На Тихоокеанском склоне Курильских островов биомасса макрурусов составляет 296 тыс. т., запасы других промысловых видов не превышают 11 тыс. т.</p> <p>Основу ихтиоценов донных и придонных рыб материкового склона с Тихоокеанской стороны Курильских островов составляют 7 видов среди которых абсолютно доминируют макрурусы, биомасса которых составляет 95,5%.</p>
Берингово море	<p>На сегодня в северо-западной части Берингова моря насчитывается 16 отрядов. 44 семейства. 136 родов и 233 вида рыбообразных и рыб (табл. 1). По числу семейств наибольшее разнообразие наблюдается в следующих 5 отрядах: Perciformes (9). Scorpaeniformes (9). Salmoniformes (5) и Aulopiformes (4). На них приходится около 61%. Из остальных 12 отрядов, два (Gadiformes и Stomiiformes) представлены 3 семействами, еще один (Lophiiformes) — 2, а в состав 9 отрядов входит лишь по одному семейству. Эти данные свидетельствуют, что основу ихтиофауны северо-западной части Берингова моря образуют такие молодые по происхождению и таксономически разнообразные отряды как Perciformes и Scorpaeniformes.</p> <p>Наибольшее число родов отмечается в трех отрядах — Scorpaeniformes (50). Perciformes (24) и Salmoniformes (13). суммарная доля которых составляет около 64% от их общего числа в западной части Берингова моря. Т. е. как и в случае с семействами, наибольшим количеством родов представлены относительно молодые по происхождению отряды.</p> <p>Для этих же таксономических групп характерно и максимальное разнообразие видового состава рыбообразных и рыб — соответственно 97 (Scorpaeniformes). 47 (Perciformes) и 20 видов (Salmoniformes). Суммарная доля этих отрядов составляет около 70% всех представителей ихтиофауны.</p>

## 7.1.7 ОРНИТОФАУНА

### 7.1.7.1 Краткая характеристика морских птиц арктических морей

К группе настоящих морских птиц относятся, главным образом, виды птиц, которые используют сушу только как места для гнездования. Все остальные их связи, в первую очередь трофические, относятся к морю. Всего в мире насчитывается таких видов около 250. К исключительно морским относятся семейства альбатросов, буревестников, качурок, ныряющих буревестников, чистиковых, фрегатов, олуш. Настоящие морские виды есть также в семействах поморников, крачек, чаек, бакланов, пеликанов [Белопольский, Шунтов, 1980].

**Население птиц Центральной Арктики.** Наиболее многочисленны чайки: белая, вилохвостая, розовая чайки, моевка, возможно, бургомистр, полярная крачка, по-видимому, три вида поморников (средний, короткохвостый и длиннохвостый); обычны чистики, трубконосые (глупыши); редкими являются кулики и утиные (Рутилевский, 1957).

**Население птиц зоны арктических пустынь.** Ядро местной фауны, ее «фон» (включая в него очень многочисленные, многочисленные и обычные виды птиц) составляют следующие виды: белая чайка, бургомистр, песчанка, исландский песочник, морской песочник, белый гусь, черная казарка, моевка, толстоклювая кайра, чистик, камнешарка, люрик, обыкновенная гага, глупыш. Из них эндемична для этой зоны лишь белая чайка (Чернов, 1978).

**Население птиц зоны арктических тундр.** В широтном направлении для данной зоны из околотовных и морских форм (включая в него очень многочисленные, многочисленные и обычные виды птиц) характерны: краснозобая гагара, черная казарка, обыкновенная гага, гага-гребенушка, сибирская гага, тулес, камнешарка, круглоносый плавунчик, морской песочник, короткохвостый поморник, длиннохвостый поморник, серебристая чайка, бургомистр, моевка, тонкоклювая кайра, полярная крачка, чистик (Успенский, 1965).

Население птиц зоны кустарниковых тундр. К очень многочисленным видам в гнездовой период можно отнести моевку, образующую в районе Западного Мурмана многотысячные гнездовые колонии.

Многочисленны тонкоклювая кайра, серебристая чайка (так же колониальные виды), короткохвостый поморник, обыкновенная гага.

К видам, обычным в гнездовой период, можно отнести краснозобую гагару, чернозобую гагару, большого баклана, гуменника, крякву, чирка-свистунка, свиязь, хохлатую чернеть, морскую чернеть, морянку, синьгу, турпана, большого крохалея, длинноносого крохалея, золотистую ржанку, галстучника, камнешарку, кулика-сороку, фифи, большого улита, малого веретенника, круглоносого плавунчика, песчанку, чернозобика, турухтана, бекаса, среднего кроншнепа, короткохвостого поморника, озерную чайку, сизую чайку, морскую чайку, полярную крачку, толстоклювую кайру, чистика, тупика.

Во внегнездовой период очень многочисленны обыкновенная гага, стеллерова гага, морской песочник; многочисленны - морянка, гага-гребенушка; Обычны - большой баклан, моевка, бургомистр, серебристая и морская чайки, чистик (Бреслина, 1987).

#### 7.1.7.2 Краткая характеристика морских птиц дальневосточных морей

Краткая характеристика орнитофауны *дальневосточных морей* представлена в таблице 7.1.8.

**Таблица 7.1.8**

**Краткая характеристика орнитофауны дальневосточных морей**

Название	Краткая характеристика орнитофауны
----------	------------------------------------

моря	
Японское море	<p>Японское море мене продуктивно, чем Берингово и Охотское. Его воды менее насыщены биогенными элементами. Здесь менее обилён зоопланктон и ниже численность рыб. Вследствие этого плотность населения и численность птиц здесь во все сезоны ниже, чем в более северных морях. Кроме того, в северных морях минимальная численность и плотность птиц приходится на зимний период, а в Японском море - на летний, за счет прилета птиц на зимовку с севера. Замещающие их летом представители южно-бореального и субтропического комплексов не имеют такой большой численности. Зимой основу населения (более 90% всего птичьего населения) в северной части Японского моря составляют чистиковые птицы (конюги, кайры и др.), утки (морянка, каменушка), тихоокеанские чайки и бакланы. В глубоководных районах преобладают чайки. Основные концентрации птиц располагаются в прибрежной зоне.</p>
Охотское море	<p>В связи с тем, что большая часть моря замерзает, основная часть морских птиц покидает зимой воды Охотского моря. Основные потоки мигрантов из гнездящихся на севере моря видов проходят в апреле и мае вдоль западного побережья Камчатки и восточного побережья Сахалина, среди них в большом количестве отмечаются тонкоклювый и серый буревестники. Состав морских птиц шельфовых и глубоководных районов позволяет говорить о наличии неритических и океанических группировок птиц. Поскольку шельфовая зона в Охотском море уже, чем в Беринговом, неритический комплекс зоопланктона в виде узкой полосы вдоль побережий окаймляет Охотское море. Вследствие этого, виды неритических группировок имеют здесь летом ограниченное распространение. В состав неритического комплекса входят тихоокеанская и чернохвостая чайка, кайры, конюги, ипатка, поморники, обыкновенная моевка. Такие птицы, как бакланы, очковый и обыкновенный чистики, утки, пыжики, крачки, рогатый тупик концентрируются непосредственно в прибрежной зоне. Характерный и многочисленный вид океанической группировки – серая качурка. Осенью, как и летом плотность птиц в шельфовых районах в несколько раз выше, чем в глубоководных, что связано с тем, основные потоки мигрантов проходят вдоль побережий.</p>
Берингово море	<p>В зимний период обычны и преобладают только хорошо ныряющие виды (кайры, нырковые утки, бакланы, чистик) и виды, питающиеся отходами рыбного промысла (крупные чайки – серокрылая, полярная и тихоокеанская). В сравнении с зимним периодом, весной резко увеличивается численность трубконосых и мелких чистиковых. С первых чисел апреля начинают перемещение к северу зимовавшие в Беринговом море кайры, глупыши, утки, моевки, крупные чайки. С середины апреля заметно увеличивается численность качурок, мелких чистиковых, топорка и ипатки. Осенние миграции</p>

	начинаются с сентября и проходят более постепенно, чем весенние. Главным образом в сентябре происходит отлет вилохвостой чайки, крачек, поморников. К началу октября резко сокращается численность качурок; в открытом море появляются серебристая, серокрылая и полярная чайка. До конца октября происходит миграция тонкоклювого буревестника, мелких чистиковых, моевок.
--	---

## 7.1.8 МОРСКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

### 7.1.7.1 Краткая характеристика морских млекопитающих арктических морей

Полный перечень видов млекопитающих Российской Арктики с указанием их природоохранного статуса приведен в таблице 7.1.9



Таблица 67.1.9

## Распространение морских млекопитающих и белого медведя в Арктических морях

Русское название	Латинское название	Белое море	Баренцево море	Карское море	Море Лаптевых	Восточно-Сибирское море	Чукотское море	Красная книга России	СИТЕС	Красная книга МСОП	Примечание
Гренландский тюлень	<i>Histrophoca groenlandica</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	В Карском море редок
Кольчатая нерпа	<i>Phoca hispida</i>	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
Морж	<i>Odobenus rosmarus</i>	+	+	+	+	+	+	Атлантический подвид-(2) Лаптевский подвид (3)			
Морской заяц	<i>Erignathus barbatus</i>	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
Обыкновенный тюлень	<i>Phoca vitulina</i>	+	+	-	-	-	-	(баренцевоморская популяция) – (3)			
Полосатый тюлень (Крылатка)	<i>Histrophoca fasciata</i>	-	-	-	-	-	+	-			
Пятнистый тюлень (Ларга)	<i>Phoca larga</i>	-	-	-	-	-	+	-			

Русское название	Латинское название	Белое море	Баренцево море	Карское море	Море Лаптевых	Восточно-Сибирское море	Чукотское море	Красная книга России	СИТЕС	Красная книга МСОП	Примечание
Серый (длинномордый) тюлень	<i>Halichoerus grypus</i>	-	+	-	-	-	-	(3)			
Хохлач	<i>Cystophora cristata</i>	-	+	-	-	-	-	-			
Афалина	<i>Tursiops truncatus</i>	-	+	-	-	-	-	-			
Белобочий дельфин	<i>Lagenorhynchus acutus</i>	-	+	-	-	-	-	(4)	I		В водах России (Баренцево море) встречается очень редко
Морская свинья	<i>Phocoena phocoena</i>	+	+				+	Североатлантический и северотихоокеанский подвиды (4)	II		
Беломордый дельфин	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	-	+	-	-	-	-	(3)	I		
Белуха	<i>Delphinapterus leucas</i>	+	+	+	+	+	+	-			
Бутылконос	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	+	+	-	-	-	-	(1)	I		

Русское название	Латинское название	Белое море	Баренцево море	Карское море	Море Лаптевых	Восточно-Сибирское море	Чукотское море	Красная книга России	СИТЕС	Красная книга МСОП	Примечание
Горбач	<i>Megaptera novaeangliae</i>	-	+	-	-	-	-	(1)	I		
Гренландский кит	<i>Balaena mysticetus</i>	-	+	+	-	+	+	беринговоморская популяция – (3) восточно-атлантическая - (1)	I		
Кашалот	<i>Physeter macrocephalus</i>	-	+	-	-	-	-	-	I		В Баренцевом море и в северной части Берингова моря наблюдается очень редко
Косатка	<i>Orcinus orca</i>	-	+	-	-	-	+	-	II		
Малый полосатик	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	-	+	-	-	-	+	-	I		
Нарвал	<i>Monodon monoceros</i>	-	+	+	-	+	+	(3)	II		

Русское название	Латинское название	Белое море	Баренцево море	Карское море	Море Лаптевых	Восточно-Сибирское море	Чукотское море	Красная книга России	СИТЕС	Красная книга МСОП	Примечание
Серый кит	<i>Eschrichtius robustus</i>	-	-	-	-	+	+	(чукотско-калифорнийская популяция) – (5)	I		
Финвал	<i>Balaenoptera physalus</i>	-	+	-	-	-	+	(2)	I		
Белый медведь	<i>Ursus maritimus</i>	-	+	+	+	+	+	(карско-баренцево морская популяция) – (4); (лаптевская популяция) – (3); (чукотско-аляскинская популяция) – (5)	II		

Примечание: «+» - обитают; «-» - не обитают; (1,2...5) - Категории статуса редкости; I, II, III – в соответствии с приложением СИТЕС

### 6.1.8.2 Краткая характеристика морских млекопитающих дальневосточных морей

Краткая характеристика морских млекопитающих дальневосточных морей представлена в таблице 6.1.10.

**Таблица 6.1.10**

#### **Краткая характеристика морских млекопитающих дальневосточных морей**

<b>Название моря</b>	<b>Краткая характеристика морских млекопитающих</b>
Японское море	Больших скоплений морские млекопитающие в Японском море не образуют, а потому, последние несколько столетий, не представляют интерес для зверобойного и китобойного промысла. В связи с этим, специальных исследований в проливе, а также в Японском море в целом, не проводилось. Все это ограничивает научную информацию о морских млекопитающих в Японском море: о характере их распределения, численности, биологии. Возможно, что присутствие некоторых видов здесь до сих пор не установлено. Ластоногие представлены сивучем, северным морским котиком, пестрой и кольчатой нерпой, полосатым тюленей. Китообразные в российских водах представлены 19 видами, обычными являются косатка, финвал, малый полосатик, многочисленна белокрылая морская свинья [Атлас морских млекопитающих..., 1980].
Охотское море	Среди постоянно встречающихся видов отмечены кольчатая нерпа, морской заяц (лахтак), гренландский кит, белуха. Сезонно в регионе пребывают северный морской котик, сивуч, малый полосатик, сейвал, кашалот и другие китообразные.
Берингово море	Среди постоянно встречающихся видов отмечены следующие: кольчатая нерпа, морской заяц (лахтак), обыкновенный тюлень, полосатый тюлень (крылатка), пятнистый тюлень (ларга), морж, гренландский кит, белуха. Сезонно встречаются северный морской котик, сивуч, горбач, серый и синий киты, а также другие представители китообразных.

## **7.2 ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЖИВОТНЫЙ И РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР**

### **7.2.1 ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЕЛАГИЧЕСКИЕ И БЕНТОСНЫЕ СООБЩЕСТВА**

Как показывает анализ литературных материалов, для фито- и зоопланктона, а также для икры и молоди рыб основным фактором негативного воздействия сейсмоакустических источников например типа «спаркер» (чаще всего используемых в при сейсмоакустических исследованиях при проведении инженерно-геологических изысканий) является волна давления, возбуждаемая сейсмоакустическими источниками. Экспериментальные работы КаспНИРХ (Отчет КаспНИРХ, 2002) подтверждают это. В радиусе 1 м общая гибель планктонных организмов не превышает 6,4%.

Однако ЛЧМ-профилографы, которые предполагается использовать при выполнении данной Программы изысканий являются более «мягкими» источниками по сравнению со «спаркерами» и «бумерами».

Согласно п.21 «Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам» (утв. Приказом Федерального агентства по рыболовству от 25 ноября 2011 г. N 1166) «определения последствий негативного воздействия не требуется при проведении инженерно-геологических, инженерно-экологических изысканий с отбором проб грунта донными пробоотборниками (гидроударные трубки, дночерпатели), бурением скважин небольшого диаметра (до 200 мм) и небольшой глубины (до 100 — 150 м) для отбора проб грунта (кернов), при **сейсмоакустических исследованиях с использованием маломощных сигналов (мощностью менее 100 Дж)**, а также при постановке на якоря научно-исследовательских судов и других плавсредств для отбора биологических проб и геологических кернов, при постановке на якоря судов при осуществлении хозяйственной деятельности, за исключением последствий негативного воздействия от постановки на якоря стационарных платформ или их оснований, полупогружных буровых установок (ППБУ), самоподъемных буровых установок (СПБУ) для геологического изучения недр, поиска, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений, добычи углеводородного сырья».

Положения данной методики были развиты в «Методическом пособии по оценке вреда водным биоресурсам при сейсморазведке и электроразведке» (М.:ВНИРО, 2016). Раздел 1.5. данного методического пособия посвящен сейсмоакустическим профилографам и гидролокаторам. В нем указывается, что для сейсмоакустических систем типа «пингер» при мощности излучателя 2,5 кДж/с и частоте импульсов 4-10 с<sup>-1</sup> энергия импульса может варьировать в пределах 0,2-0,5 кДж и интенсивность звука излучателя превышает порог слухового овсприятия раб и достигает уровня шокового воздействия на них, поэтому для оценки воздействия требуются натурные эксперименты. Воздействие же гидролокаторов же типа «чирп» мощность излучения которых в 5 раз ниже по сравнению с «пингером» может считаться слабым, и размер вреда водным биоресурсам при проведении геофизических исследований с применением такого рода источников акустических сигналов пренебрежимо мал:

Исходные значения параметров профилографа Innomar SES2000 Medium-100 следующие:

- акустическая мощность излучателю .....P = 5500 Вт;
- длительность импульса (максимальная).....t = 1,2 мс;
- период следования импульсов .....T = 0,033-0,5 с (1-15 импульсов в секунду);

Энергия акустического одного импульса  $E_i = P \cdot t = 6,6$  Дж.

Суммарная энергия акустических импульсов за секунду  $E_i/T = 99$  Дж, что более чем в 5 раз ниже энергии при работе источников типа «пингер».

Травматическое воздействие на биоту создает каждый импульс, т.е. 6,6 Дж, что также более чем в 30 раз меньше чем энергия импульса для «пингера» и более чем в 15 раз ниже предела указанного в методике [Методика..., 2011].

С учетом того, что для источников типа «чирп» для которых воздействие пренебрежимо мало энергия импульса составляет 40-100 кДж, то для источнпиков с энергией импульса 6,6 Дж воздействие тем более пренебрежимо мало.

То, что для используемых сейсмоакустические источники (профилографа Innomar SES2000 Medium-100) по имеющимся данным исследований характерно отсутствие воздействия на водные биоресурсы и их кормовую базу, что подтверждается, в частности, согласованием Росрыболовства по Программе инженерных изысканий по объекту «Строительство ПВОЛС Южно-Сахалинск – Курильск – Южно-Курильск – Крабозаводское», где использовались аналогичные профилографы (согласование № 1892-ПС/У02 от 31.03.2017, письмо ФГБНУ «СахНИРО» от 06.03.2017 № 07-858).

При работе источников сейсмоакустических импульсов типа «Спаркер» гибели рыб не наблюдалось, проявлений с последствиями, необратимыми для поведения, распределения, жизненных функций и физиологического состояния, не обнаружено. Поведенческие реакции избегания проявляются только на расстоянии менее 1 м от источника. Соответственно нет оснований ожидать негативного воздействия от профилографов, характеризующихся значительно более низкими уровнями давления.

Воздействие сейсмоакустического профилирования на бентосные организмы не ожидается ввиду проведения сейсмоакустических исследований на глубоководных участках.

Объем взмучивания и образования взвешенных частиц в толще морской воды в процессе отбора донных проб при проведении инженерных изысканий будет настолько незначительным, что не окажет существенного воздействия на планктонные и бентосные сообщества в акватории проведения работ. Скорость оседания взвешенных при этом будет соответствовать естественным процессам взмучивания в морской воде (например, при волнении или морских течениях) и не приведет к превышению фоновой смертности или каким-либо изменениям условий жизнедеятельности морских организмов. Таким образом, расчет ущерба водным биоресурсам от данного вида деятельности не производится.

При проведении инженерных изысканий по объекту «Строительство Арктической подводной кабельной системы компенсационных мероприятий не требуется.

## 7.2.2 ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Основными факторами негативного воздействия на представителей морских млекопитающих при проведении комплекса изысканий являются:

- Фактор беспокойства (от прохождения исследовательского судна);
- Подводный шум и волны давления, образующиеся при работе сейсмоакустического комплекса.

Как показывает анализ литературных материалов, волны давления, возбуждаемые сейсмоакустическими источниками, не оказывают влияния на морских млекопитающих, к тому же звуковые волны, возбуждаемые сейсмоакустическими источниками, позволяют морским млекопитающим активно избегать районов возможных контактов с работающими судами.

При этом стоит отметить, что радиус воздействия и величина звукового давления волны возбуждения упругих колебаний распространяющихся в морской среде при проведении комплекса морских изысканий (в части инженерно-геологических изысканий) значительно меньше, чем у подобных волн давления, образующихся при проведении сейсморазведки с применением

пневмоисточников.

Проведенный анализ литературных данных позволяет сделать следующие **выводы**:

- звуковые волны, возбуждаемые сейсмоакустическими источниками, позволяют морским млекопитающим активно избегать контактов с работающим судном;
- маскировка природных звуков сейсмическими сигналами не является актуальной;
- достоверные данные об устойчивом изменении миграционных путей морских млекопитающих под влиянием геофизических работ с применением с сейсмоакустических источников отсутствуют.

Схожие выводы содержатся в аналитическом обзоре исследований по воздействию сейсморазведки на морскую биоту СахНИРО [«Обзор исследований...», ФГУП СахНИРО, 2014].

В частности, авторы данного обзора указывают на то, что по последним данным ответная реакция популяций китообразных на беспокойство антропогенным шумом, включая сейсмоисточники, очень незначительна, что объясняется несколькими причинами, в том числе, отсутствием точных оценок численности популяций морских млекопитающих и возможностью особей адаптироваться и использовать компенсаторные механизмы для смягчения негативного воздействия шума.

При соблюдении природоохранных мероприятий, которые являются обязательными при выполнении любого вида сейсморазведки, воздействие на морских млекопитающих можно считать пренебрежительно малым, т.е. не ведущим к изменениям в популяционной структуре и сублетальным эффектам. [«Обзор исследований...», ФГУП СахНИРО, 2014].

Считается, что физическое повреждение тюленей акустическими колебаниями, генерируемыми сейсмоакустическими источниками во время сейсморазведки, маловероятно, поскольку эти животные, подобно рыбам, при получении импульса, достигающего 160-170 дБ на 1 мкПа, обычно демонстрируют поведение избегания, удаляясь от сейсмических судов на 1-3 км [McCauley, 1994]. Радиус слышимости для тюленей в глубокой воде может составлять несколько десятков километров, поэтому вероятность того, что тюлени окажутся в непосредственной близости от судна после того, как начнутся сейсмоакустические исследования, крайне мала. Поэтому, попадание отдельных особей или групп в зону опасного воздействия будет крайне маловероятным, а в случае, если попадание все-таки произойдет, - однократным и непродолжительным. Возможность попадания животных в зону опасного воздействия снижается и ввиду того, что оно наиболее вероятно лишь до начала (или в момент начала) работы оборудования, поскольку работающие сейсмоакустические источники отпугивают тюленей уже на расстоянии в 2-3 раза больше условно опасного. Применение мягкого старта минимизирует воздействие на животных, оказавшихся в зоне опасного воздействия в момент начала работы. Воздействие от работы сонаров бокового обзора на ластоногих отсутствует.

В виду того, что проведение работ планируется в безледный период на значительном удалении от берега, воздействие на ластоногих (населяющих главным образом прибрежную зону) не ожидается. Лежбища ластоногих проведением работ затронуты не будут. Работы будут проводиться в период когда



ценка у большинства представителей ластоногих будет закончена.

С учетом проведенного расчета шумового воздействия можно сделать вывод о том, что прохождение исследовательского судна в штатном режиме по уровню воздействия может быть расценено как незначительное.

### 7.2.3 ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МОРСКУЮ ОРНИТОФАУНУ

Как в случае с морскими млекопитающими, воздействие на орнитофауну в ходе проведения изысканий возможно также вследствие:

- Фактора беспокойства (от прохождения исследовательского судна);
- Подводного шума и волн давления, образующиеся при работе сейсмоакустического комплекса.

В отличие от воздействия геофизических работ на планктон, бентос, ихтиофауну, морских млекопитающих литературные материалы по оценке воздействия сейсмоакустических работ на морских птиц практически отсутствуют.

Морские колониальные птицы, использующие сушу лишь в качестве субстрата для гнездования, почти не играют роли в жизни наземных сообществ, и их размещение - предмет собственно зоогеографии моря, а образ жизни - предмет экологии морских экосистем. Этой своей особенностью они более всего походят на ластоногих, взаимоотношение которых с морской средой и сушей почти такие же.

Другими словами, морские колониальные птицы (за исключением чаек) проводят на воде примерно 10 месяцев в году - корм они добывают в толще воды или на дне моря, миграции и кочевки проходят исключительно над морской поверхностью на разном удалении от берега, отдыхают птицы тоже на воде. В связи с этим морские птицы должны испытывать воздействие от любой антропогенной деятельности, проводимой на море, включая и морских изысканий (не рассматривается возможное воздействие антропогенного происхождения на места гнездования, т.к. к проведению изысканий в исследуемом районе это не имеет отношения). Помимо непосредственного воздействия акустического импульса, возможно оказание воздействия от исследовательского судна, как от любого морского судна (шум двигателей, загрязнение нефтепродуктами).

Таким образом, при производстве геофизических исследований воздействие на морских птиц может быть обусловлено следующими факторами:

- Беспокойство вследствие физического присутствия судов и забортного оборудования на акватории;
- Влияние волн давления на ныряющих птиц;
- Воздействие шума, генерируемого геофизическим оборудованием;
- Световое воздействие.

Рассмотрим сначала возможное воздействие судна как такового. Любое судно является аттрактивным элементом для чайковых и трубконосых птиц. Все виды чаек являются обычным элементом сопровождения судна. Таким образом, само по себе судно не оказывает никакого воздействия на морских птиц, которое бы выразилось в проявлении стойкого негативного эффекта. Те птицы, которые, обладая недостаточными летными качествами, не могут парить вокруг судна, как это делают чайки и трубконосые, реагируют нейтрально на некотором удалении

от судна либо слабо отрицательно, когда птицы проявляют реакцию избегания судна. Это связано, скорее всего, именно с ограниченными летными способностями.

Фактор беспокойства вследствие присутствия судов на акватории может оказаться существенным в местах линных и миграционных скоплений морских птиц. Однако размещение профилей сейсмоакустических исследований на значительном удалении от берега и временные сроки проведения данных работ (июне) сводят этот фактор к минимуму. Как уже было сказано в разделе 7.1.7, в июне основная масса птиц уже прилетает на гнездовья и занимается выводением потомства, следовательно, численность их в открытом море заметно снижена по сравнению со временем весенних и осенних миграций.

Само судно не может представлять непосредственную угрозу птицам, а использование сейсмоакустических источников теоретически может оказывать влияние на кормовую базу птиц (рыб и беспозвоночных), но точных сведений о таком воздействии нет. Сокращение численности рыбы в результате применения сейсмоакустических источников во многих случаях не подтверждается, а влияние акустического импульса на беспозвоночных и икру рыбы прослеживается только на очень близких расстояниях - не далее 5 м. Таким образом, оказать существенное влияние, особенно с учетом особенностей сейсмоакустического метода на численность и распределение морских птиц, и успех их размножения инженерные изыскания не могут.

Какие-либо литературные данные о негативном влиянии сейсмоакустических источников на представителей морской орнитофауны отсутствуют. Исследований в эксперименте по влиянию импульса сейсмоакустических источников на морских птиц не проводилось, и оценить даже приблизительно возможное физическое воздействие на птиц не представляется возможным.

По аналогии с млекопитающими и рыбами можно ожидать, что вредное воздействие волн давления, возбуждаемых сейсмоакустическими источниками, на взрослых особей прослеживается в радиусе до 3 м.

Воздействие сейсмоакустических источников на птиц, находящихся на воде или над водой, с учетом того, что основная энергия импульса направлена вниз, невозможно. Чисто теоретически, воздействие волн давления на птиц может стать возможной проблемой, если они будут нырять в зоне опасного воздействия от действующих сейсмоакустических источников. Вероятность попадания ныряющих птиц в летальный радиус сейсмоакустических источников крайне мала. Как показывают расчеты, согласно теории вероятности, за весь период работ погибнет 0,01 птица. Кроме того, исходя из общих биологических законов, можно ожидать наличия у птиц, как у рыб и морских млекопитающих, поведенческой реакции по активному избеганию зоны проведения работ.

Низкочастотный шум, который возникает в процессе работы сейсмоакустического комплекса, может воздействовать на органы слуха птиц в момент нахождения их под водой и, предположительно, может травмировать птиц или быть источником беспокойства для птиц, использующих акваторию района работ, вызывая изменения в их поведении и перемещение в другие, более спокойные участки.

В настоящее время нет документов, нормирующих уровень звука для птиц.

Можно также предположить, что, не будучи адаптированными к ориентированию в водной среде при помощи слуха (как морские млекопитающие),

птицы вообще мало чувствительны к подводным звукам.

Свет сигнальных огней судна в ночное время суток может привлечь мигрирующих птиц, в результате чего возможно столкновение с конструкциями единичных особей, однако с учетом интенсивного судоходства в этом районе уровень воздействия не будет отличаться от нормального судоходства.

Возможное изменение трофических условий, вследствие уменьшения численности пелагических рыб, будет маловероятным, кратковременным и локальным в силу отсутствия достоверных данных о долговременных перераспределениях скоплений ихтиофауны.

Работы будут проводиться по окончании периода уязвимости – выведения потомства у птиц, а непосредственно территории массового гнездования (птичьи базары) проведением работ затронуты не будут.

Воздействие на встречающихся на акватории представителей видов орнитофауны, занесенные в Красные книги, принципиально не отличается от воздействия на другие виды птиц. Намечаемые работы, как это указано, не затрагивают мест концентраций видов авифауны, занесенных в Красные книги.

В силу вышеизложенного, воздействия на орнитофауну не ожидается. Возможное воздействие на орнитофауну соответствует обычному судоходству, и, вследствие этого, является допустимым.

### **7.3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЖИВОТНЫЙ МИР**

#### **7.3.1 МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

При проведении комплекса морских изысканий в акватории арктических и дальневосточных морей, согласно моделированию распространения подводного шума (раздел 10.2) от использования сейсмоакустических источников, оценка уровня звукового давления равного уровню 180 дБ отн. 1 мкПа достигается на расстоянии 2,0 м, а расчетное расстояние для уровня звукового давления равного 160 дБ отн. 1 мкПа составит - 5,0 м.

В соответствии с произведенным расчетом и общепринятой мировой практикой, для снижения вероятности воздействия сейсмоакустических источников на морских животных на исследовательском судне планируется ведение специальных наблюдений за наличием животных или их скоплений на акватории в зоне проведения сейсмоакустических исследований в радиусе 500 м. Работы будут проводиться с использованием «мягкого старта» (мощность срабатываний сейсмоакустических источников будет наращиваться постепенно, начиная с минимальных значений). В соответствии с распространенной практикой, принято, что радиус зоны, при появлении в пределах которой представителей морских млекопитающих любого вида произойдет приостановка сейсмоакустических работ, составит 500 м. При появлении представителей морских млекопитающих, занесенных в Красные книги Российской Федерации, Калининградской области и Ленинградском области, радиус зоны безопасности, в пределах которой будет происходить приостановка работ, составит 500 м.

Выполнение наблюдений за морскими млекопитающими в ходе проведения работ является первоочередным мероприятием по снижению воздействия, так как позволяет заблаговременно определить присутствие морских млекопитающих в зоне работ и обеспечить своевременное применение мероприятий, направленных

на предотвращение или смягчение воздействия.

Для реализации наблюдений, за морскими млекопитающими предполагается привлечение специалистов из местных научных организаций.

Наблюдения за морскими млекопитающими должны проводиться непрерывно в светлое время суток независимо от работы сейсмического оборудования. Непрерывные наблюдения с борта судна позволят отследить местонахождение особей морских млекопитающих, оценить дистанцию до них от судна с оборудованием, направление движения и особенности их поведения. Принципы выполнения наблюдений:

- осмотр акватории должен вестись с высокого наблюдательного пункта со свободным круговым обзором.
- сначала море медленно осматривается невооруженным глазом, затем медленно с помощью биноклей;
- тщательный осмотр акватории производится не менее чем за 30 минут до начала работы сейсмоакустических источников, с тем, чтобы определить присутствие каких-либо морских млекопитающих в пределах установленной зоны безопасности и при возможности за ее пределами;
- в случае присутствия морских млекопитающих в опасной зоне, запуск сейсмоакустических источников будет задержан до тех пор, пока они не покинут акваторию, но не менее чем на 30 минут после последнего обнаружения, с тем чтобы животные могли удалиться на безопасное расстояние от зоны действия источников.

Результаты наблюдений, включая идентификацию видов морских млекопитающих, особенности поведения и реакцию на сейсмическую активность судна, заносятся в формы ежедневных наблюдений установленного образца.

### 7.3.2 МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОРНИТОФАУНУ

Как это принято в мировой практике, на исследовательском судне планируется проводить наблюдения за наличием плотных скоплений птиц на воде в радиусе 500 м от источника звука. В случае появления сидящих на воде плотных скоплений морских птиц (в том числе представителей редких и охраняемых видов) в радиусе 500 м от источников звука срабатывание сейсмоакустических источников будет приостановлено до удаления объектов животного мира из опасной зоны. Для реализации наблюдений, за представителями орнитофауны предполагается привлечение специалистов из местных научных организаций.

Основной упор будет сделан на предотвращение воздействия фактора беспокойства от проходящего судна в местах обитания редких видов птиц и местах массовых концентраций птиц. Среди рекомендаций по уменьшению фактора беспокойства могут быть применены самые широко распространенные мероприятия, которые могут быть применимы к любым видам антропогенной деятельности еще на стадии ее планирования:

- При прокладке маршрутов необходимо учитывать наличие важных участков с точки зрения сохранения биоразнообразия - ООПТ.
- Планирование маршрутов движения судна должно осуществляться с учетом ценности акватории по курсу корабля для редких видов птиц.
- В случае невозможности прокладки нового курса корабля следует

пересмотреть график выполнения работ в районе, наиболее ценном с точки зрения сохранения биоразнообразия и перенести работы на другой период, когда птицы покинут этот район или их численность резко, сократится.

- Соблюдение данных рекомендаций позволит свести к минимуму фактор беспокойства от прохождения судна.

В целях уменьшения шумового воздействия в период проведения работ проектом предусматривается минимальное пользование световыми и звуковыми сигналами.

Весь персонал, задействованный в выполнении работ, пройдет специальный инструктаж и примет обязательства о личной ответственности в случае нанесения ущерба орнитофауне с учетом запрещения охоты в районе проведения работ.

Согласно проекту, твердый мусор, в том числе и пластиковые отходы, планируется сдавать на береговые приемные сооружения. Это исключает сброс отходов за борт и вероятность гибели птиц в результате их заглатывания.

### 7.3.3 ОГРАНИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО СРОКАМ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ ИСХОДЯ ИЗ СРОКОВ И МЕСТ НЕРЕСТА, ЗИМОВКИ, НАГУЛА, МИГРАЦИЙ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ.

Нерест основных встречающихся в районе работ промысловых видов рыб происходит в весенний период, с развитием личинок в летний период. Поскольку работы на прибрежном участке планируется проводить в июле, воздействие на данной стадии развития рыб практически исключается. В зимний период работы также не предполагаются, поэтому воздействие на места зимовки также исключаются..

## **8. ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ**

### **8.1. ИСТОЧНИКИ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ И ВИДЫ ОБРАЗУЮЩИХСЯ ОТХОДОВ**

#### **8.1.1. ИСТОЧНИКИ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ**

В период проведения морских инженерных изысканий в Арктических морях перед строительством ПВОЛС источниками образования отходов производства и потребления будут:

- суда:
  - научно-исследовательское судно (НИС) «Капитан Воронин»;
  - научно-исследовательское судно (НИС) «Быхов»;
  - судно обеспечения «Саян Поларис»;
  - судно обеспечения «Sayan Prince».
- рабочие (экипаж и исследовательский персонал);
  - на НИС «Капитан Воронин»;
  - на НИС «Быхов»;
  - на судне обеспечения «Саян Поларис».
  - на судне обеспечения «Sayan Prince».

#### **8.1.2. ВИДЫ ОБРАЗУЮЩИХСЯ ОТХОДОВ**

В ходе ведения изыскательских работ будут образовываться следующие виды отходов:

- лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства;
- аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом
- отходы минеральных масел моторных;
- отходы минеральных масел промышленных
- отходы минеральных масел трансмиссионных;
- отходы минеральных масел компрессорных;
- обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов 15% и более);
- воды подсланевые и/или льяльные с содержанием нефти и нефтепродуктов 15% и более;
- фильтры очистки масла водного транспорта (судов) отработанные;
- фильтры очистки топлива водного транспорта (судов) отработанные;
- отходы (осадки) после механической и биологической очистки хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод;
- отходы коммунальные жидкие неканализованных объектов водопотребления;

- мусор от бытовых помещений судов и прочих плавучих средств, не предназначенных для перевозки пассажиров;
- фильтры воздушные водного транспорта (судов) отработанные;
- пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания, несортированные.

## **8.2. ВИДЫ И КЛАССЫ ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ**

Класс опасности отходов рассчитан по компонентным составам, принятым по данным инвентаризации отталкиваясь от исходного материала сырья, которое в последствие переходит в отход.

Сведения о составе и физико-химических свойствах отходов, которые будут образовываться в период ведения изыскательских работ, представлены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

## Состав и физико-химические свойства отходов

Наименование вида отхода по ФККО	Отходо-образующий вид деятельности, процесс	Код по ФККО	Класс опасности для ОС	Опасные свойства	Физико-химические свойства отхода			
					Агрегатное состояние	Наименование компонентов	Содержание компонентов, %	Источник информации
Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства	Освещение палуб и кают	4 71 101 01 52 1	1	Токсичность	Изделия из нескольких материалов	Стекло Люминофор Пары ртути Алюминий Свинец прочее	87 3 0,15 5 2,55 2,30	ГОСТ 6825-74, ГОСТ 1639-93
Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом	Техническое обслуживание оборудования	9 20 110 01 53 2	2	Токсичность	Изделия, содержащие жидкость	Свинец (подв. форма) Свинец (валовое содержание) Пластмасса Сурьма Кислота серная Вода	12,0 37,0 22,0 2,45 16,55 10,0	СТО ГАЗПРОМ 12-2005
Отходы минеральных масел моторных	Техническое обслуживание оборудования	4 06 110 01 31 3	3	Пожароопасность	Жидкое в жидком	Масла моторные Вода Мех. примеси	97 2 1	СТО ГАЗПРОМ 12-2005
Отходы минеральных масел промышленных	Техническое обслуживание оборудования	4 06 130 01 31 3	3	Пожароопасность	Жидкое в жидком	Масла промышленные Вода Взвеси	97 2 1	СТО ГАЗПРОМ 12-2005
Отходы минеральных масел трансмиссионных	Техническое обслуживание оборудования	4 06 150 01 31 3	3	Пожароопасность	Жидкое в жидком	Масла трансмиссионные Вода Мех. примеси	97 2 1	СТО ГАЗПРОМ 12-2005
Отходы минеральных масел компрессорных	Техническое обслуживание оборудования	4 06 166 01 31 3	3	Пожароопасность	Жидкое в жидком	Масла компрессорные Вода Мех. примеси	97 2 1	СТО ГАЗПРОМ 12-2005



Наименование вида отхода по ФККО	Отходо-образующий вид деятельности, процесс	Код по ФККО	Класс опасности для ОС	Опасные свойства	Физико-химические свойства отхода			
					Агрегатное состояние	Наименование компонентов	Содержание компонентов, %	Источник информации
Воды подсланевые и/или льяльные с содержанием нефти и нефтепродуктов 15% и более	Техническое обслуживание оборудования	9 11 100 01 31 3	3	Данные не установлены	Жидкое в жидком	Вода Нефтепродукты Взвешенные вещества	80 15 5	Объект - аналог
Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов 15% и более)	Техническое обслуживание оборудования	9 19 204 01 60 3	3	Пожароопасность	Изделия из волокон	Целлюлоза Мех. Примеси Масла нефтяные	77,0 3,0 30,0	СТО ГАЗПРОМ 12-2005
Фильтры очистки масла водного транспорта (судов) отработанные	Техническое обслуживание оборудования	9 24 402 01 52 3	3	Пожароопасность	Не требует определения агрегатного состояния и физической формы	Железо Целлюлоза Алюминий Резина Нефтепродукты	25,0 68,7 17,3 9,0 10,0	ОСТ 37.001.471-9031 «Фильтры масляные, элементы сменные фильтров тонкой очистки масла»
Фильтры очистки топлива водного транспорта (судов) отработанные	Техническое обслуживание оборудования	9 24 403 01 52 3	3	Пожароопасность	Не требует определения агрегатного состояния и физической формы	Металлический корпус Полимерные материалы Нефтепродукты	70 10 20	ГОСТ 14146-88 «Фильтры очистки топлива дизелей»

Наименование вида отхода по ФККО	Отходо-образующий вид деятельности, процесс	Код по ФККО	Класс опасности для ОС	Опасные свойства	Физико-химические свойства отхода			
					Агрегатное состояние	Наименование компонентов	Содержание компонентов, %	Источник информации
Отходы (осадки) после механической и биологической очистки хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод	Обработка хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод	7 22 399 11 39 4	4	Данные не установлены	Прочие дисперсные системы	Вода Мех. примеси Нефтепродукты	34 56,7 9,3.	«Методические рекомендации по разработке проектов нормативов предельного размещения отходов для теплоэлектростанций, теплоэлектроцентралей, промышленных и отопительных котельных», Санкт-Петербург, ЗАО «Энергопотенциал», 1998 г.
Отходы коммунальные жидкие неканализованных объектов водопотребления	Жизнедеятельность персонала	7 32 101 01 30 4	4	Данные не установлены	Дисперсные системы	Вода Азот Фосфор Калий Белки Жиры Углеводы	93 1,1 0,26 0,22 2,71 1,63 1,08	И.С. Туровский. Обработка осадков сточных вод: «Стройиздат», 1982 г.
Мусор от бытовых помещений судов и прочих плавучих средств, не предназначенных для перевозки пассажиров	Жизнедеятельность персонала	7 33 151 01 72 4	4	Данные не установлены	Смесь твердых материалов (включая волокна) и изделий	Бумага Картон; Пластмасса Полиэтилен	32,5 27,5 17,5 22,5	СТО ГАЗПРОМ 12-2005

Наименование вида отхода по ФККО	Отходо-образующий вид деятельности, процесс	Код по ФККО	Класс опасности для ОС	Опасные свойства	Физико-химические свойства отхода			
					Агрегатное состояние	Наименование компонентов	Содержание компонентов, %	Источник информации
Фильтры воздушные водного транспорта (судов) отработанные	Техническое обслуживание оборудования	9 24 401 01 52 4	4	Данные не установлены	Не требует определения агрегатного состояния и физической формы	Железо Бумага Мех. примеси Резина	38,8 33,6 24,5 3,1	Кузьмин Р.С. Компонентный состав отходов. Часть 1. Казань: Дом печати, 2007 г.
Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные	Жизнедеятельность персонала	7 36 100 01 30 5	5	Данные не установлены	Дисперсные системы	Вода, белки, жиры, углеводы и минеральные соли	100	СТО ГАЗПРОМ 12-2005

### 8.3. ОБЪЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТ НАКОПЛЕНИЯ ОТХОДОВ

#### 8.3.1. ОБЪЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ

Обоснование нормативов образования отходов выполнено в Приложении 5 Книга 2 ОВОС. Результаты расчетов нормативов представлены в таблице 8.2.

**Таблица 8.2**  
**Результаты расчета объемов образования отходов производства и потребления**

Код ФККО	Название отхода по ФККО	Класс опасности	Количество, тонн
4 71 101 01 52 1	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства	1	0,01756
<b>Итого отходов 1 класса опасности:</b>			<b>0,01756</b>
9 20 110 01 53 2	Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом	2	1,1079
<b>Итого отходов 2 класса опасности:</b>			<b>1,1079</b>
4 06 110 01 31 3	Отходы минеральных масел моторных	3	79,920
4 06 130 01 31 3	Отходы минеральных масел промышленных	3	10,550
4 06 150 01 31 3	Отходы минеральных масел трансмиссионных	3	39,960
4 06 166 01 31 3	Отходы минеральных масел компрессорных	3	14,425
9 11 100 01 31 3	Воды подсланевые и/или льяльные с содержанием нефти и нефтепродуктов 15% и более	3	355,968
9 19 204 01 60 3	Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов 15% и более)	3	4,342
9 24 402 01 52 3	Фильтры очистки масла водного транспорта (судов) отработанные	3	2,842
9 24 403 01 52 3	Фильтры очистки топлива водного транспорта (судов) отработанные	3	0,355
<b>Итого отходов 3 класса опасности:</b>			<b>508,312</b>
7 22 399 11 39 4	Отходы (осадки) после механической и биологической очистки хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод	4	46,5
7 32 101 01 30 4	Отходы коммунальные жидкие неканализованных объектов водопотребления	4	246,3
7 33 151 01 72 4	Мусор от бытовых помещений судов и прочих плавучих средств, не предназначенных для перевозки пассажиров	4	43,1
9 24 401 01 52 4	Фильтры воздушные водного транспорта (судов) отработанные	4	0,8
<b>Итого отходов 4 класса опасности:</b>			<b>336,7</b>
7 36 100 01 30 5	Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные	5	21,5
<b>Итого отходов 5 класса опасности:</b>			<b>21,5</b>
<b>ИТОГО</b>			<b>867,64</b>

#### 8.3.2. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТ НАКОПЛЕНИЯ ОТХОДОВ

Характеристика мест накопления отходов приведена в таблице 8.3.

Таблица 8.3

Характеристика мест накопления отходов

Характеристика объекта размещения отходов				Характеристика размещаемого отхода						
Тип объекта	Емкость, тонн	Обустройство	Предельное количество накопления/ хранения отходов, тонн	Наименование отхода по ФККО	Код по ФККО	Класс опасн.	Способ хранения отхода	Количество образования отхода, тонн/период	Фактическая периодичность вывоза	Макс. срок хранения, сутки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Площадка	«Капитан Воронин» - 0,05; «Быхов» - 0,05; «Саян Поларис» - 0,05; «Sayan Prince» - 0,05	палуба	0,2	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства	4 71 101 01 52 1	1	в закрытой таре отдельно	0,01756	формирование транспортной партии	270
Площадка	«Капитан Воронин» - 0,5; «Быхов» - 0,5; «Саян Поларис» - 0,5; «Sayan Prince» - 0,5	трюм	2,0	Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом	9 20 110 01 53 2	2	в закрытой таре отдельно	1,1079	формирование транспортной партии	270
Резервуары нефте-содержащих жидкостей	«Капитан Воронин» - 16,0; «Быхов» - 11,0; «Саян Поларис» - 40,0; «Sayan Prince» - 80,0	палуба	147,0	Отходы минеральных масел моторных	4 06 110 01 31 3	3	в закрытой таре в смеси	79,920	формирование транспортной партии	270
				Отходы минеральных масел промышленных	4 06 130 01 31 3	3	в закрытой таре в смеси	10,550	формирование транспортной партии	270
				Отходы минеральных масел трансмиссионных	4 06 150 01 31 3	3	в закрытой таре в смеси	39,960	формирование транспортной партии	270
				Отходы минеральных масел компрессорных	4 06 166 01 31 3	3	в закрытой таре в смеси	14,425	формирование транспортной партии	270

Характеристика объекта размещения отходов				Характеристика размещаемого отхода						
Тип объекта	Емкость, тонн	Обустройство	Предельное количество накопления/ хранения отходов, тонн	Наименование отхода по ФККО	Код по ФККО	Класс опасн.	Способ хранения отхода	Количество образования отхода, тонн/период	Фактическая периодичность вывоза	Макс. срок хранения, сутки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Танк нефтесодержащих вод	«Капитан Воронин» - 15,4; «Быхов» - 8,3; «Саян Поларис» - 154,5; «Sayan Prince» - 206,0	трюм	384,1	Воды подсланевые и/или льяльные с содержанием нефти и нефтепродуктов 15% и более	9 11 100 01 31 3	3	в закрытой таре раздельно	355,968	формирование транспортной партии	270
Закрытые металлические контейнеры	«Капитан Воронин» - 1,0; «Быхов» - 1,0; «Саян Поларис» - 5,0; «Sayan Prince» - 5,0	палуба	12,0	Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов 15 % и более)	9 19 204 01 60 3	3	в закрытой таре	4,342	формирование транспортной партии	270
Закрытые металлические контейнеры	«Капитан Воронин» - 1,0; «Быхов» - 1,0; «Саян Поларис» - 1,5; «Sayan Prince» - 1,5	палуба	5,0	Фильтры очистки масла водного транспорта (судов) отработанные	9 24 402 01 52 3	3	в закрытой таре	2,842	формирование транспортной партии	270
				Фильтры очистки топлива водного транспорта (судов) отработанные	9 24 403 01 52 3	3	в закрытой таре	0,355	формирование транспортной партии	270

Характеристика объекта размещения отходов				Характеристика размещаемого отхода						
Тип объекта	Емкость, тонн	Обустройство	Предельное количество накопления/хранения отходов, тонн	Наименование отхода по ФККО	Код по ФККО	Класс опасн.	Способ хранения отхода	Количество образования отхода, тонн/период	Фактическая периодичность вывоза	Макс. срок хранения, сутки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Емкости очистных установок	«Капитан Воронин» - 8,0; «Саян Поларис» - 20; «Sayan Prince» - 20	трюм	48,0	Отходы (осадки) после механической и биологической очистки хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод	7 22 399 11 39 4	4	в закрытой таре отдельно	46,5	формирование транспортной партии	270 суток
Танк сбора сточных вод	«Капитан Воронин» - 21,0; «Быхов» - 5,26; «Саян Поларис» - 100; «Sayan Prince» - 120	трюм	246,26	Отходы коммунальные жидкие неканализованных объектов водопотребления	7 32 101 01 30 4	4	в закрытой таре отдельно	5386,5	сброс за борт за 4 мили от берега (4659,5 тонн)	7-15
									сброс за борт за 12 миль от берега (480,74 тонн)	2-3
									формирование транспортной партии (246,26 тонна)	270
Мусорный контейнер	«Капитан Воронин» - 10,0; «Быхов» - 5,0; «Саян Поларис» - 20,0; «Sayan Prince» - 20,0	палуба	55,0	Мусор от бытовых помещений судов и прочих плавучих средств, не предназначенных для перевозки пассажиров	7 33 151 01 72 4	4	в закрытой таре отдельно	43,1	формирование транспортной партии	270

Характеристика объекта размещения отходов				Характеристика размещаемого отхода						
Тип объекта	Емкость, тонн	Обустройство	Предельное количество накопления/ хранения отходов, тонн	Наименование отхода по ФККО	Код по ФККО	Класс опасн.	Способ хранения отхода	Количество образования отхода, тонн/период	Фактическая периодичность вывоза	Макс. срок хранения, сутки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Контейнер	«Капитан Воронин» - 1,0; «Быхов» - 1,0; «Саян Поларис» - 1,5; «Sayan Prince» - 1,5	палуба	5,0	Фильтры воздушные водного транспорта (судов) отработанные	9 24 401 01 52 4	4	в закрытой таре раздельно	0,8	формирование транспортной партии	270
Контейнер	«Капитан Воронин» - 0,05; «Быхов» - 0,05; «Саян Поларис» - 0,15; «Sayan Prince» - 0,15	палуба	0,4	Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные	7 36 100 01 30 5	5	в закрытой таре	21,5	сброс за борт за границей 12-тимильной зоны	1-2 суток



Все отходы, образующиеся при проведении изысканий, за исключением коммунальных жидких и пищевых, будут накапливаться на судах и по окончании работ передаваться специализированным организациям при заходе в порт.

Согласно п. 4 ст. 15 Конституции РФ общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры Российской Федерации являются составной частью ее правовой системы. Если международным договором Российской Федерации установлены иные правила, чем предусмотренные законом, **то применяются правила международного договора».**

Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов от 2.11.1973, измененная Протоколом 1978 г., (МАРПОЛ 73/78) подписана и ратифицирована Советским Союзом и Российской Федерацией как его правопреемником.

Соответственно применительно к нормальной эксплуатации судов в море (во внутренних морских водах, территориальном море и исключительной экономической зоне) при регламентации водозабора и сброса сточных вод, пищевых отходов приоритетное значение имеют нормы международного права, в данном случае МАРПОЛ 73/78.

В соответствии с требованиями подпункта b) (11) Правила 3 Приложения V МАРПОЛ 73/78 допускается сброс пищевых отходов в море на расстоянии не менее 12 миль от берега. Так и планируется поступать в данном случае. До момента сброса пищевые отходы будут храниться в морозильниках и рефрижераторных камерах.

Как показывает опыт использование животным миром моря сброшенных пищевых отходов происходит на протяжении нескольких минут и на расстоянии, не превышающем 200 м от точки сброса.

#### **8.4. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ**

Для использования, обезвреживания отходов 1-4 классов опасности для окружающей среды, подрядчиком по обращению с отходами привлекаются специализированные организации, обладающие технологиями по их использованию и обезвреживанию при наличии лицензий на работу с данными видами отходов.

Для размещения мусора и отходов 4-5 классов опасности, которые не подлежат использованию или обезвреживанию подрядная организация изыскивает специализированные объекты для захоронения отходов, внесенные в государственный реестр объектов захоронения отходов (свалки, полигоны).

Перечень специализированных организаций, планируемых для возможной передачи отходов, приведен в таблице 8.4.

Таблица 8.4

**Специализированные организации по использованию, обезвреживанию и размещению (захоронению) отходов**

Наименование отходов по ФККО	Наименование организаций	Цель передачи отхода	Наличие разрешительных документов
<b>1 класс</b>			
Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства	ООО «ДЭК «Рециклинг»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия 025 № 00319 от 10.05.2017 г.
	ООО «Экотранс»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия № (51)-173-СТБ от 16.06.2016 г.
<b>2 класс</b>			
Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом	ООО «ДЭК «Рециклинг»	Сбор, транспортировка, обработка, утилизация, обезвреживание	Лицензия 025 № 00319 от 10.05.2017 г.
	ЗАО «Звента»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия № (51)-490-СТОУБ от 29.06.2016 г.
<b>3 класс</b>			
Отходы минеральных масел моторных	ООО «ДЭК «Рециклинг»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия 025 № 00319 от 10.05.2017 г.
	ЗАО «Звента»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия № (51)-490-СТОУБ от 29.06.2016 г.
Отходы минеральных масел промышленных	ООО «ДЭК «Рециклинг»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия 025 № 00319 от 10.05.2017 г.
	ЗАО «Звента»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия № (51)-490-СТОУБ от 29.06.2016 г.
Отходы минеральных масел трансмиссионных	ООО «ДЭК «Рециклинг»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия 025 № 00319 от 10.05.2017 г.
	ЗАО «Звента»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия № (51)-490-СТОУБ от 29.06.2016 г.
Отходы минеральных масел компрессорных	ООО «ДЭК «Рециклинг»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия 025 № 00319 от 10.05.2017 г.
	ЗАО «Звента»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия № (51)-490-СТОУБ от 29.06.2016 г.
Воды подсланевые и/или льяльные с содержанием нефти и нефтепродуктов 15% и более	ООО «ДЭК «Рециклинг»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия 025 № 00319 от 10.05.2017 г.
	ООО «Крондекс»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия № 51-0076 от 15.07.2016 г.

Наименование отходов по ФККО	Наименование организаций	Цель передачи отхода	Наличие разрешительных документов
Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов 15% и более)	ООО «ДЭК «Рециклинг»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия 025 № 00319 от 10.05.2017 г.
	ЗАО «Звента»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия № (51)-490-СТОУБ от 29.06.2016 г.
Фильтры очистки масла водного транспорта (судов) отработанные	ООО «ДЭК «Рециклинг»	Сбор, транспортировка, обработка, утилизация, обезвреживание	Лицензия 025 № 00319 от 10.05.2017 г.
	МУПВ «Спецзавод №1» (КГУП «Приморский экологический оператор»)	Сбор, транспортировка, обработка, обезвреживание	Лицензия 025 № 00296 от 29.12.2016 г.
Фильтры очистки топлива водного транспорта (судов) отработанные	ООО «ДЭК «Рециклинг»	Сбор, транспортировка, обработка, утилизация, обезвреживание	Лицензия 025 № 00319 от 10.05.2017 г.
<b>4 класс</b>			
Отходы (осадки) после механической и биологической очистки хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод	ООО «ДЭК «Рециклинг»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия 025 № 00319 от 10.05.2017 г.
	ООО «ОРКО-инвест»	Сбор, транспортировка, размещение (захоронение)	Лицензия № 51-0045 от 15.06.2016 г. Номер свалки (полигона отходов) по ГРРО: 51-51-01/038/2008-462)
Отходы коммунальные жидкие неканализованных объектов водопотребления	ООО «ДЭК «Рециклинг»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Лицензия 025 № 00319 от 10.05.2017 г.
	ООО УК «Экосервис-ДВ»	Сбор, транспортировка, обезвреживание	Гарантийное письмо на передачу на стационарные очистные сооружения
	-	Сброс за борт	-
Мусор от бытовых помещений судов и прочих плавучих средств, не предназначенных для перевозки пассажиров	МУПВ «Спецзавод №1» (КГУП «Приморский экологический оператор»)	Сбор, транспортировка, обработка, обезвреживание, размещение	Лицензия 025 № 00296 от 29.12.2016 г.

Наименование отходов по ФККО	Наименование организаций	Цель передачи отхода	Наличие разрешительных документов
	ООО «ОРКО-инвест»	Сбор, транспортировка, размещение (захоронение)	Лицензия № 51-0045 от 15.06.2016 г. Номер свалки (полигона отходов) по ГРРО: 51-51-01/038/2008-462)
Фильтры воздушные водного транспорта (судов) отработанные	ООО «ДЭК «Рециклинг»	Сбор, транспортировка, обработка, утилизация, обезвреживание	Лицензия 025 № 00319 от 10.05.2017 г.
<b>5 класс</b>			
Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные	-	Сброс за борт	-

### **8.5. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ**

Система сбора отходов предусмотрена с учетом требований задания на разработку программы, наличия технологического оборудования, характеристики отходов и объемов их образования.

В программе работ запланировано выполнение следующих мероприятий по охране окружающей среды:

- привлечение предприятий для обезвреживания и захоронения отходов с действующими лицензиями по обращению с отходами;
- безопасное хранение отходов на судах, в соответствии с требованиями природоохранного законодательства РФ и требованиями экологической и пожарной безопасности, оборудованных: гидроизоляционным покрытием; специальными накопительными промаркированными (в соответствии с видом и классом опасности отхода) емкостями и контейнерами; противопожарным оборудованием.

#### **Порядок транспортировки опасных отходов**

Транспортировка отходов будет осуществляться способами, исключающими возможность их потери в процессе перевозки, создание аварийных ситуаций, причинение вреда окружающей среде, здоровью людей, хозяйственным и иным объектам. Транспортировка опасных отходов допускается только специально оборудованным транспортом, имеющим специальное оформление согласно действующим инструкциям.

Все работы, связанные с загрузкой, транспортировкой, выгрузкой и захоронением отходов будут механизированы и герметизированы. Транспортировку отходов будут производить в специально оборудованном транспорте, исключающем возможность потерь по пути следования и загрязнение окружающей среды, а также обеспечивающем удобства при

перегрузке.

Транспортирование опасных отходов будет осуществляться при следующих условиях:

- наличие паспорта опасных отходов;
- наличие специально оборудованных и снабженных специальными знаками транспортных средств;
- соблюдение требований безопасности к транспортированию опасных отходов на транспортных средствах;
- наличие документации для транспортирования и передачи опасных отходов с указанием количества транспортируемых опасных отходов, цели и места назначения их транспортирования.

### **8.6. РАСЧЕТ ПЛАТЫ ЗА РАЗМЕЩЕНИЕ ОТХОДОВ**

Базовые нормативы платы и расчетные коэффициенты приняты в соответствии с Постановлением от 13.09.2016 г. № 913 «**О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах**».

Согласно Федеральному закону «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ, платы за те виды отходов, которые передаются специализированным организациям на обезвреживание или использование, не взимается, так как к негативному воздействию на окружающую среду относится захоронение (размещение) отходов на полигоне. Захоронению (размещению) подлежит один вид отхода: мусор от бытовых помещений судов и прочих плавучих средств, не предназначенных для перевозки пассажиров. Мусор от бытовых помещений судов и прочих плавучих средств, не предназначенных для перевозки пассажиров в соответствии с ФККО относится к твердым коммунальным отходам (ТКО). В соответствии с ФЗ от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (в ред. ФЗ от 21.07.2014 г. № 219) с 01.01.2016 г. плательщиками платы за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) при размещении ТКО являются региональные операторы по обращению с ТКО, осуществляющие деятельность по их размещению. Таким образом, «образователи» ТКО с 01.01.2016 г. не являются плательщиками платы за НВОС при размещении ТКО.

Таким образом, расчет платы за размещения отходов при проведении изыскательских работ не производился

### **8.7. ВЫВОДЫ**

Общее количество отходов, образующееся при проведении изыскательских работ, на основании расчетов нормативных образований, составит:

- отходы I класса опасности - 0,01756 тонн;
- отходы II класса опасности – 1,1079 тонн;
- отходы III класса опасности – 508,312 тонн;
- отходы IV класса опасности – 336,7 тонн;

- отходы V класса опасности – 21,5 тонн.

**Итого 867,64 тонн (15 видов).**

По данным таблицы 8.2. основной объем образования отходов приходится на III класс опасности (воды подсланевые и/или льяльные с содержанием нефти и нефтепродуктов 15% и более).

При соблюдении соответствующих норм и правил по сбору, временному накоплению, вывозу и утилизации отходов производства и потребления, их воздействие на окружающую природную среду будет минимальным.

## **9. ОГРАНИЧИВАЮЩИЕ ФАКТОРЫ**

### ***9.1. ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ (ООПТ) ПО ТРАССЕ КАБЕЛЯ***

В таблице 9.1. представлена обзорная таблица основных ООПТ вдоль трассы кабеля по объекту «Строительство Арктической подводной кабельной системы».

Схема трассы по отношению к ООПТ представлена на рисунках 9.1-9.18. Номера ООПт те же, что и в таблице 9.1.

**Таблица 9.1.**

**Перечень основных морских и приморских ООПТ вдоль трассы кабеля по объекту «Строительство Арктической подводной кабельной системы»**

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
1	Кандалакшский	Северо-Западный федеральный округ - Мурманская область - Городской округ, ЗАТО Североморск, Кандалакшский район, Печенгский район, Терский район.  Северо-Западный федеральный округ - Республика Карелия - Лоухский район.	Государственный природный заповедник - Федерального значения	<b>Постановление Совета народных комиссаров РСФСР от 25.07.1939 №386</b> Об образовании Кандалакшского государственного заповедника  <b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 11.03.2019 №144</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Кандалакшский государственный природный заповедник"	-	78 608,0	Группа архипелагов с прилегающей акваторией в Кандалакшском заливе Белого моря и в Баренцевом море (острова Айновы, Гавриловские, Семь островов). Природные комплексы северной тайги: еловые леса в сочетании с березняками, осинниками и сфагновыми болотами; на повышенных элементах рельефа - сосновые леса. Водоплавающие и околоводные птицы, морские колониальные птицы (гага, кайра, утки, чистиковые, чайки и др.), места их обитания и размножения. Кандалакшский залив Белого моря - водно-болотное угодье международного значения. Острова Баренцева моря предлагаются как водно-болотное угодье международного значения.



№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
2	Североземельский	Сибирский федеральный округ - Красноярский край - Таймырский Долгано-Ненецкий район	Государственный природный заказник - Федерального значения	<b>Постановление правительства Российской Федерации от 03.04.1996 №401</b> Об учреждении государственного природного заказника "Североземельский" министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации <b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 20.11.2012 №395</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Объединенная дирекция заповедников Таймыра"	-	421 701,0	Три острова архипелага Северная Земля. Природные комплексы островов; редкие виды растений; места линьки и гнездования редких видов птиц (черной казарки, люрика, чистика, моевки, белой чайки).
3	Новосибирские острова	Дальневосточный федеральный округ - Республика Саха (Якутия) - Булунский улус (район)	Государственный природный заказник - Федерального значения	<b>Распоряжение правительства Российской Федерации от 02.03.2018 №352-р</b> О создании государственного природного заказника федерального значения "Новосибирские острова" <b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 14.01.2019 №8</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Государственный природный заповедник "Усть-Ленский"	-	6 594 496,3	-
4	Остров Врангеля	Дальневосточный федеральный округ - Чукотский	Государственный природный заповедник - Федерального значения	<b>Постановление Совета Министров РСФСР от 23.03.1976 №189</b> Об организации государственного заповедника "Остров Врангеля" Главохоты РСФСР в Магаданской области	-	2 225 650,0	Арктические островные биоценозы островов Врангеля и Геральд: тундры - травяно-лишайниковые, дриадо-

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
		автономный округ - Иультинский район	значения	<b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 25.05.2011 №460</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Государственный природный заповедник "Остров Врангеля"			травяно-лишайниковые, местами кустарничково-лишайниковые; реликтовые степные и тундро-степные сообщества. Популяции овцебыка, белого медведя, лежбища моржей. Колонии морских птиц. Единственная в России гнездовая колония белого гуся.
5	Берингия	Дальневосточный федеральный округ - Чукотский автономный округ - Иультинский район, Провиденский район, Чукотский район	Национальный парк - Федерального значения	<b>Распоряжение правительства Российской Федерации от 19.08.1994 №1338-р</b> об организации на территории Чукотского автономного округа национального природного парка "Берингия" Минприроды России  <b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27.09.2017 №519</b> Об утверждении Положения о национальном парке "Берингия"	-	1 819 454,0	-
6	Корякский	Дальневосточный федеральный округ - Камчатский край - Олюторский район, Пенжинский	Государственный природный заповедник - Федерального значения	<b>Приказ министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации от 15.01.1996 №14</b> О создании государственного природного заповедника "Корякский"  <b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 25.05.2011 №460</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Государственный природный заповедник "Остров Врангеля"	-	327 156,0	Природные комплексы Корякского нагорья, Парапольской депрессии, побережья и акватории Берингова моря. Фауна: лось, северный олень, снежный баран, бурый медведь, морж, черношапочный сурок.

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
		район		<b>Федерации от 21.09.2015 №405</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник"			Около 30 колоний морских птиц. Редкие виды птиц и млекопитающих (белоклювая гагара, черная казарка, пискулька, гусь-бело-шей, орланы белохвост и белоплечий, беркут, скопа, сапсан, кречет, лопатень, белая чайка, алеутская крачка, белый медведь, калан). Часть территории - водно-болотное угодье международного значения.
7	Командорский	Дальневосточный федеральный округ Камчатский край Алеутский район	Государственный природный заповедник – Федерального значения	<b>Положение министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 01.04.1994</b> О государственном природном заповеднике "Командорский"  <b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 19.05.2011 №349</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Государственный природный биосферный заповедник "Командорский"	-	3 648 680,0	Природные комплексы островов (Беринга, Медный, Топорков, Арий Камень, Бобровые камни, около 60 мелких) с кустарниково-луговой и лугово-тундровой растительностью. Морские млекопитающие (морской котик, сивуч, тюлени). Гнездовья морских колониальных птиц. Редкие виды растений (полушник морской, венерины башмачки настоящий и Ятабе, лобария легочная) и животные (15 видов птиц, калан, антур, командорский ремнезуб, малый полосатик). Предлагается

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							как водно-болотное угодье международного значения.
8	Кроноцкий	Дальневосточный федеральный округ Камчатский край Елизовский район, Мильковский район	Государственный природный заповедник – Федерального значения	<b>Постановление Совета Министров РСФСР от 17.01.1967 №34</b> Об организации в Камчатской области Кроноцкого государственного заповедника  <b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 21.09.2015 №405</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник"	-	1 147 619,4	Природные комплексы вулканического нагорья с лесами из каменной березы и горными тундрами, участками елово-лиственничной тайги. Кроноцкое озеро в межгорной депрессии. Уникальные объекты - Долина гейзеров, термопроявления кальдеры Узон, вулканы (8 действующих вулканов), ледники, нерестовые реки. Популяции бурого медведя, северного оленя, снежного барана, соболя. Колонии морских птиц и лежбища морских млекопитающих. Редкие виды животных: белоплечий и белохвостый орланы, скопа, беркут, сапсан, кречет, алеутская крачка, калан, сивуч и др.
9	Курильский	Дальневосточный федеральный округ Сахалинская область Южно-Курильский	Государственный природный заповедник – Федерального значения	<b>Постановление Совета Министров РСФСР от 10.02.1984 №47</b> О создании государственного заповедника «Курильский» Главохоты РСФСР в Сахалинской области  <b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 21.09.2015 №405</b>	-	65 365,0	Природные комплексы острова Кунашир (Северный и Южный участки) и мелких островов Малой Курильской гряды (Демина, Осколки и др.). Широколиственные и смешанные леса. Редкие

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
		городской округ		Федерации от 18.02.2019 №102 Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Государственный природный заповедник "Курильский"			виды растений и грибов (41); в т.ч. эндемики Кунашира - береза Максимовича, ботрокариум спорный, магнолия обратная, клен японский, липа Максимовича. Редкие виды животных: 5 видов беспозвоночных, 39 видов позвоночных (1 вид рыб, 2 - пресмыкающихся, 3 - млекопитающих, 33 - птиц), в т.ч. японский журавль, рыбный филин. Колонии морских птиц (чайки, топорки, тупик-носорог). Крупные летние лежбища сивуча и курильского тюленя. Нерестовые реки (Тятина, Саратовка, Ночка). 66 археологических и этнографических памятников (стоянки древнего человека, айнские поселения, японские сооружения). Выходы термальных вод (оз. Кипящее в кальдере вулкана Головнино, Нескученские и Столбовские термальные источники). Создан в соответствии с Конвенцией

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							между СССР и Японией от 10.10.1973.
10	Поронайский	Дальневосточный федеральный округ - Сахалинская область - Поронайский городской округ	Государственный природный заповедник - Федерального значения	<p><b>Постановление Совета Министров РСФСР от 30.03.1988 №107</b> О создании гос заповедника "Поронайский"</p> <p><b>Приказ министерств природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 25.05.2011 №438</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Государственный природный заповедник "Поронайский"</p>	-	56 694,0	<p>Растения: седлоцвет Сахалинский (<i>Eriophipanthus sachalinensis</i>), остролодочник тодомоширский (<i>Oxytropis todomoshiriensis</i> Miyabe et Miyake), башмачок крупноцветный (<i>Cypripedium macranthum</i> Sw).</p> <p>Животные: сахалинская кабарга (<i>Moschus moschiferus</i> (Приходько, 1980)), дикуша (<i>Falci pennis falci pennis</i>), алеутская крачка (<i>Sterna aleutica</i> (Воронов, Еремин, 1983)), Мандаринка (<i>Aix galericulata</i> (Гизенко, 1953, Иванов, 1976)), скопа (<i>Pandion haliaetus</i> (Гизенко, 1955)), белоплечий орлан (<i>Haliaeetus pelagicus</i> (Воронов, 1983)), орлан-белохвост (<i>Haliaeetus albicilla</i> (Гизенко, 1955)), сапсан (<i>Falco peregrinus</i> Gunst (Иванов, 1976)).</p> <p>Уникальные природные объекты: птичий базар на м. Терпения, перешеек Лодочный.</p>

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							<p>Историко-культурные объекты:  Памятники истории культурного наследия:  Поселения: Река Низовая, Река Сигнальная, Урочище Котиково-1, Урочище Котиково-3, Урочище Котиково-4, Река Незабудка-1, Озеро Туровское-1, Озеро Туровское-2, Мыс Пята, Мыс Космодемьянской-1, Мыс Космодемьянской-2, Мыс Космодемьянской-3, Озеро Черемховое-1, Озеро Черемховое-2, Мыс Истомина, Мыс Топографов-1, Мыс Топографов-2, Мыс Обширный, Мыс Терпения-1, Мыс Терпения-2, Бухта Давыдова-1,  Стоянки: Река Учир, Урочище Котиково-2,  Отд. котл.: Озеро Гагарье-1, Бухта Давыдова-2.  Фортификационные памятники II Мировой войны: Перешеек Лодочный, Мыс Космодемьянской, Мыс Георгия, Мыс Терпения, Мыс Давыдова.</p>

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							Памятник истории: между мысом Терпения и мысом Георгия. Памятники новейшей истории: Озеро Невское (кордон), Река Котиково (кордон), Река Незабудка, Мыс Обширный, Мыс Терпения, Мыс Давыдова, Река Владимировка (кордон).
11	Мыс Кузнецова	Дальневосточный федеральный округ Сахалинская область Невельский муниципальный район	Памятник природы – Регионального значения	<b>Постановление губернатора Сахалинской области от 08.09.1997 №420</b> Об утверждении границ и режима охраны памятника природы регионального значения "Мыс Кузнецова", прошедшего инвентаризацию в 1996 году  <b>Постановление правительства Сахалинской области от 08.05.2015 №151</b> Об утверждении границ и режима особой охраны территории памятника природы регионального значения "Мыс Кузнецова" по результатам инвентаризации, проведенной в 2013 году	-	377,0	- скалистые обрывы, являющиеся местом гнездования белопоясничных стрижей, чистиков и синего каменного дрозда (вид включен в Красную книгу Сахалинской области), а также живописные арки, кекуры и гроты на мысе Кузнецова; - морские скалы и рифы, расположенные к западу и юго-западу от мыса Кузнецова – единственное на Сахалине круглогодичное лежбище сивучей (вид занесен в Красные книги Сахалинской области, РФ и Красный список МСОП); - места большого скопления нерпы,



№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							<p>берингова баклана и японского баклана (вид внесен в Красную книгу Сахалинской области);</p> <p>- морское побережье в районе мыса Кузнецова – места кормежки и отдыха на пролете многих, в том числе, включенных в красные книги различного уровня, видов птиц;</p> <p>- скалы и щебнистые осыпи, подножья скал мыса Кузнецова на которых произрастают эндемичные для Сахалина виды растений (смолевка сахалинская, гилотелефиум красноиспещренный), а также, виды, включенные в Красные книги России и Сахалинской области (можжевельник Саржента, венерин башмачок крупноцветковый, кремастра изменчивая);</p> <p>- коренные хвойно-широколиственные леса, в составе которых произрастают редкие, включенные в Красные книги РФ и Сахалинской области, виды растений</p>

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							(калопанак семилопастной, аралия сердцевидная, вишня Саржента, бархат сахалинский, черемуха Съори, гортензия черешчатая, тис остроконечный, листовник японский, многоножка Фори, страусник восточный, кониограмме средняя и др, всего 33 вида); местообитания многих редких, включенных в красные книги различного уровня, видов животных (жемчужница курильская, филин, сапсан, тростниковая овсянка, уссурийский трубконос и др.).
12	Остров Монерон	Дальневосточный федеральный округ Сахалинская область Невельский муниципальный район	Природный парк Регионального значения	<b>Постановление губернатора Сахалинской области от 05.12.1995 №392</b> Об образовании природного парка областного значения "Остров Монерон"  <b>Постановление правительства Сахалинской области от 14.06.2018 №262</b> О наделении министерства спорта, туризма и молодежной политики Сахалинской области полномочиями учредителя областного бюджетного учреждения "Природный парк "Остров Монерон"	-	1 559,0	Остров Монерон, морская акватория острова, скалы, рифы в этой зоне. Уникальные наземные (благодаря длительному изолированному развитию) и подводные природные комплексы. Темнохвойные (ель аянская, пихта сахалинская) и каменноберезовые леса с подлеском из курильского бамбука, кустарниково-

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							травянистые сообщества, разнотравные луга. Редкие виды растений (дрема сахалинская, остролодочник тодомоширский, тис остроконечный, родиола розовая, можжевельник Саржента, падуб морщинистый, венерин башмачок крупноцветковый). Редкие виды животных (галиотис, плазастер бореальный, тугамия гигантская, морской еж, топорки, тупик-носорог, японский баклан, сапсан, орлан-белохвост, чернохвостая и тихоокеанская чайки, тонкоклювая кайра). Колонии морских птиц, лежбища сивуча и ларги.
13	Сихотэ-Алинский	Дальневосточный федеральный округ - Приморский край - Дальнегорский городской округ, Красноармейский район,	Государственный природный заповедник - Федерального значения	<b>Распоряжение Совета Министров РСФСР от 09.07.1991 №725-р</b> О расширении территории Сихотэ-Алинского государственного биосферного заповедника  <b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 19.05.2011 №341</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения	-	401 428,0	Среднегорья, низкогорья и предгорья Центрального Сихотэ-Алиня, морские террасы, побережье и акватория Японского моря шириной 1 км. Природные комплексы прибрежных травянистых и кустарниковых сообществ, дубовых лесов с маньчжурскими видами (0-

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
		Тернейский район.		"Сихотэ-Алинский государственный природный биосферный заповедник имени К.Б.Абрамова"			300 м), кедрово-широколиственных (200-500 м), кедрово-еловых (400-700 м), пихтово-еловых (700-1100 м), высокогорных пихтово-еловых и каменноберезовых лесов и высокогорных лугов (1100-1500 м), зарослей кедрового стланика (1200-1300 м), горных тундр. 40 видов редких и исчезающих растений (башмачки крупноцветковый, настоящий и пятнистый, бородатка японская, заманиха высокая, калипсо луковичная, полушник азиатский, рододендроны сихотинский и Фори, тис остроконечный, лиственница ольгинская и др.). 63 вида млекопитающих, 342 - птиц, 8 - рептилий, 5 - амфибий, 32 - рыб. Редкие виды животных - 5 видов млекопитающих (амурский тигр, амурский лесной кот, гималайский медведь, амурский горал, пятнистый олень), 34 - птиц (черный аист, мандаринка,

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							чешуйчатый крохаль, орлан белоплечий, орлан-белохвост, ястребиный сарыч, беркут, сапсан, скопа, хохлатый орел, дикуша, черный журавль, рыбный филин и др.), 1 - рыб (осетр сахалинский), 13 - насекомых.
14	Черные скалы	Дальневосточный федеральный округ - Приморский край - Дальнегорский городской округ	Государственный природный заказник - Регионального значения	<b>Постановление губернатора Приморского края от 15.10.1998 №511</b> О стратегии сохранения биоразнообразия Сихотэ-Алиня <b>Постановление администрации Приморского края от 13.10.2008 №252-па</b> Об утверждении положений о государственных природных заказниках краевого значения	-	12 400,0	Побережье Японского моря с береговыми скалами. Местообитания амурского горала, пятнистого оленя.
15	Васильковский	Дальневосточный федеральный округ - Приморский край - Ольгинский район	Государственный природный заказник - Регионального значения	<b>Постановление губернатора Приморского края от 30.04.1996 №268</b> О государственных заказниках краевого значения <b>Постановление администрации Приморского края от 13.10.2008 №252-па</b> Об утверждении положений о государственных природных заказниках краевого значения	-	34 000,0	- побережье Японского моря (залив Ольги) с низкогорьями и среднегорьями; - 28 редких растений (эдельвейс Палибина, рододендрон остроконечный, плаунок тамарисковый и др.); - высокая плотность популяции пятнистого оленя; - амурский тигр; - гималайский медведь; - 100 видов гнездящихся

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							птиц, около 100 видов пролетных птиц, в т.ч. 16 видов редких (японский бекас и др.).
16	Лазовский им. Л.Г. Капланова	Дальневосточный федеральный округ - Приморский край - Лазовский район	Государственный природный заповедник – Федерального значения	<p><b>Приказ министерства природных ресурсов Российской Федерации от 05.03.2003 №164</b> Об утверждении положения о федеральном государственном учреждении "Лазовский государственный природный заповедник им. Л.Г. Капланова"</p> <p><b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 23.07.2014 №336</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Объединенная дирекция Лазовского государственного природного заповедника имени Л.Г.Капланова и национального парка "Зов тигра"</p>	-	120 998,0	<p>- южный отрог (хр. Заповедный) Сихотэ-Апиня, междуречье рек Киев-ка и Черная; побережье Японского моря; природные комплексы кедрово-широколиственных лесов маньчжурского типа, пихтово-еловых лесов, подгольцовых редколесий из березы шерстистой;</p> <p>- флористически богатые долинные леса (ильм долинный, ясень маньчжурский, орех маньчжурский, клен мелколистный, бархат амурский и др.);</p> <p>- 1212 видов сосудистых растений, 281 - мохообразных, 601 - водорослей, 403 - лишайников, 756 - грибов. Много реликтовых и эндемичных растений (тис остроконечный, женьшень настоящий, микробиота перекрестнопарная и др.);</p> <p>- уникальная роща тиса остроконечного на острове</p>

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							Петрова; 319 видов птиц (140 - гнездятся), 57 - млекопитающих, 18 - рыб, 8 - земноводных, 8 - пресмыкающихся. 11 видов редких млекопитающих (амурский тигр, гималайский медведь, амурский горал, уссурийский пятнистый олень, обыкновенный длиннокрыл, гигантская бурузубка и др.); - редкие птицы (черный аист, мандаринка, чешуйчатый крохаль, скопа, ястребиный сарыч, беркут, орлан-белохвост, белоплечий орлан, сапсан, японский бекас, филин и др.); - редкие насекомые - 37 видов; археологические памятники поселений древнего человека.
17	Залив Восток	Дальневосточный федеральный округ - Приморский край - Находкинский	Государственный природный заказник - Регионального значения	<b>Решение исполнительного комитета Приморского краевого Совета народных депутатов от 20.04.1989 №131</b> Об организации комплексного морского заказника краевого значения "Залив Восток" залива Петра Великого Японского моря	-	1 820,0	Акватория залива Восток в заливе Петра Великого Японского моря. Морские экосистемы. Плантации марикультуры.

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
		городской округ, Партизанский район		<b>Постановление администрации Приморского края от 28.07.2008 №170-па</b> Об утверждении положений о государственных природных заказниках краевого значения			
18	Дальневосточный морской	Дальневосточный федеральный округ - Приморский край - Владивостокский городской округ, Хасанский район	Государственный природный заповедник – Федерального значения	<b>Постановление Совета Министров СССР от 24.03.1978 №228</b> Об организации Дальневосточного государственного Морского заповедника  <b>Приказ министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 29.04.2019 №45н</b> Об утверждении Положения о Дальневосточном морском биосферном государственном природном заповеднике	-	64 316,3	Морские и островные экосистемы залива Петра Великого. На островах - широколиственные леса (коренные чернопихтово-широколиственные, дубовые из дуба монгольского, липовые из липы маньчжурской и амурской); разнотравно-злаковые луга, группировки крупнотравья, редкие сообщества из лилии поникающей, девичего винограда триостренного и др. 928 видов сосудистых растений, в том числе 51 - редких (тис остроконечный, сосна густоцветковая, девичий виноград и др.). Морские беспозвоночные (дальневосточный трепанг, приморский гребешок и др.). 162 видов рыб, в т.ч. 9 редких (сахалинский осетр, красночешуйная красноперка, дальневосточный сарган и др.); 35 видов



№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							млекопитающих (в т.ч. редкие - обыкновенный длиннокрыл, малая косатка); 354 видов птиц, в т.ч. 10 редких (малая качурка, средняя белая и желтоклювая цапли, мандаринка, сапсан, белоплечий орлан, беркут, хохлатый старик и др.); 5 видов рептилий (редких - 2); 3 вида амфибий (редких - 1). Реликтовые озера на островах Стенина и Большой Пелис. Археологические памятники бойсманской и янковской культур; памятники военной истории СССР 1933-1935 гг.
19	Хасанский	Дальневосточный федеральный округ Приморский край Хасанский район	Природный парк Регионального значения	<b>Постановление губернатора Приморского края от 24.06.1997 №268</b> Об организации природного парка "Хасанский"  <b>Постановление администрации Приморского края от 31.05.2019 №325-па</b> Об утверждении Положения о природном парке "Хасанский"	-	9 984,9	Прибрежные низменности с солоноватыми озерами (примыкает к одному из участков Дальневосточного морского заповедника). Луговая, лугово-болотная и околородная растительность; парковые редколесья из дуба зубчатого на холмах. 39 видов редких растений (цойсия японская, беламканда китайская и др.). Водно-болотные

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							<p>уголья (Хасан - дельта реки Туманной) на Притихоокеанском пролетном пути - район гнездовый, отдыха и кормежки сотен тысяч мигрирующих водоплавающих и околоводных птиц (26 видов уток, гуси, 50 видов куликов, лебеди, пастушковые, цапли и др.), в т.ч. редких (японский журавль, чернеть Бэра и др.). 28 видов редких насекомых. Редкие виды рептилий и млекопитающих: полосатый полоз, японский крот и др. 23 археологических памятника. Создан в соответствии с Конвенциями по охране перелетных птиц и их местообитаний между СССР и Японией, СССР и КНДР. Ключевая орнитологическая территория. Предлагается как водно-болотное угодье международного значения.</p>
20	Бухты зал.	Дальневосточный	Памятник природы	Решение исполнительного комитета Приморского краевого Совета народных	-	17 421,3	Бухты залива Петра Великого.

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
	Посьета	федеральный округ Приморский край Хасанский район	Регионального значения	<b>депутатов от 29.11.1974 №991</b> О признании водных объектов Приморского края памятниками природы			
21	Зов тигра	Дальневосточный федеральный округ Приморский край Лазовский район, Ольгинский район, Чугуевский район	Национальный парк – Федерального значения	<b>Постановление губернатора Приморского края от 29.12.2000 №837</b> Об организации национального парка «Зов тигра»  <b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 23.07.2014 №336</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Объединенная дирекция Лазовского государственного природного заповедника имени Л.Г.Капранова и национального парка "Зов тигра"	-	82 152,0	Территория парка характеризуется значительным биологическим разнообразием. Распространены кедрово-широколиственные, елово-пихтово-кедровые, каменоберезовые, дубовые и горнотундровые леса. Выделяется более 40 типов растительных сообществ. Основными объектами охраны в национальном парке являются виды, занесенные в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу МСОП, к числу которых относятся 6 видов млекопитающих: "хозяин тайги" - амурский тигр, дальневосточный лесной кот, пятнистый олень, горал. К обычным для территории национального парка представителям крупных

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							<p>млекопитающих относятся гималайский и бурый медведи, изюбр, кабан, косуля, кабарга.</p> <p>Из редких и эндемичных видов птиц встречается чешуйчатый крохаль, рыбный филин, черный аист, скопа, орлан-белохвост, осоед, мандаринка, иглоногая сова, косматый поползень.</p> <p>Среди множества насекомых – 26 редких и исчезающих видов, к числу которых относится аполлон Эверсмана, кузнечик Уварова, реликтовый усач махаон Маака и др.</p> <p>В парке произрастает 73 вида редких и нуждающихся в охране сосудистых растений. К их числу относятся: женьшень настоящий, тис остроконечный, заманиха высокая, шлемник байкальский, бадан тихоокеанский и др. Флора лишайников насчитывает 11 редких и нуждающихся в охране видов.</p> <p>Также объектами охраны являются: историко-</p>

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							культурные объекты и объекты природы : Гора Облачная, Горы Сестра и Каменный Брат, Гора Снежная, Река Милоградовка, Милоградовский водопад, Урочище Мута
22	Земля леопарда	Дальневосточный федеральный округ - Приморский край - Владивостокский городской округ, Надеждинский район, Уссурийский городской округ, Хасанский район.	Национальный парк - Федерального значения	<b>Постановление правительства Российской Федерации от 05.04.2012 №282</b> Об учреждении национального парка «Земля леопарда»  <b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 10.12.2018 №656</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Объединенная дирекция государственного природного биосферного заповедника "Кедровая падь" и национального парка "Земля леопарда" имени Н.Н.Воронцова"	-	261 868,8	- сохранение природных комплексов, уникальных и эталонных природных участков и объектов; - сохранение историко-культурных объектов; - экологическое просвещение населения; - создание условий для регулируемого туризма и отдыха; - разработка и внедрение научных методов охраны природы и экологического просвещения; - осуществление государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды); - восстановление нарушенных природных и историко-культурных комплексов и объектов.

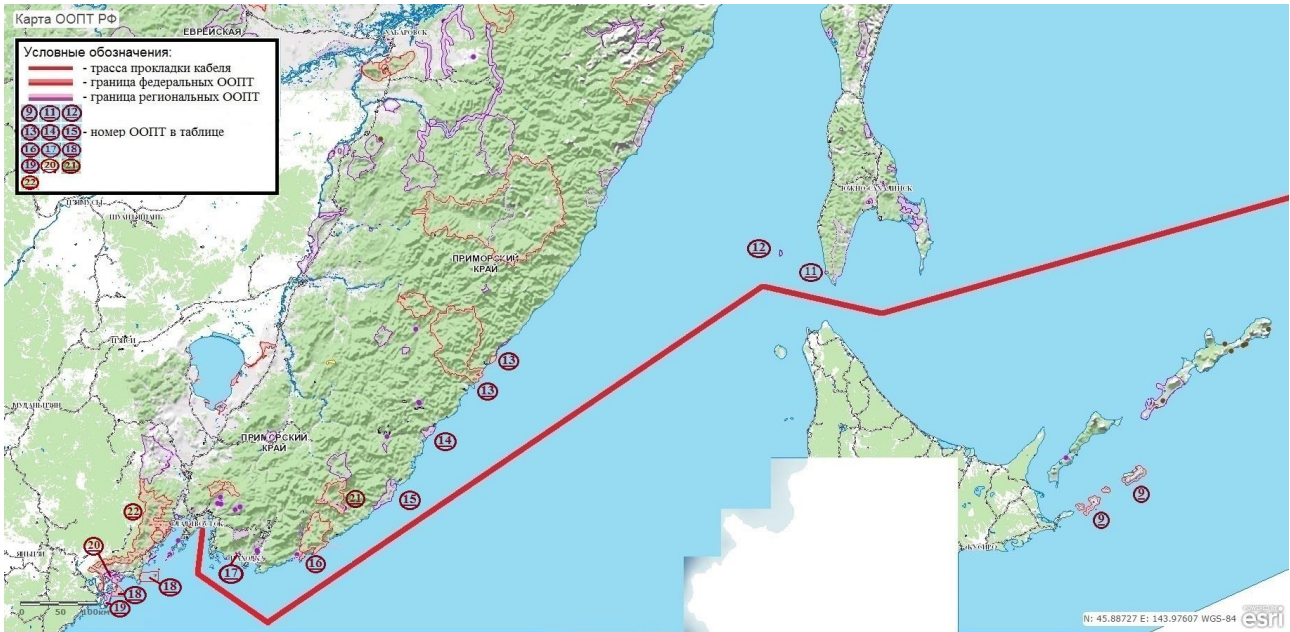
№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
23	Южно-Камчатский	Дальневосточный федеральный округ Камчатский край Елизовский район, Усть-Большерецкий район.	Природный парк - Регионального значения	<b>Постановление главы администрации Камчатской области от 18.08.1995 №193</b> О создании природного парка "Южно-Камчатский"  <b>Постановление губернатора Камчатского края от 24.08.2007 №58</b> О наделении должностных лиц, осуществляющих охрану особо охраняемых природных территорий регионального значения, правами должностных лиц, осуществляющих государственный лесной контроль и надзор в Камчатском крае	-	486 900,0	- горные, тундровые и прибрежные ландшафты юга Камчатки; - крупные, в т.ч. действующие вулканы, термальные источники; - высоко разнообразная и эндемичная флора; - редкие и исчезающие животные: 14 видов птиц (белоклювая гагара, тихоокеанская черная казарка, гусь-белошей, скопа, орланы, сапсан, лопатень, алеутская крачка, длинноклювый пыжик и др.); - 12 видов млекопитающих (калан, антур, серый дельфин, серый, синий и японский киты, клюворыл, командорский ремнезуб и др.); - 5 видов беспозвоночных; гнездящиеся и зимующие мигрирующие птицы; - бурый медведь, снежный баран; - камчатская семга.
24	Большой Арктический	Сибирский федеральный округ Красноярский край	Государственный природный заповедник - Федерального	<b>Положение министерства природных ресурсов Российской Федерации от 19.03.2001</b> О государственном учреждении "Государственный природный заповедник	-	4 169 222,0	Северное побережье полуострова Таймыр и прилегающие острова Карского моря. Природные комплексы арктических

№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
		Таймырский Долгано-Ненецкий район	значения	"Большой Арктический"  <b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 16.07.2019 №465</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Объединенная дирекция заповедников Таймыра"			экосистем побережий и мелководий, речных дельт, заливов и островов с характерной флорой и фауной. 7 изолированных участков: «Диксонско-Сибиряковский», «Острова Карского моря», «Пясинский», «Залив Миддендорфа», «Архипелаг Норденшельда», «Нижняя Таймыра», «Полуостров Челюскин». Разнообразие арктических экосистем. Редкие и исчезающие виды животных: черная и краснозобая казарки, малый лебедь, белоклювая гагара, орлан-белохвост, сапсан, белая и розовая чайки, белый медведь, морж (атлантический и лаптевский подвиды). Гнездовья водоплавающих и околоводных птиц (гусей, северных куликов, чаек), крупнейшее в Евразии место линьки белолобого гуся, места массовых скоплений перелетных птиц на Восточно-Атлантическом миграционном пути.

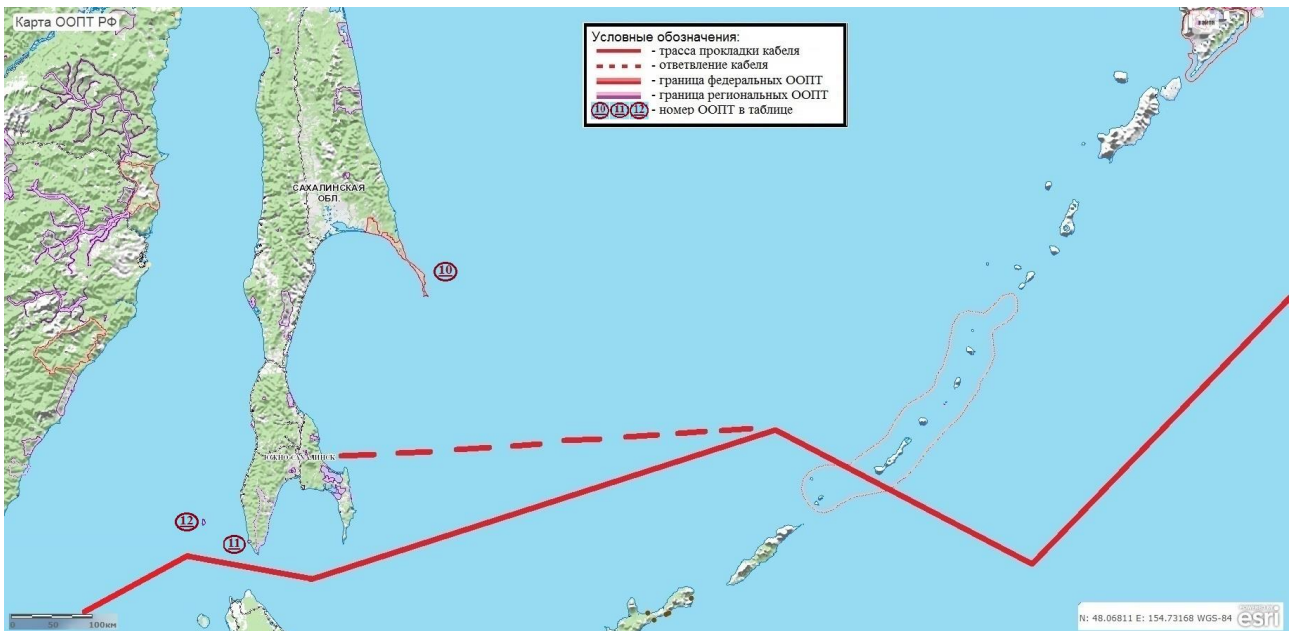
№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							Островная популяция диких северных оленей, песец, нерпа. Ценные виды рыб (ряпушка, сиг, чир, омуль, муксун и др.). Территория включена в Перспективный список Рамсарской конвенции.
25	Североземельский	Сибирский федеральный округ Красноярский край Таймырский Долгано-Ненецкий район	Государственный природный заказник – Федеральный значения	<b>Приказ министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации от 22.04.1996 №164</b> О создании государственного природного заказника федерального значения "Североземельский"  <b>Приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 20.11.2012 №395</b> Об утверждении Устава Федерального государственного бюджетного учреждения "Объединенная дирекция заповедников Таймыра"	-	421 701,0	Три острова архипелага Северная Земля. Природные комплексы островов; редкие виды растений; места линьки и гнездования редких видов птиц (черной казарки, люрика, чистика, моевки, белой чайки).
26	Русская Арктика	Северо-Западный федеральный округ Архангельская область	Национальный парк – Федерального значения	<b>Решение Архангельского областного собрания депутатов от 26.05.1999 №622</b> Об организации национального парка "Русская Арктика"  <b>Постановление правительства Российской Федерации от 25.08.2016 №840</b> О расширении территории национального парка "Русская Арктика"	-	1 426 000,0	Ландшафты полярных пустынь и арктической тундры с обширными ледниковыми покровами. Флора высокоарктической и арктической тундры, характерные растения: полярный мак, камнеломки, крупки, полярная ива и др. Места концентрации ценных и редких видов



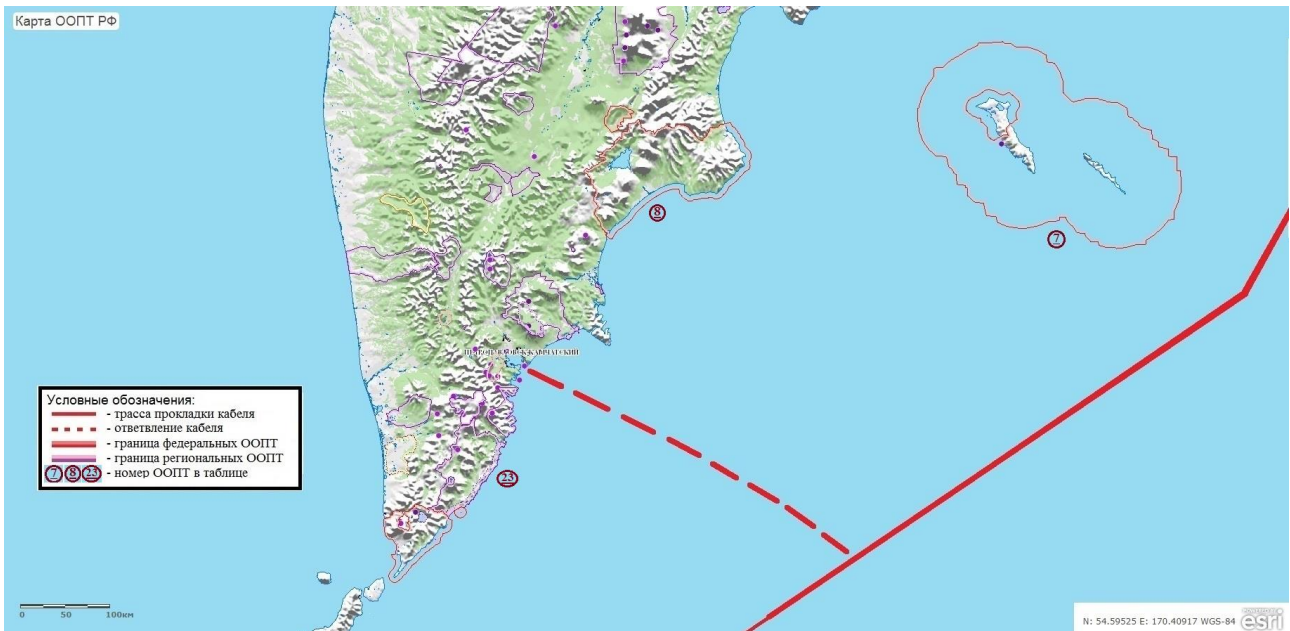
№	Название ООПТ	Административный район	Категория ООПТ (профиль)	Нормативная правовая основа функционирования ООПТ	Расстояние до ООПТ, км	Площадь, га	Территория и объекты охраны
							<p>животных, важные места обитания белого медведя, лежбища атлантического моржа, места обитания новоземельского северного оленя, атлантической черной казарки. Крупные колонии морских птиц, в т.ч. самые северо-восточные места гнездования атлантической толстоклювой кайры. Исторические и памятные места, связанные с поморскими плаваниями, экспедициями первооткрывателей Арктики, исследованиями советского периода. Наиболее значимый объект международного значения - комплекс памятников голландской экспедиции Виллема Баренца.</p>



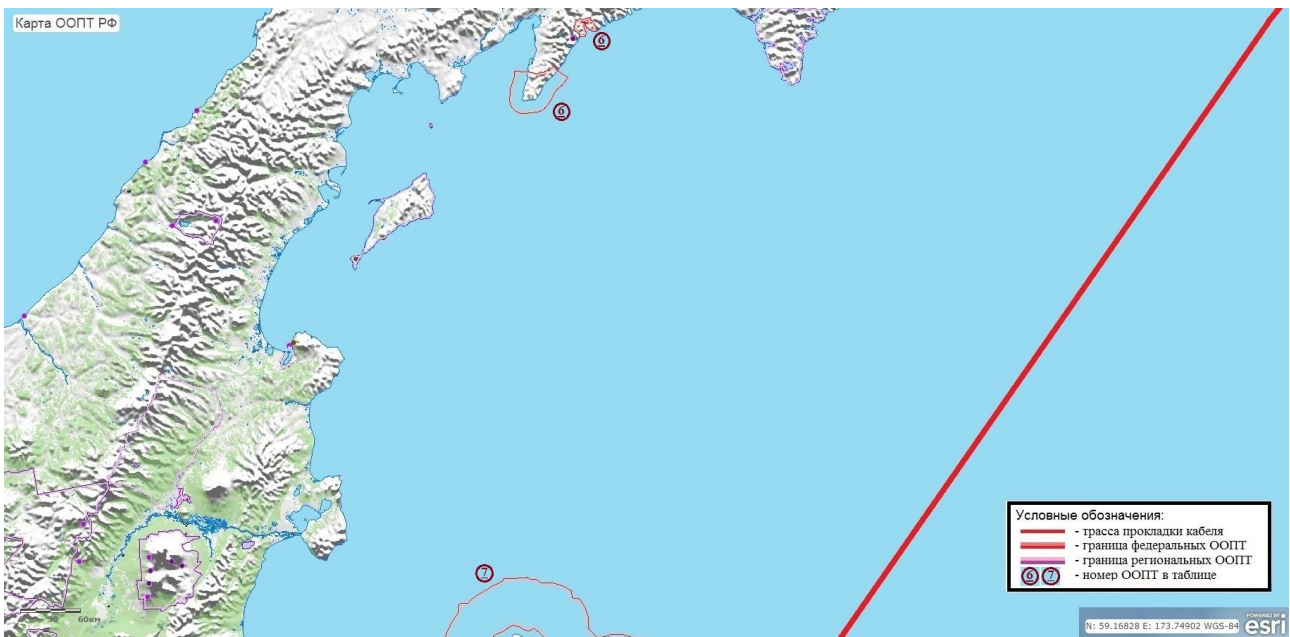
**Рис. 9.1. ООПТ по трассе кабеля в районе Приморья**



**Рис. 9.2. ООПТ по трассе кабеля в районе Сахалина и Курил**



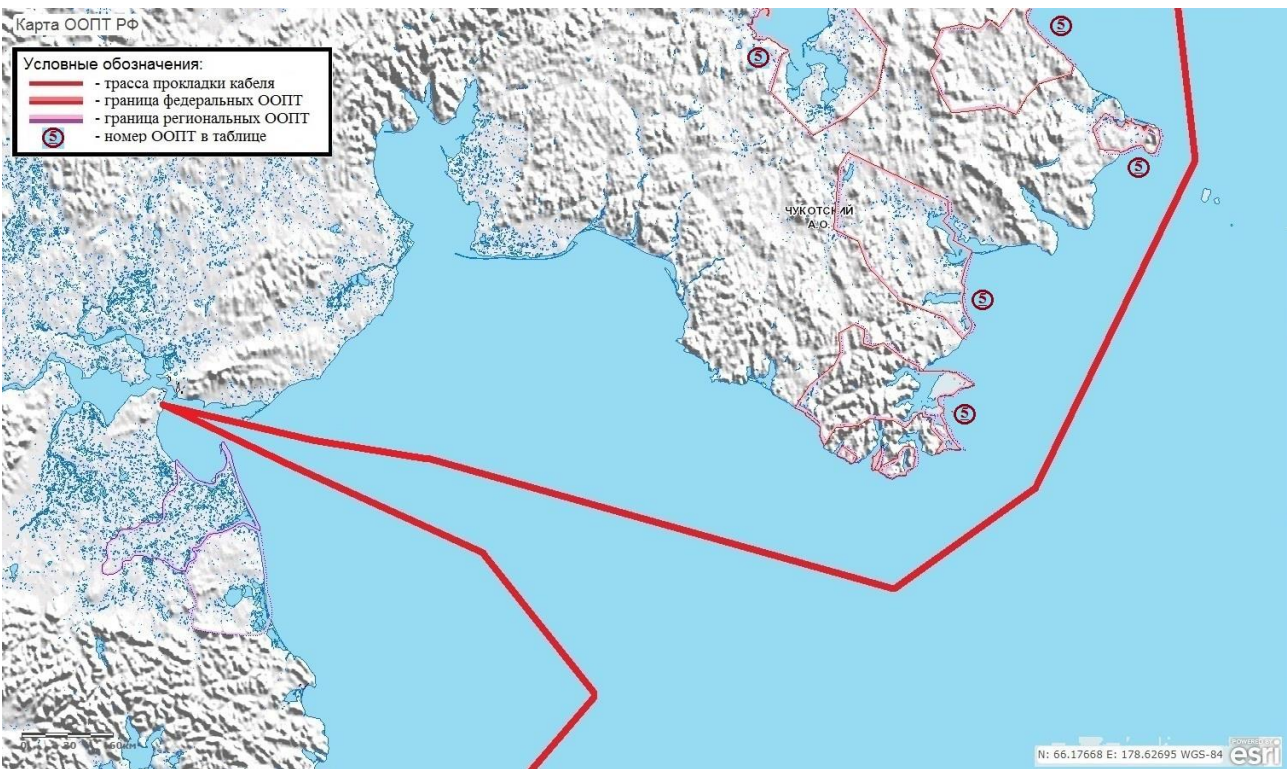
**Рис. 9.3. ООПТ по трассе кабеля в районе Южной Камчатки**



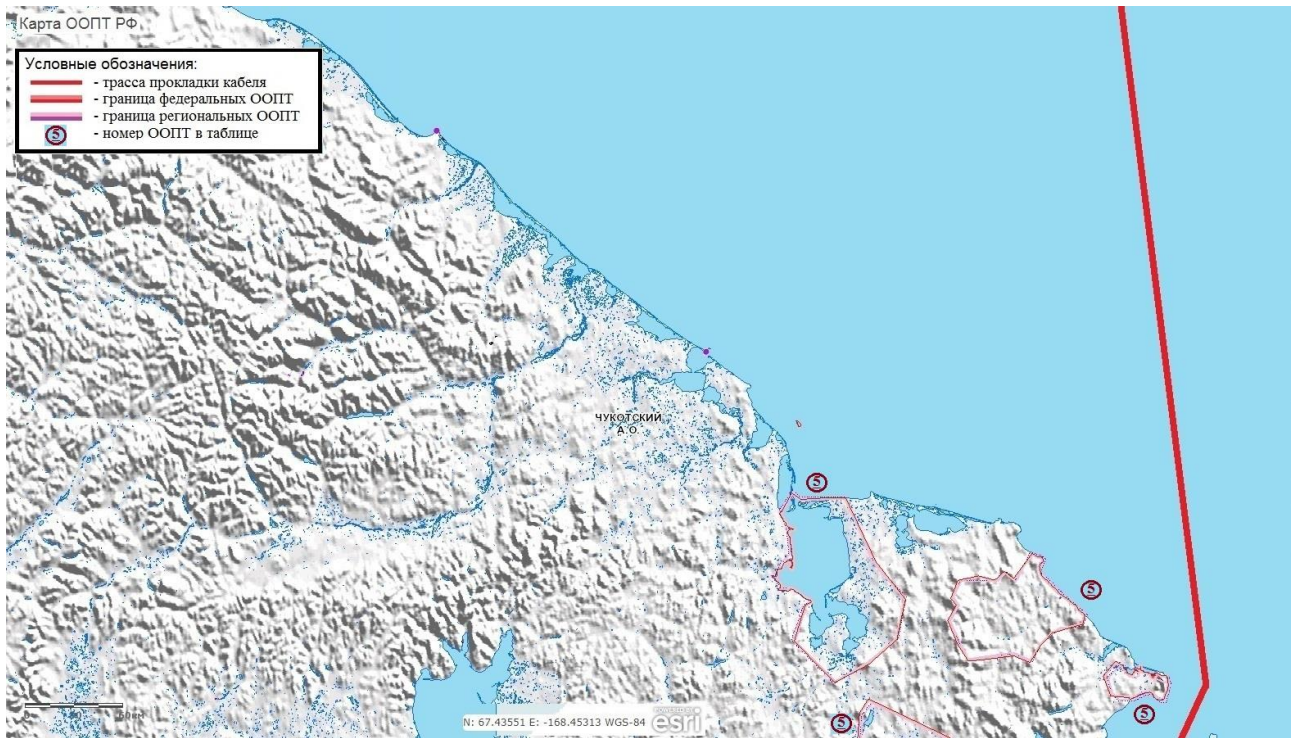
**Рис. 9.4. ООПТ по трассе кабеля в районе Северной Камчатки**



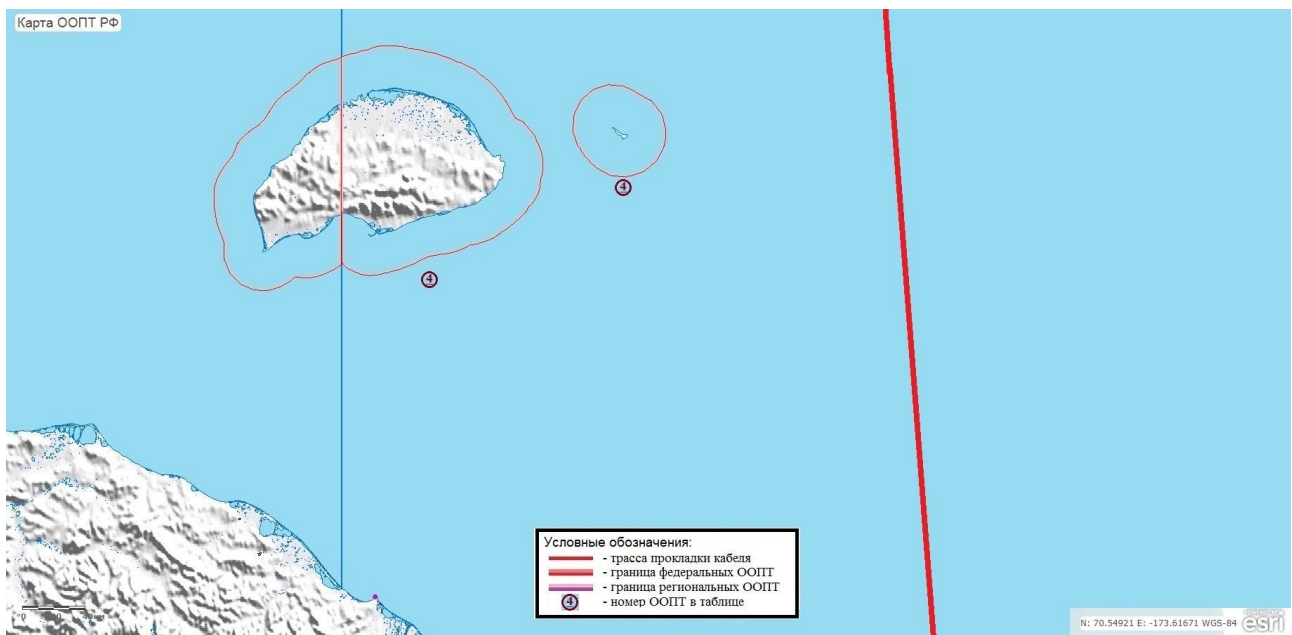
**Рис. 9.5. ООПТ по трассе кабеля в районе южной Чукотки**



**Рис. 9.6. ООПТ по трассе кабеля в районе северной Чукотки**



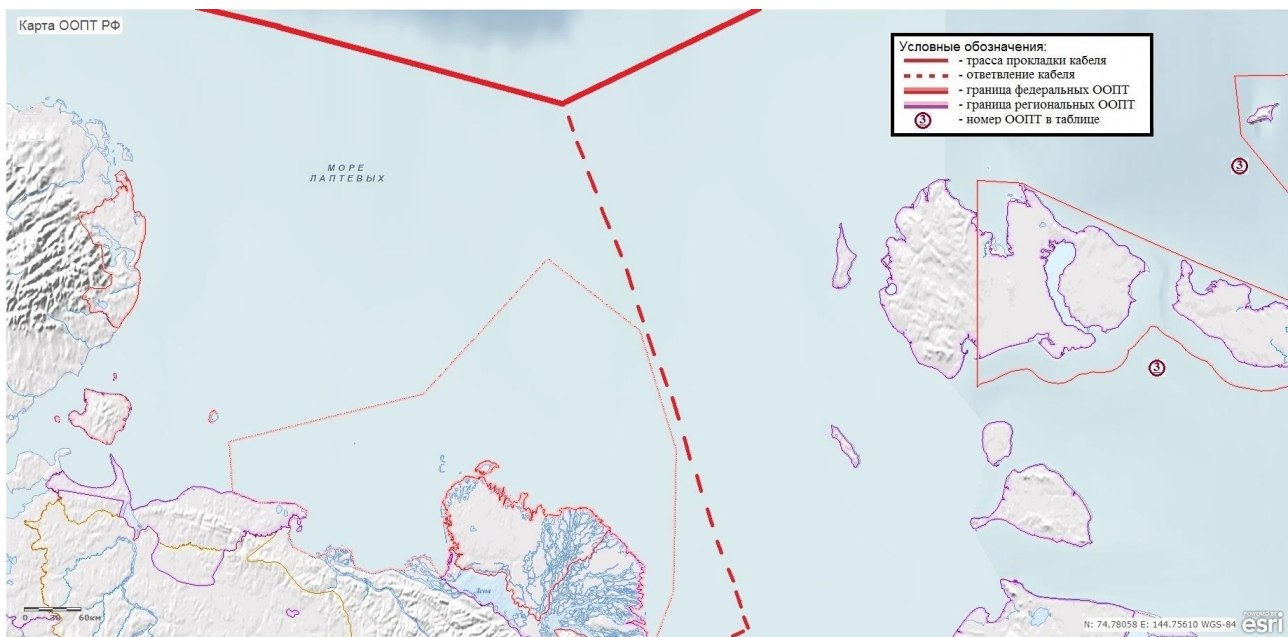
**Рис. 9.7. ООПТ по трассе кабеля в районе Певека**



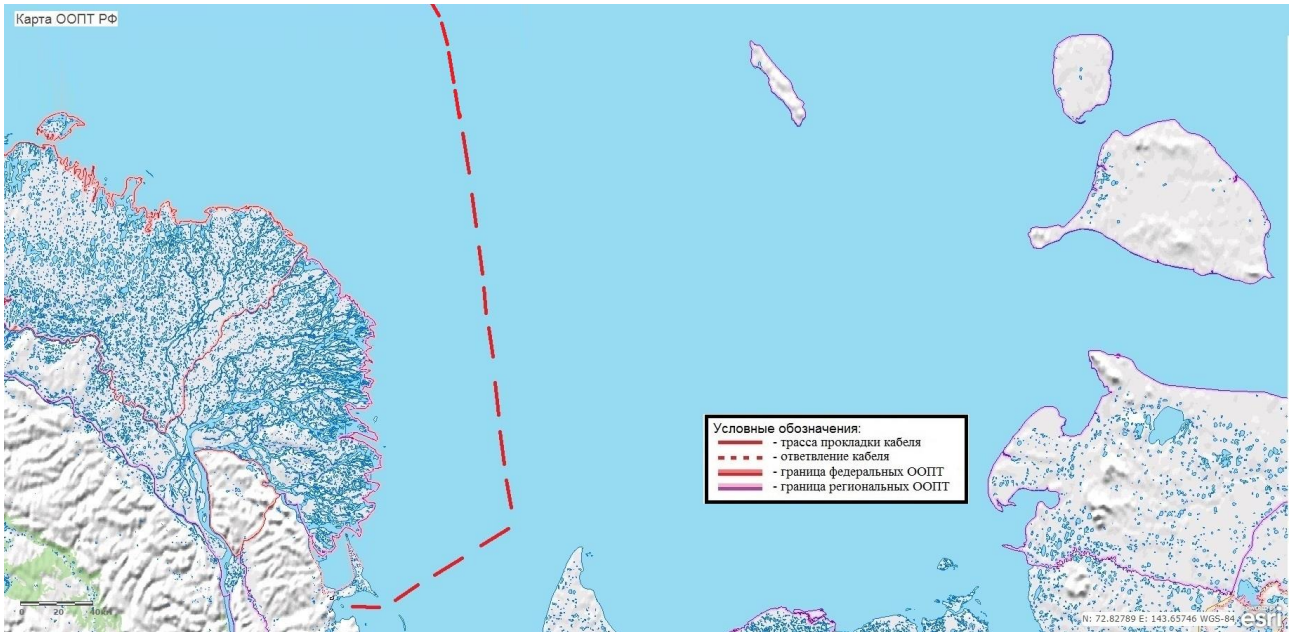
**Рис. 9.8. ООПТ по трассе кабеля в районе острова Врангеля**



**Рис. 9.9. ООПТ по трассе кабеля в районе Новосибирских островов и устья Лены (обобщенно)**



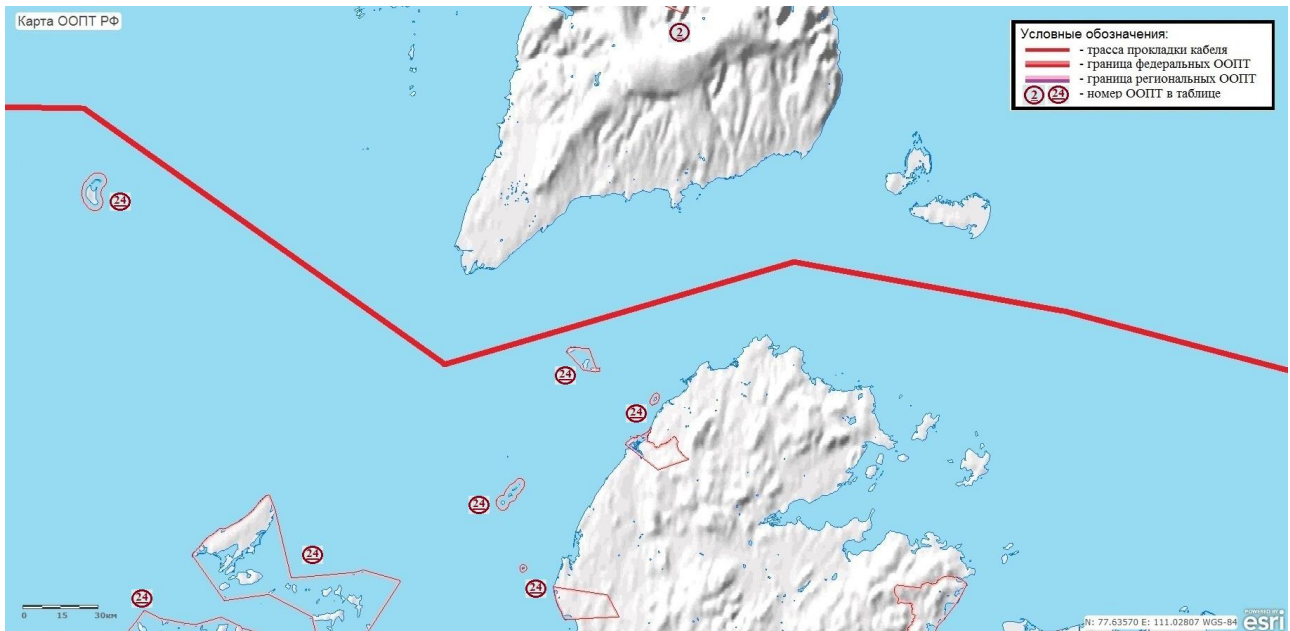
**Рис. 9.10. ООПТ по трассе кабеля в районе Новосибирских островов и устья Лены (укрупненно)**



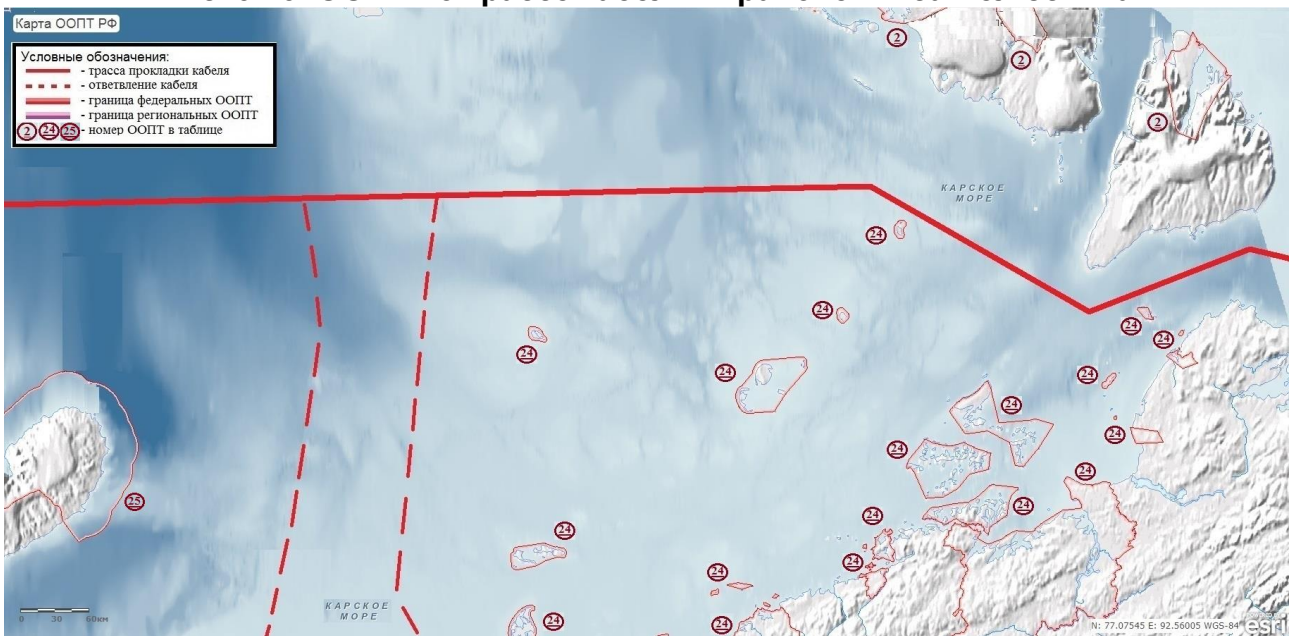
**Рис. 9.11. ООПТ по трассе кабеля в районе устья Лены (укрупненно)**



**Рис. 9.12. ООПТ по трассе кабеля в районе Таймыра**

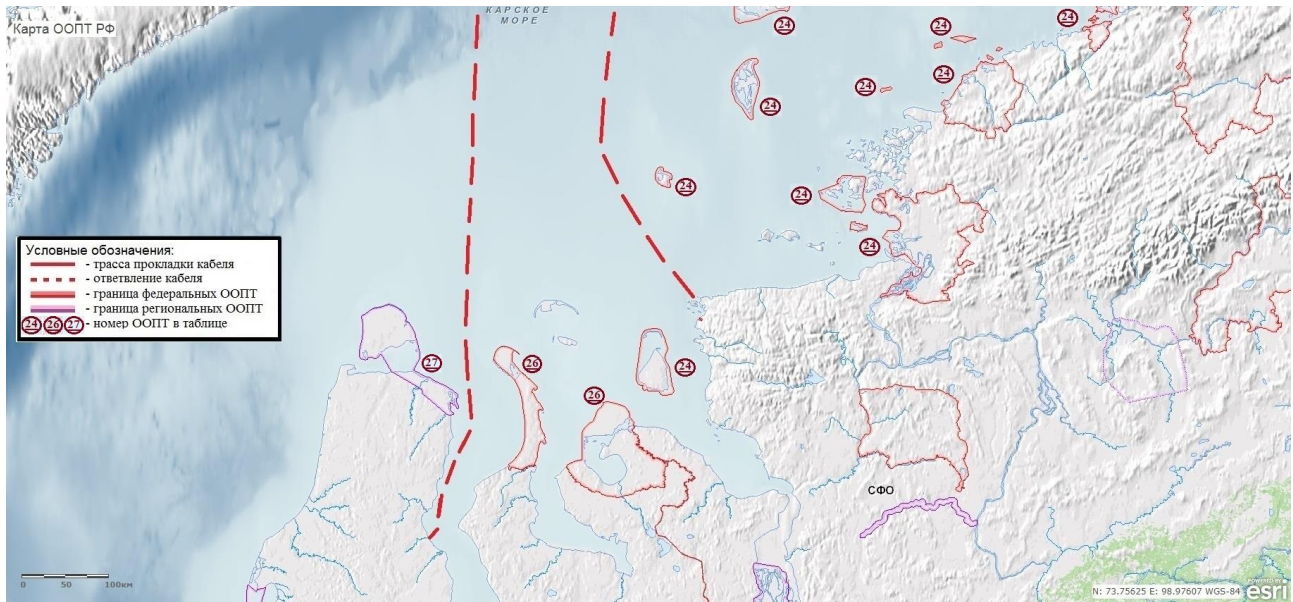


**Рис. 9.13. ООПТ по трассе кабеля в районе мыса Челюскина**



**Рис. 9.14. ООПТ по трассе кабеля в районе северной части Карского моря**





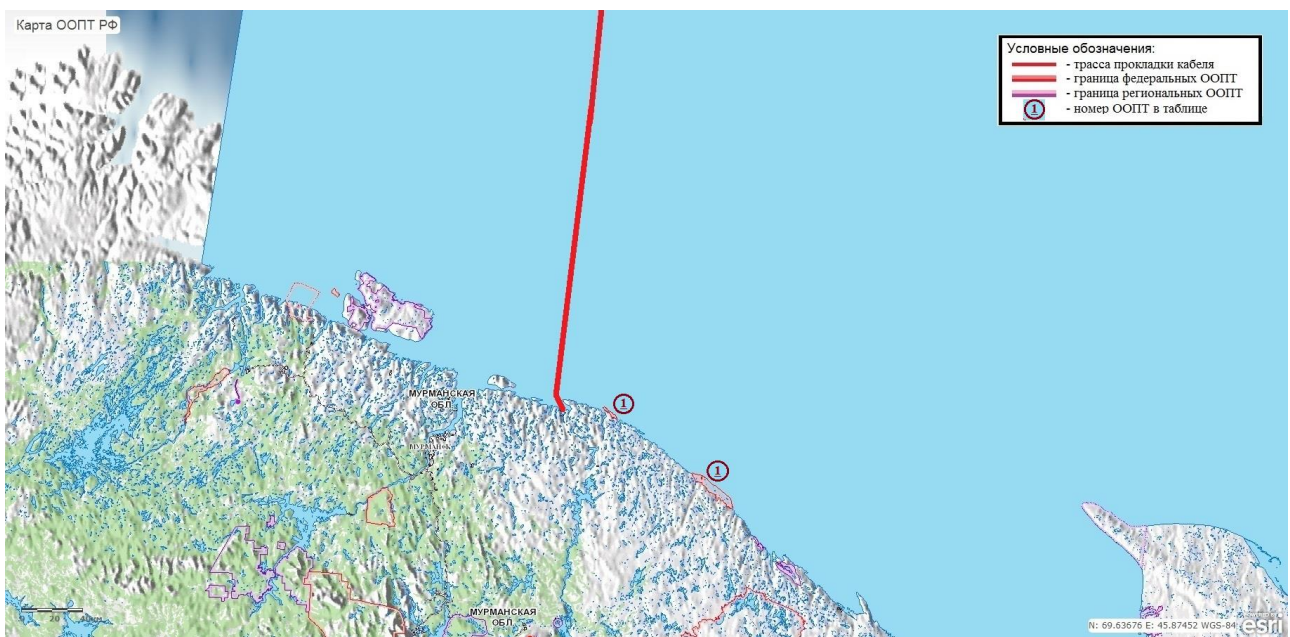
**Рис. 9.15. ООПТ по трассе кабеля в районе южной части Карского моря**



**Рис. 9.16. ООПТ по трассе кабеля в районе Обской и Гыданской губ, эстуария Енисея**



**Рис. 9.17. ООПТ по трассе кабеля в районе Баренцева и Карского моря**



**Рис. 9.18. ООПТ по трассе кабеля в районе Териберки**

## 9.2. КЛЮЧЕВЫЕ ОРНИТОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕРРИТОРИИ

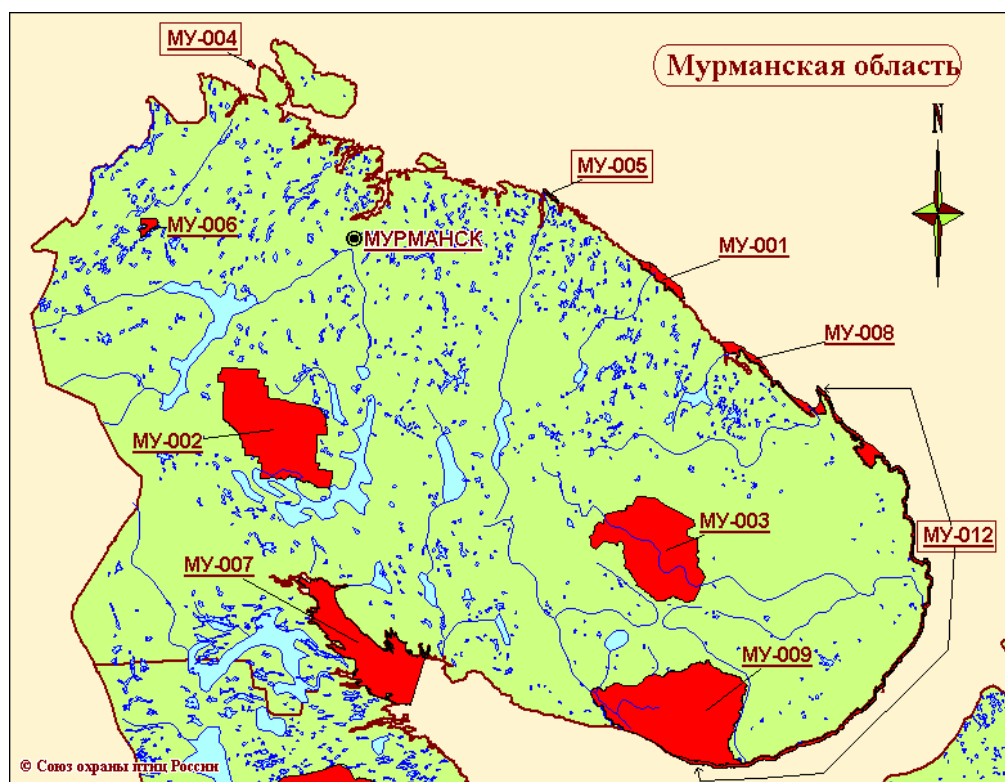


Рис. 9.19. Расположение КОТР на карте Мурманской области

### МУ-005 - ГАВРИЛОВСКИЙ АРХИПЕЛАГ

Архипелаг небольших островов с тундровой растительностью и скалистыми обрывистыми берегами. Важное место размножения и зимовки водоплавающих и околоводных птиц, ряд которых занесен в Красные книги МСОП, России и Мурманской области; в общей сложности здесь гнездится не менее 20000 пар птиц, наиболее массовые из которых указаны в таблице. Это второе место гнездования большого поморника (*Stercorarius squa*) на Мурмане и важный район линьки большого крохалея (*Mergus merganser*). Общая численность гнездящихся здесь кайр, тонкоклювой (*Uria aalge*) и толстоклювой (*Uria lomvia*), составляет более 3000 особей. В колониях обычны: серебристая чайка (*Larus argentatus*), моевка (*Rissa tridactyla*), тупик (*Fratercula arctica*).

### АЙНОВЫ ОСТРОВА - МУ-004

Два равнинных острова с тундровой растительностью и приморскими лугами. Крупные колонии чайковых птиц. Одно из важнейших мест гнездования в России тупика и хохлатого баклана. Место массового гнездования обыкновенных гаг. Одно из немногочисленных мест на севере России, где существует плотное поселение серых гусей общей численностью более 150 гнезд. С конца 1990-х гг. прошлого века численность серых гусей на Айновых островах продолжает расти. Наблюдается общее сокращение численности морских птиц-ихтиофагов, которое, в значительной степени, связано с трансформацией их кормовой базы в Баренцевом море. Положение усугубляет отсутствие реальной охраны на островах, что ведет к нарушению заповедного режима (антропогенное беспокойство – возможны высадки на острова, сбор яиц, охота на взрослых особей и др.). Сокращение гнездовой

группировки обыкновенной гаги, по сравнению с 1990-ми годами, скорее всего, отражает обычные на Мурмане колебания численности этого вида.

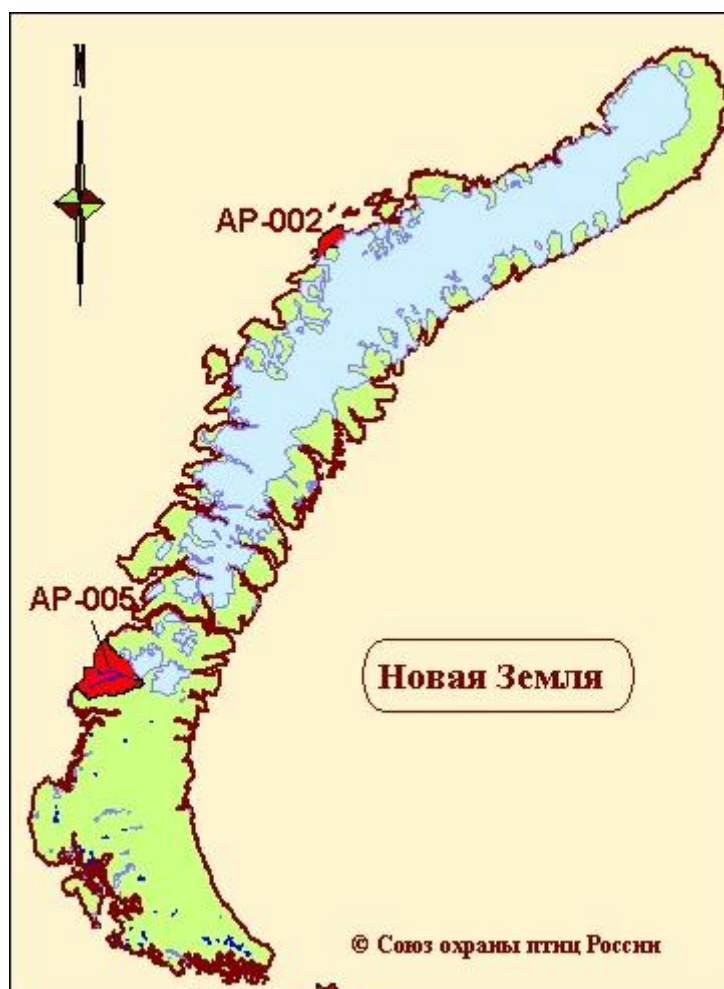


Рис. 9.20. Расположение КОТР на архипелаге Новая Земля

ГУБЫ БЕЗЫМЯННАЯ И ГРИБОВАЯ С ПРИЛЕГАЮЩЕЙ АКВАТОРИЕЙ - AP-005

Архипелаг небольших островов с тундровой растительностью и скалистыми обрывистыми берегами. Важное место размножения и зимовки водоплавающих и околоводных птиц, ряд которых занесен в Красные книги МСОП, России и Мурманской области; в общей сложности здесь гнездится не менее 20000 пар птиц, наиболее массовые из которых указаны в таблице. Это второе место гнездования большого поморника (*Stercorarius squa*) на Мурмане и важный район линьки большого крохалея (*Mergus merganser*). Общая численность гнездящихся здесь кайр, тонкоклювой (*Uria aalge*) и толстоклювой (*Uria lomvia*), составляет более 3000 особей. В колониях обычны: серебристая чайка (*Larus argentatus*), моевка (*Rissa tridactyla*), тупик (*Fratercula arctica*).

ГУБА АРХАНГЕЛЬСКАЯ - AP-002

Губа расположена на западном побережье северного острова архипелага

Новая Земля. Высокие обрывистые берега залива достигают 10 - 80 м (макс. до 249 м), глубина моря – 90 - 160 м. Непосредственно к побережью примыкает ледник Архангельский. На свободных ото льда участках побережья встречаются мхи и лишайники. Территория практически необитаема и не освоена. Здесь известны места гнездования обыкновенной гаги (*Somateria molissima*), линьки гуменника (*Anser fabalis*), в том числе гнездящегося в Финляндии.

### **9.3. ВОДНО-БОЛОТНЫЕ УГОДЬЯ МЕЖДУНАРОДНОГО ЗНАЧЕНИЯ**

У многих морских и приморских ООПТ территория и акватория (целиком или частично) предлагается для включения в список водно-болотных угодий международного значения, охраняемых Рамсарской конвенцией.

В пределах рассматриваемого района намечены для включения в список следующие угодья: «Командорские острова», «Семлячикский лиман», «Прибрежная акватория островов Кунашир и Малой Курильской гряды», «Бухта Лососей», «Озеро Невское с прилегающей акваторией», «Хасан-дельта реки Туманная».

### **9.4. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ООПТ**

Как показало рассмотрение существующих морских и приморских ООПТ арктический и дальневосточных морей, расположенных вблизи, район изысканий вдоль трассы Арктической подводной кабельной системы не затрагивает их акваторию и проходит на удалении от их границ (не менее 10 км).

В целом, воздействие изыскательских работ на ООПТ оценивается, как линейное, кратковременное, обратимое и, в итоге, незначительное.

## **10. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

В разделе приводится оценка воздействия физических факторов на окружающую среду в период проведения морских инженерных изысканий для подготовки проектной документации морской части объекта «Строительство Арктической подводной кабельной системы». Согласно Программе морских инженерных изысканий прокладка подводной волоконно-оптической линии связи будет проходить в акватории Северного Ледовитого и Тихого океанов, располагаясь в территориальных водах и исключительной экономической зоне Российской Федерации. Намеченные морские изыскания будут проведены в акваториях Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского, Берингова, Охотского и Японского морей и Тихого океана.

Оценка воздействия физических факторов включает в себя выявление видов и источников каждого вида физического воздействия, моделирование и прогнозирование распространения, анализ возможных негативных воздействий на персонал, население, представителей животного мира и определение допустимости воздействия.

Под физическим воздействием понимают изменение состояния среды, проявляющееся отклонениями от нормы ее температурно-энергетических, волновых, радиационных и других физических свойств. Основные виды физического воздействия включают акустическое воздействие (воздушной и подводной среды), электромагнитное, световое, тепловое и радиоактивное (ионизирующее излучение) воздействия.

Основная цель оценки воздействия - сравнение ожидаемых (расчетных) значений параметров факторов физического воздействия с нормативными значениями.

### **10.1. ИСТОЧНИКИ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ**

В период проведения морских инженерных изысканий в акватории окраинных морей Северного Ледовитого океана, Тихого океана и его окраинных морей потенциально опасными факторами физического воздействия на окружающую среду являются:

- акустические шумы, распространяющиеся в воздушной среде и подводной среде;
- вибрация;
- электромагнитное излучение;
- световое воздействие.

В подразделе рассмотрены морские изыскания морской части подводной кабельной системы и согласно Программе инженерных изысканий основными источниками физических факторов воздействия будут морские суда, а именно:

- научно-исследовательское судно (НИС) «Капитан Воронин» (инструментальное обследование трассы);
- научно-исследовательского судно (НИС) «Быхов» (инструментальное обследование трассы);
- судно обеспечения «Саян Поларис» (пробоотбор по проектируемой

трассе);

- судно обеспечения «Sayan Prince» (пробоотбор по проектируемой трассе).

Программой изысканий предусматривается, что морские суда НИС «Капитан Воронин» и НИС «Быхов» будут проводить морские изыскательские работы в прибрежных районах акватории, а два судна обеспечения «Саян Полярис» и «Sayan Prince» - будут проводить морские геологические изыскания на более удаленных расстояниях. Все 4 судна, задействованные в Программе морских изысканиях, работают по отдельности.

Для расчетов моделирования зон суммарного акустического воздействия и подготовки графического материала по результатам расчетов, были определены следующие сценарии:

- 1) определен 1 типовой расчетный сценарий для прибрежных районов акватории рядом с береговыми линиями в районе г. Владивостока, г. Анадыря, г. Мурманска. Поскольку расчет предполагает использование однотипного оборудования и однотипного режима работы для всех участков изысканий, а также с учетом того, что суда подходят к берегу на одинаковое расстояние, то целесообразности выполнения 3-х однотипных расчетов нет. Для прибрежных районов определен 1 типовой расчетный сценарий в акватории Уссурийского залива недалеко от г. Владивосток. Согласно принятому сценарию произведены расчеты с использованием только судна НИС «Быхов», поскольку мощность данного судна выше, чем мощность НИС «Капитан Воронин».
- 2) определен еще 1 типовой расчетный сценарий для удаленных районов акватории. Поскольку расчет также предполагает использование однотипного оборудования и однотипного режима работы для всех участков изысканий, а также с учетом того, что суда подходят к берегу на одинаковое расстояние, то целесообразности выполнения 3-х однотипных расчетов нет. Для удаленных районов акватории определен 1 типовой расчетный сценарий для удаленных глубоководных районов акватории, на примере Анадырского лимана (около г. Анадырь). Согласно принятому сценарию произведены расчеты с использованием только судна обеспечения «Sayan Prince», поскольку мощность данного судна выше.

#### 10.1.1. АКУСТИЧЕСКИЙ ШУМ, РАСПРОСТРАНЯЮЩИЙ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

Источниками акустического воздействия в процессе проведения морских изысканий в акватории являются: двигатели на научно-исследовательских судах «Капитан Ворони» и «Быхов», двигатели судов обеспечения «Саян Поларис» и «Sayan Prince», а также расположенное на них оборудование (механизмы основных и вспомогательных систем судов, такие как, например, судовые лебедки, краны и т.п.). Для дальнейших расчетов выбраны наиболее мощные источники воздействия: НИС «Быхов» и судно обеспечения «Sayan Prince».

Основной состав, используемых технических средств, предусмотренных Программой работ морских инженерных изысканий, представлен в таблице 10.1. В таблице указаны номера источников шума (ИШ) и шумовые характеристики используемых судов и оборудования. Для расчетов используются данные, принятые на основе нормативных документов (ГОСТ 17.2.4.04-82; РД 31.81.81-90; ГОСТ 12617-

78) и справочные данные объектов-аналогов. В Приложении 7 книги 2 представлены справочные материалы.

**Таблица 10.1**

**Технические характеристики двигателей и вспомогательного оборудования, используемых морских судов и плавсредств**

Технические средства / оборудование	Марка, тип оборудования (двигателя)	Характеристика оборудования	Кол-во источников шума	№ источников шума	La, дБА
<b>Прибрежные участки акватории</b>					
<i>НИС «Быхов»</i>					
Главный двигатель (дизельный)*	8NVD 48A2U	мощность 970 кВт	1	001	104
Вспомогательные двигатели (дизельный)	6ЧН 18/22	Мощность 150 кВт	3 <sup>(1)</sup>	002	101
Крановая установка (электрический)**	Работает от судового двигателя		1	003	91
<b>Глубоководные участки акватории</b>					
<i>«Sayan Prince» (судно обеспечения)</i>					
Главный двигатель (дизельный)*	МАК	мощность 4000 кВт	4 <sup>(2)</sup>	004-005	123
Крановая установка (электрогидравлический)**	Работает от судового двигателя		1	006	91
Примечание: * Приложение 7. РД 31.81.81-90 «Рекомендации по снижению шума на судах морского флота». Измерения проводились на расстоянии 1 м от наружного контура агрегата. ** ГОСТ 12617-78 «Лебедки судовые грузовые. Общие технические условия». Измерение проводилось на расстоянии 3 м от наружного контура лебедки. (1) Вспомогательные дизель-генераторы (ВДГ) могут работать параллельно для энергообеспечения судна; одновременная работа сразу двух (и более) ВДГ не предусмотрена. В дальнейшем акустическом расчете учитывается работа только одного ВДГ. (2) Расчетными сценариями предусматривается одновременная работа сразу двух главных двигателей.					

При работе судов возможны кратковременные подачи звуковых сигналов (свистки, ревун, колокола или гонг), связанные с безопасностью судовождения в соответствии с международными правилами предупреждения столкновений судов (МППСС-72).

Движение судов является источником периодического, а временами постоянного шума. В одно и тоже время на сравнительно небольших участках может находиться несколько судов такого типа, что приведет к временному увеличению общего уровня шума. Распространяющийся шум в грубом приближении можно связать с размерами, скоростью и режимом работы судна.

### 10.1.2. АКУСТИЧЕСКИЙ ШУМ, РАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ В ПОДВОДНОЙ СРЕДЕ

Основными источниками подводного шума при проведении морских инженерных изысканий являются плавсредства, используемые в ходе работ по обследованию проектируемой подводной кабельной системы:

- НИС «Быхов»;
- судно обеспечения «Sayan Prince»;
- сейсмоакустическое оборудование (профилограф Innomar SES2000 Medium-100).



Судовой шум связан с работой гребных винтов, двигателей, компрессоров и другого бортового оборудования, в том числе лебедок, генераторов, насосов и гидроакустической аппаратуры. Подводный шум судовых механизмов имеет уровень звукового давления в пределах 165-171 дБ (относительно 1 мкПа).

Для определения уровня звукового давления (УЗД) от работы гребных винтов, двигателей и вспомогательного оборудования морских судов использованы данные объектов-аналогов с типовым составом плавсредств. Характеристики источников подводного шума представлены в таблице 10.2 (по данным: Marine Energy Source Catalog, 2005; Tugboat underwater noise survey, 2002; Endangered Species Act, 2013; Jasco Applied Sciences, 2014).

**Таблица 10.2**  
**Акустические характеристики источников подводного шума**

Тип источника	Кол-во	УЗД, дБ отн. 1 мкПа
НИС «Быхов»	1	189
Судно обеспечения «Sayan Prince»	1	205
Сейсмоакустическое оборудование (профилограф Innomar SES2000 Medium-100)	1	247

### 10.1.3. ВИБРАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Основными источниками вибрации на судах является технологическое оборудование, такие как дизель-генераторы. Судовые двигатели и дизельные электрогенераторы также являются источниками вибрации ввиду конструктивных особенностей и использования двигателей внутреннего сгорания.

Все используемое оборудование сертифицировано и имеет необходимые допуски к использованию.

### 10.1.4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Электромагнитное излучение и электростатическое поле исходит от используемого электрического оборудования.

К наиболее значимым источникам воздействия следует отнести:

- станции спутниковой связи;
- системы морской радиосвязи, работающие в диапазонах СВЧ и ВЧ;
- навигационные системы (система позиционирования, встроенная навигационная система, система акустического позиционирования и т.п.);
- электрические машины (генераторы и электродвигатели), кабельная система и другое электрическое оборудование судна.

Источниками электромагнитного излучения могут являться системы радиотелефонии (диапазоны частот: 1605-4000 МГц, 4000-27500 кГц, 156-174 МГц), системы спутниковой связи, а также системы сотовой связи.

На всех этапах работ используется стандартное сертифицированное оборудование. Все системы связи проходят обязательные проверки оборудования и резервных источников питания.

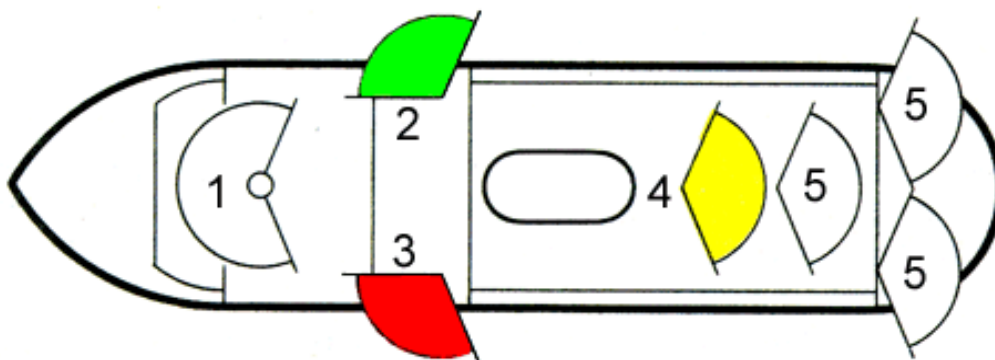
Электрическое оборудование является слабым по интенсивности источником электромагнитного излучения и не оказывает значимого отрицательного влияния на человека и окружающую среду.

### 10.1.5. СВЕТОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Источниками светового воздействия в темное время суток для работ на море являются сигнальные огни на морском судне, установленные в соответствии с международными правилами предупреждения столкновений судов (МППСС-72), а также прожектора и лампы для обеспечения работ с забортным оборудованием.

К сигнальным огням относятся: белый топовый огонь в носовой части судна на самой передней мачте и второй топовый огонь в корме. Оба огня светят вперед на  $225^\circ$ . Они должны быть видны на расстоянии не менее 5 миль (9,3 км). Дополнительно на правом борту судно несет один зеленый и на левом один красный огонь, которые светят параллельно диаметральной плоскости судна вперед на  $112,5^\circ$  и видны на расстоянии не менее 2 миль (3,7 км). Оба бортовых огня не видны с другой стороны судна. На корме судна находится белый огонь, видимый на расстоянии 2 миль, который светит под углом  $135^\circ$  от кормы.

На рисунке 10.1 показан пример схемы расположения сигнальных огней на судне. Точное расположение огней зависит от категории судна. Правила, относящиеся к судовым огням, должны быть соблюдены в ночное время, а также в условия ограниченной видимости днем.



Обозначения: 1 - топовый огонь, 2,3 - бортовые огни, 4 - буксировочный огонь, 5 - кормовые огни

**Рис. 10.1. Пример расположения сигнальных огней в соответствии с МППСС-72**

## 10.2. ОЖИДАЕМОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

### 10.2.1. ВОЗДЕЙСТВИЕ ИСТОЧНИКОВ ВОЗДУШНОГО ШУМА

Нормируемыми параметрами непостоянного (прерывистого, колеблющегося во времени) шума являются эквивалентные уровни звукового давления  $L_{\text{Экв}}$  (дБ), и максимальные уровни звукового давления  $L_{\text{Макс}}$  (дБ), в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц.

Допускается использовать эквивалентные уровни звука  $L_{\text{Экв}}$  (дБА), и максимальные уровни звука  $L_{\text{Макс}}$  (дБА). Шум считают в пределах нормы, когда он как по эквивалентному, так и по максимальному уровню не превышает установленные нормативные значения.

Расчет суммарных уровней звукового давления проводился согласно СП 51.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП 23-03-2003). Допустимые уровни шума для жилой зоны, по которым нормируется акустическое воздействие для дневного и ночного времени (согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96), представлены в таблице 10.3.

Таблица 10.3

**Допустимые уровень звукового давления  $L$ , дБ (эквивалентный уровень звукового давления), уровень звука  $L_A$ , дБА (эквивалентный уровень звука  $L_{Aэвк}$ ) и максимальный уровень звука  $L_{Aмакс}$ , дБА**

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Уровень звукового давления (эквивалентный уровень звукового давления) $L$ , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука экв. $L_{Aэвк}$ , дБА	Уровень Звука макс. $L_{Aмакс}$ , дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Территории, непосредственно прилегающие к жилым зданиям, домам отдыха, домам-интернатам для престарелых и инвалидов	7.00 - 23.00	90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
	23.00 - 7.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60

Особенностью выполняемых работ является то, что источники акустического воздействия на воде в ходе работ действуют в открытом пространстве с постоянным перемещением по акватории, работают в различных эксплуатационных режимах, что обусловлено непостоянством во времени и в пространстве, излучаемой в окружающую среду звуковой энергии. Таким образом, звуковые поля акустического воздействия от работы двигателей судов будут характеризоваться непостоянными во времени уровнями звукового давления (уровнями звука).

Для расчетных сценариев были выбраны наименования морских судов, которые отличаются наиболее высокими значениями мощностей, в том числе акустических характеристик.

Расчетными ситуациями определены 2 сценария:

- типовой расчет с использованием НИС «Быхов» в прибрежном участке акватории Уссурийского залива недалеко от г. Владивосток. НИС «Быхов» работает на расстоянии не ближе, чем 1000 м от уреза воды;
- типовой расчет с использованием судна обеспечения «Sayan Prince» для удаленного глубоководного района в акватории Анадырского лимана (около г. Анадырь). Судно обеспечения работает на расстоянии не ближе, чем 8000 м от уреза воды.

### **1 сценарий – прибрежный участок акватории Уссурийского залива в районе г. Владивосток**

Источники шума: работа главного двигателя НИС «Быхов» (ИШ №001), работа вспомогательного двигателя НИС «Быхов» (ИШ №002), работа крановой установки НИС «Быхов» (ИШ №003).

Функциональная расстановка: работа двигателей (ИШ №001, ИШ №002) и работа вспомогательного оборудования (ИШ №003). НИС «Быхов» подходит к берегу на расстояние не ближе, чем 1000 м.

Расчетные точки: Контрольными точками были выбраны точки, где

достигаются заданные нормативно-допустимые уровни шума для дневного и ночного времени суток.

## 2 сценарий – глубоководный участок акватории Анадырского лимана в районе г. Анадырь

Источники шума: работа 2 главных двигателей судна обеспечения «Sayap Prince» (ИШ №004, ИШ №005), работа крановой установки судна обеспечения (ИШ №006).

Функциональная расстановка: работа двигателей (ИШ №004, ИШ №005) и работа вспомогательного оборудования (ИШ №006). Судно обеспечения «Sayap Prince» подходит к берегу на расстояние не ближе, чем 8000 м.

Расчетные точки: Контрольными точками были выбраны точки, где достигаются заданные нормативно-допустимые уровни шума для дневного и ночного времени суток.

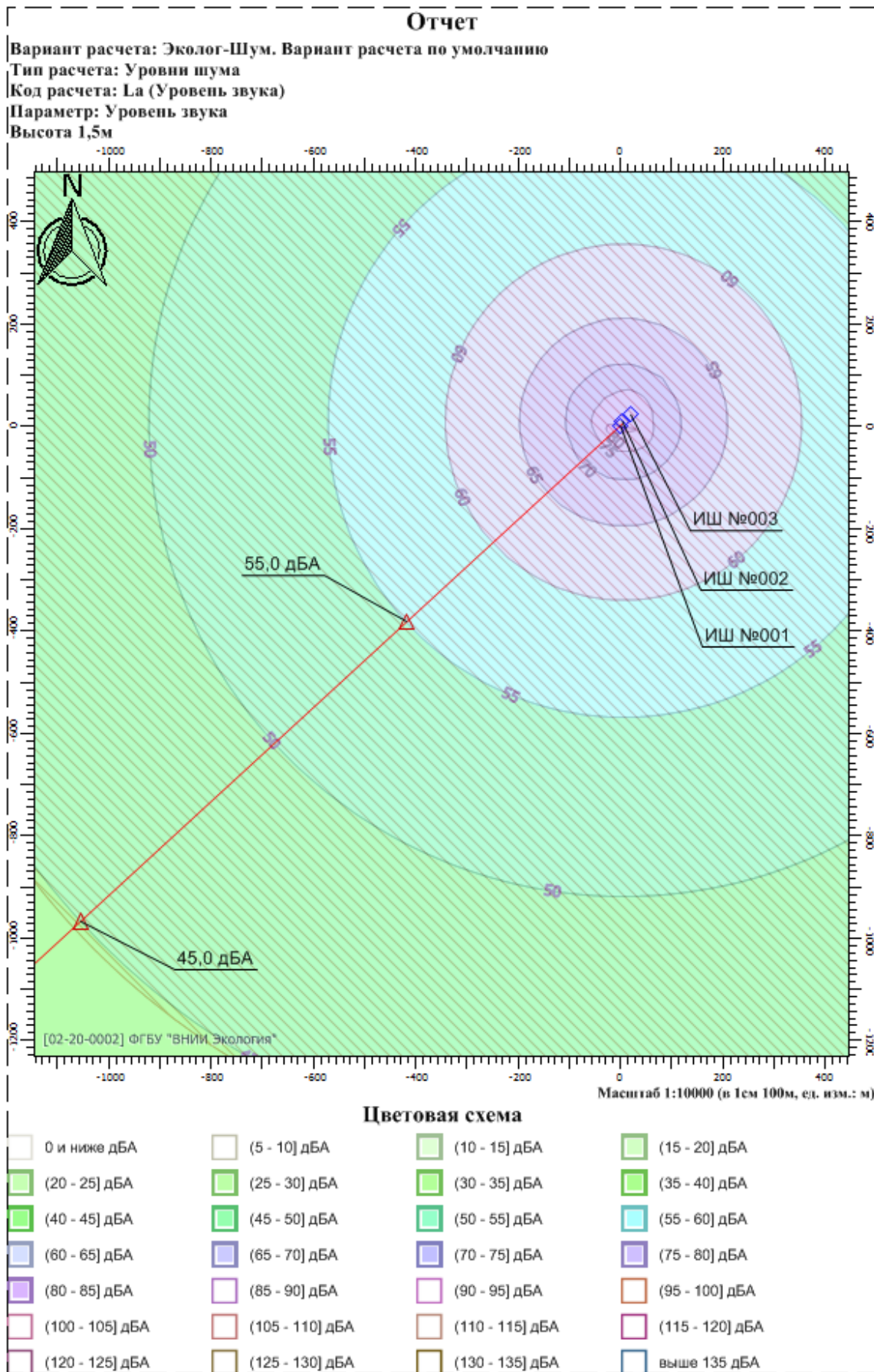
Расчет расстояний, на которых достигается заданные уровни шума (эквивалентный ( $УЗ_{АЭКВ}$ ) и максимальный ( $УЗ_{А.МАКС}$ )) от источников шума выполнен в программе «Эколог-Шум» версия 2.3.3.5458. Результаты расчета уровней звука произведены для расчетной площадки на высоте 1,5 м.

Результаты расчетов для всех представленных сценариев сведены в таблице 10.4, их графическое изображение приведено на рисунках 10.2-10.5.

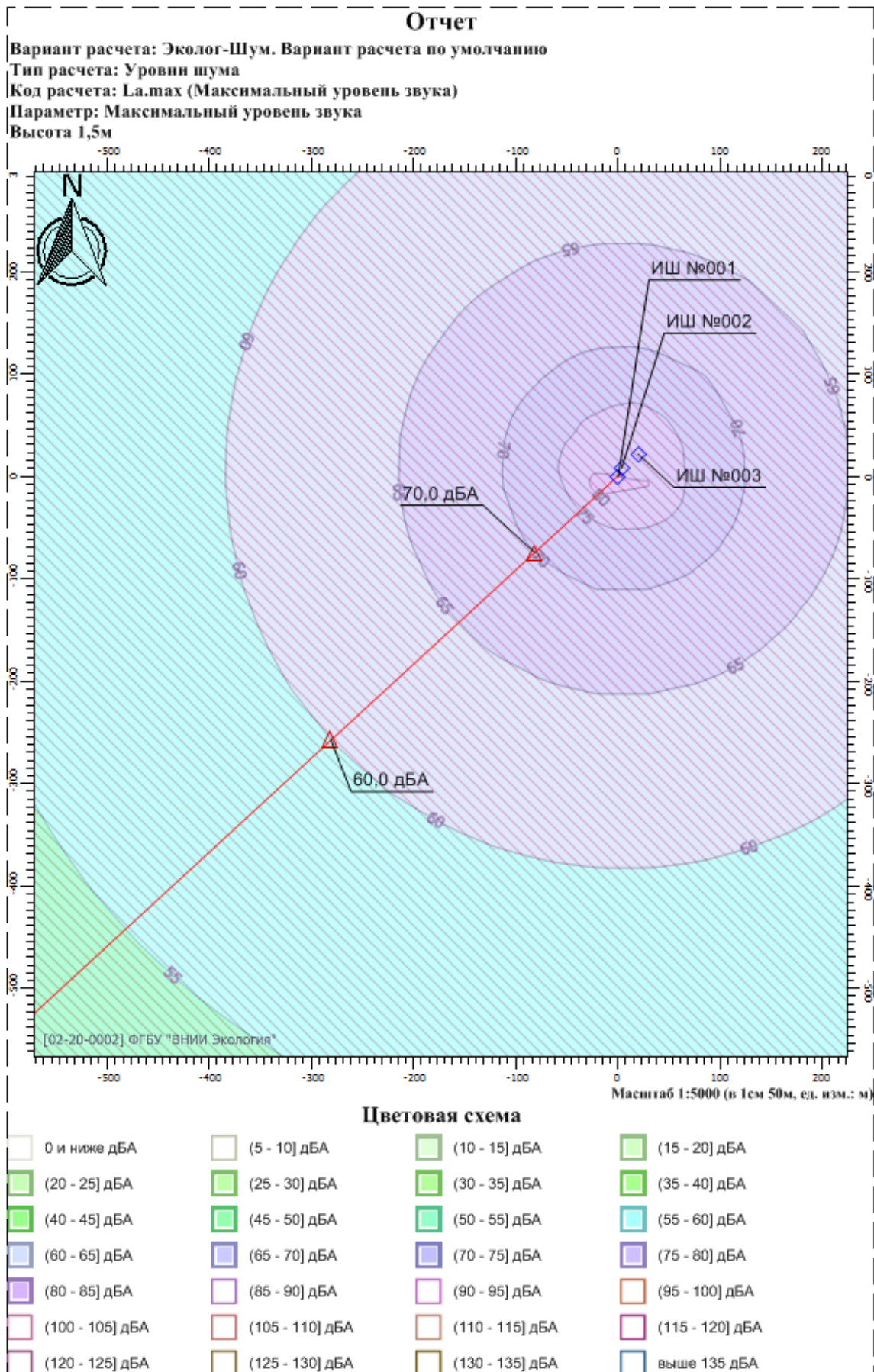
**Таблица 10.4**

### **Прогнозируемые расстояния, на которых достигается заданный уровень шума**

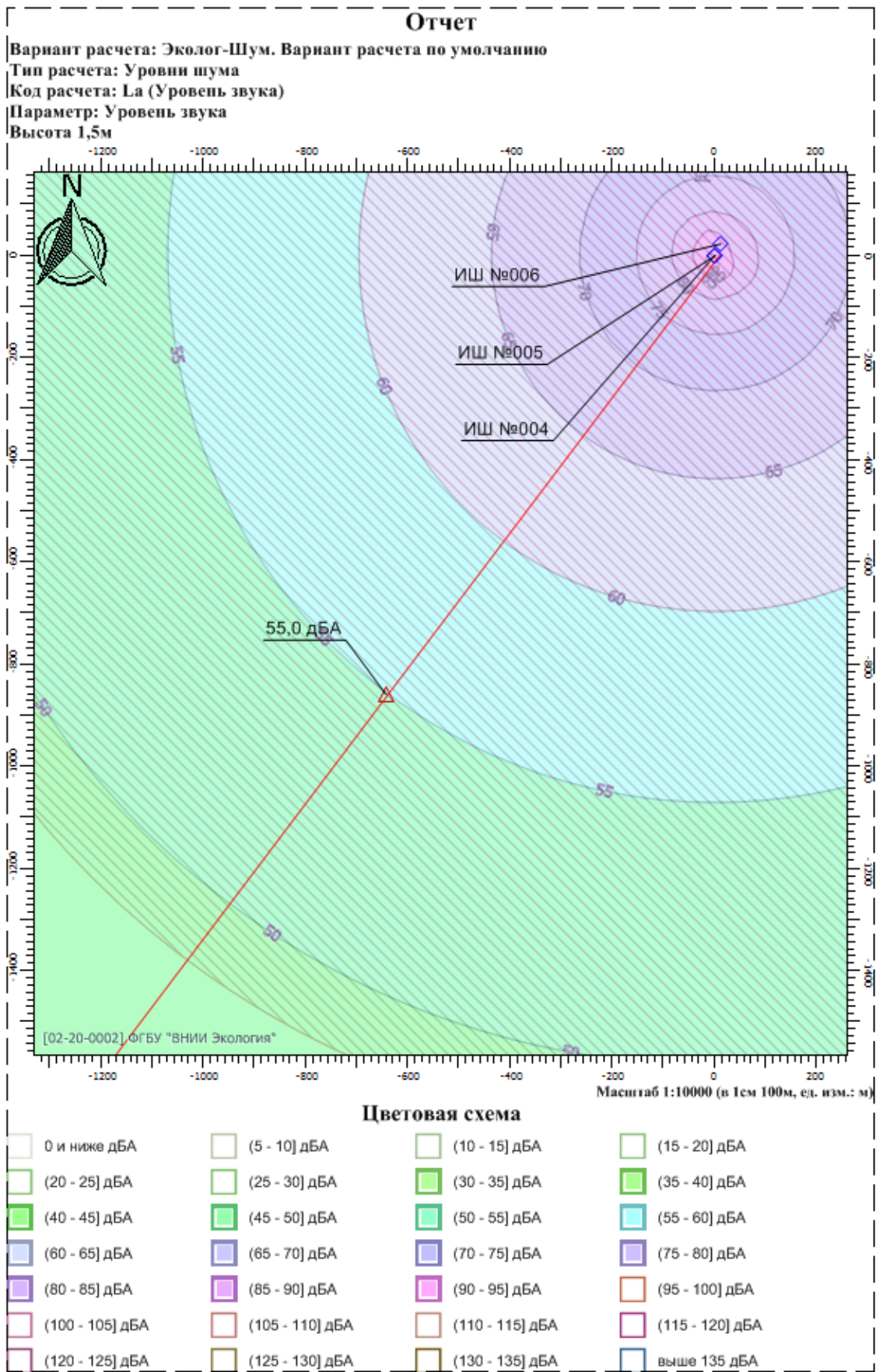
№ п/п	Расчетная точка	Эквивалентный уровень звука, $УЗ_{АЭКВ}$ , дБА		Максимальный уровень звука, $УЗ_{А.МАКС}$ , дБА	
		Дневное время (норматив 55 дБ)	Ночное время (норматив 45 дБ)	Дневное время (норматив 70 дБ)	Ночное время (норматив 60 дБ)
<b>1 сценарий – прибрежный участок акватории Уссурийского залива в районе г. Владивосток</b>					
1	Расчетными точками были выбраны точки, где достигаются заданные нормативно-допустимые уровни шума для дневного и ночного времени суток.	575 м	1440 м	115 м	385 м
<b>2 сценарий – глубоководный участок акватории Анадырского лимана в районе г. Анадырь</b>					
2	Расчетными точками были выбраны точки, где достигаются заданные нормативно-допустимые уровни шума для дневного и ночного времени суток.	1070 м	2265 м	415 м	1125 м



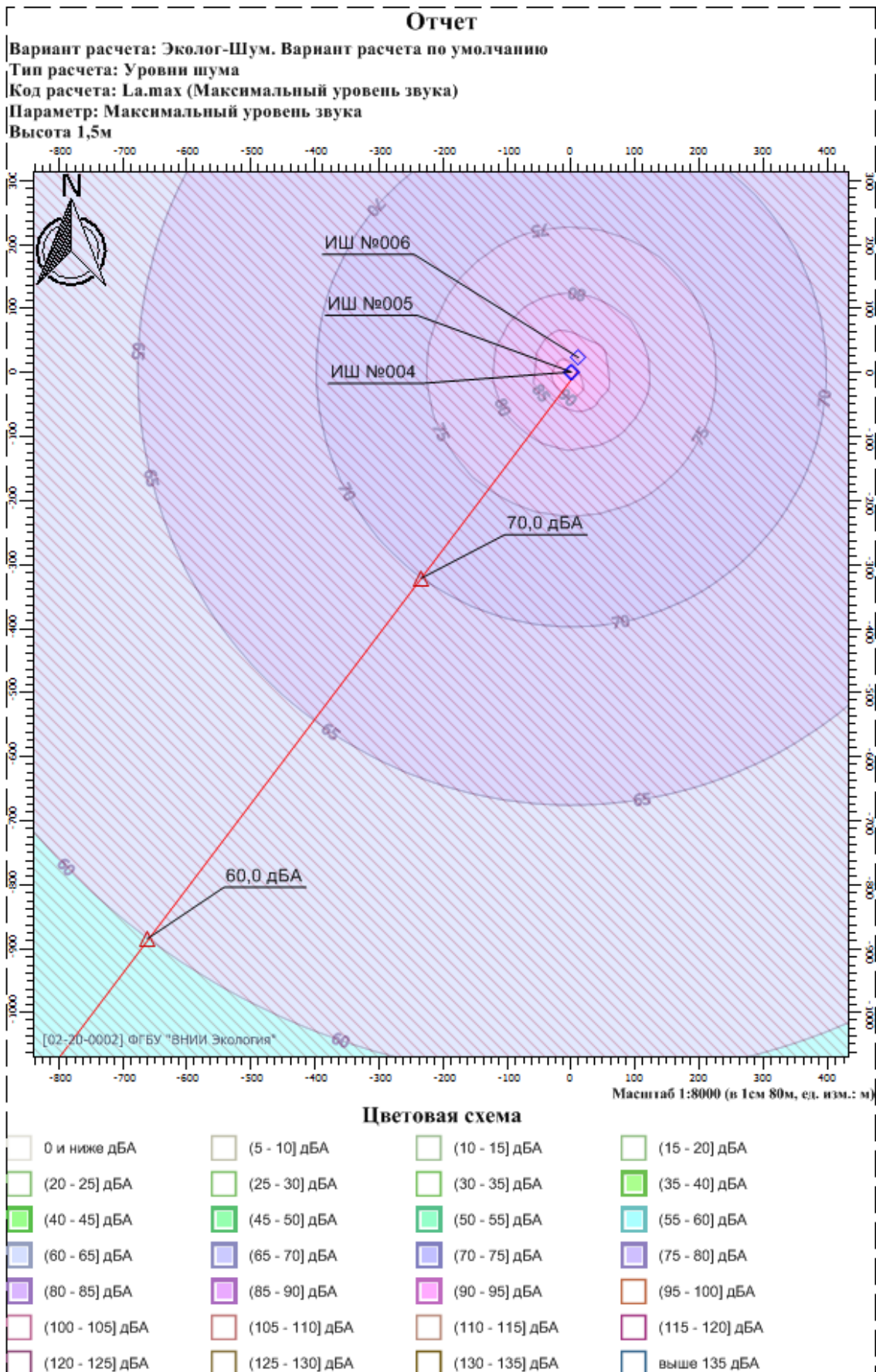
**Рис. 10.2. Результаты моделирования зон суммарного воздействия эквивалентного уровня звука (дБА) для сценария №1**



**Рис. 10.3. Результаты моделирования зон суммарного воздействия максимального уровня звука (дБА) для сценария №1**



**Рис. 10.4. Результаты моделирования зон суммарного воздействия эквивалентного уровня звука (дБА) для сценария №2**



**Рис. 10.5. Результаты моделирования зон суммарного воздействия максимального уровня звука (дБА) для сценария №2**



Как показывают результаты расчетов 1 сценария для прибрежных участков акватории, расстояние, на котором будет достигаться предельно-допустимый уровень шума для дневного времени будет составлять 115-575 м, по максимальному значению  $УЗ_{А.макс}$  и по эквивалентному уровню звука  $УЗ_{АЭКВ}$ , соответственно. Для ночного времени, расстояние, на котором будет достигаться предельно-допустимый уровень шума будет составлять 385-1440 м, по максимальному значению  $УЗ_{А.макс}$  и по эквивалентному уровню звука  $УЗ_{АЭКВ}$ , соответственно.

С учетом того, что морские суда на примере работы НИС «Быхов», работая в прибрежных акваториях, не подходят к берегу ближе, чем на 1000 метров, то ожидаемое акустическое воздействие можно охарактеризовать как допустимое.

Как видно из расчетов 2 сценария для глубоководных участков акватории, расстояние, на котором будет достигаться предельно-допустимый уровень шума для дневного времени будет составлять 415-1070 м, по максимальному значению  $УЗ_{А.макс}$  и по эквивалентному уровню звука  $УЗ_{АЭКВ}$ , соответственно. Для ночного времени, расстояние, на котором будет достигаться предельно-допустимый уровень шума будет составлять 1125-2265 м, по максимальному значению  $УЗ_{А.макс}$  и по эквивалентному уровню звука  $УЗ_{АЭКВ}$ , соответственно.

С учетом того, что морские суда на примере работы судна обеспечения «Sayan Prince», работая в глубоководных акваториях, не подходят к берегу ближе, чем на 8000 метров, то ожидаемое акустическое воздействие можно охарактеризовать как допустимое.

## 10.2.2. ВОЗДЕЙСТВИЕ ИСТОЧНИКОВ ПОДВОДНОГО ШУМА

Подводный шум от работы плавсредств представляет некоторую опасность для представителей бентоса, ихтиофауны, морских млекопитающих и птиц. Расчет зон подводного шума от плавсредств сводится к расчету радиуса зоны воздействия, на котором достигаются уровни звукового давления, которые могут иметь воздействие на млекопитающих и птиц.

Реакция млекопитающих на подводные шумы замечена [Gausland, 2000] при уровнях звукового давления 180 дБ отн. 1 мкПа (полное избегание зоны) и 160 дБ отн. 1 мкПа (частичное избегание). Поэтому в зонах чувствительных для биологических объектов подводный шум не должен превышать 180 дБ отн. 1 мкПа. При появлении в пределах зоны безопасности морских млекопитающих работы должны быть остановлены до момента, когда обнаруженное животное покинет пределы зоны безопасности.

Зависимость уровня звукового давления от расстояния, на котором достигаются заданные  $УЗД$ , учитывает сферическое расхождение и поглощение звуковой волны. Из-за сферического расхождения уровень звукового давления на некотором расстоянии  $R$  от источника шума убывает по закону (Клей, Медвин, 1980):

$$SPL = SL - 20 \lg \frac{R}{R_0} \quad (10.1)$$

где:

$SPL$  - уровень звукового давления, дБ отн. 1 мкПа;

$SL$  - дБ - уровень сигнала источника на расстоянии  $R_0$ ;

где:

$$SL = 20 \cdot \lg(P_0/P_r) \quad (10.2)$$

$P_r$  - опорное давление звука равное 1 мкПа.

При удалении от источника звук будет также затухать из-за поглощения. Однако из-за относительно низких частот сигналов при небольших расстояниях от источника этот эффект можно не учитывать (Клей, Медвин, 1980). При дальнейшем распространении в волноводе (акустическом профиле) значения функции  $TL$  (затухания акустического импульса) определяются батиметрическим профилем, акустическими свойствами придонного слоя, вариацией гидрологических условий. Учитывая коэффициент затухания в волноводе  $\alpha$  (дБ/км), формула расчета уровня звукового давления в зависимости от расстояния примет вид:

$$SPL = SL - 20 \lg \frac{R}{R_0} - \alpha R \quad (10.3)$$

Согласно проведенным акустическим исследованиям (Parvin et al., 2006) коэффициент затухания может варьировать от 0,3 до 4,7 в зависимости от параметров акустического профиля. В зависимости от глубины проведения работ (Отчет РЭА, 2010) коэффициент поглощения находится в диапазоне от 0,12 для больших глубин (500 м) до 3,5 для мелководья (10-20 м). Для определения оценочных значений УЗД в расчетах данной работы коэффициент поглощения был принят равным - 3,5 для прибрежной зоны и 0,12 – для глубоководных районов.

Стоит отметить, что «нормальный» звуковой фон в море оценивается величинами 80-120 дБ при частоте 10-100 Гц (Патин, 2001).

На основании результатов научных исследований шумовое воздействие на китообразных и рыб примерно совпадает, а критические пороги уровня звукового давления (УЗД) составляют: 180 дБ отн. 1 мкПа (зона избегания) и 160 отн. 1 мкПа (беспокойство).

Расчет уровней звукового давления, которые достигаются на определенном расстоянии от воздействия плавсредств, произведен в соответствии с формулой (10.1). Расчетные уровни звукового давления, которые достигаются на определенном расстоянии от используемых в проекте морских судов и вспомогательного оборудования приведены в таблице 10.5.

**Таблица 10.5**  
**Расстояния от плавсредств для достижения заданных уровней звукового давления**

Наименование источника воздействия	УЗД источника, дБ отн. 1 мкПа	Расстояние (м), достигаемое для заданного УЗД (дБ отн. 1 мкПа)			
		180	160	140	120
<b>Для мелководных районов (глубины до 15 м)</b>					
НИС «Быхов»	189	2,8	28	255	1500
сейсмоакустическое оборудование (профилограф Innomar SES2000 Medium-100).	207	2,5	207	1400	3900
<b>Для глубоководных районов</b>					
Судно обеспечения «Sayan Prince»	205	18	180	1750	8000
сейсмоакустическое оборудование (профилограф Innomar SES2000 Medium-100).	207	22,5	225	2000	15000

Согласно полученным расчетным величинам, зона воздействия подводного шума с УЗД равным 120 дБ отн. 1 мкПа будет находиться в пределах 1500 м для НИС «Быхов», и 3900 м – для сейсмоакустического оборудования. Для глубоководных районов зона воздействия подводного шума с УЗД равным 120 дБ отн. 1 мкПа будет находиться в пределах 8000 м для судна обеспечения «Sayan Prince», и 15000 м – для сейсмоакустического оборудования. Это является типовым для обычного судоходства.

С учетом того, что инженерные изыскания ведутся в отдалении от жилой застройки (минимальное фактическое расстояние от источников шума до объектов жилой застройки составляет ~1000 м), а глубоководные районы работ распложены на значительном удалении от берега (расстояние более 8000 км) - воздействие подводного шума на население и животный мир пренебрежимо мало. Более существенным оценивается воздействие подводных шумов на гидробионтов, детальные оценки влияния подводного шума на водную биоту изложены в разделе 7.2 Книги 1 МООС.

С учетом перечисленных факторов, воздействие подводного шума следует оценивать, как умеренное и обратимое, а масштаб воздействия не превысит регионального и кратковременного, поэтому воздействие можно оценить, как незначительное.

### 10.2.3. ВОЗДЕЙСТВИЕ ИСТОЧНИКОВ ВИБРАЦИИ

При работах, связанных с морскими инженерными изысканиями, общая вибрация, создаваемая источниками вибрации, по сравнению с шумом, распространяется на значительно меньшие расстояния и носит локальный характер, поскольку подвержена быстрому затуханию. Воздействие источников общей вибрации на персонал будет носить, локальный характер.

При соблюдении правил и условий эксплуатации машин, введения технологических процессов, использовании машин только в соответствии с их назначением, применении средств вибрационной защиты, а также, руководствуясь требованиями, указанными в ГОСТ 12.1.012-2004, ГОСТ 26043-83 и ПДУ, указанными в СН 2.2.4/2.1.8.566-96 - воздействие источников вибрации будет носить локальный характер и не распространится за пределы территории работ.

Воздействие источников локальной вибрации на персонал ожидается незначительным при использовании средств индивидуальной защиты и выполнении мероприятий и рекомендаций, направленных на снижение воздействия локальной вибрации [ГОСТ 31192.1-2004]. Воздействие ожидается локальным, непродолжительным, незначительным и, в целом, несущественным.

### 10.2.4. ВОЗДЕЙСТВИЕ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

На всех этапах работ используется стандартное сертифицированное оборудование, обладающее свойствами электромагнитного поля (ЭМП).

Уровень электромагнитного поля устройств, используемых в период работ, принципиально низкий, так как они рассчитаны на ношение и пользование людьми и имеют необходимые гигиенические сертификаты.

При соблюдении гигиенических требований к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 воздействие

на персонал ожидается незначительным. Исходя из опыта реализации аналогичных проектов, электромагнитные характеристики источников для проектируемых работ удовлетворяют требованиям, приведенным в СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03, и оцениваются как маломощные источники, не подлежащие контролю органами санитарно-эпидемиологического надзора и не превышающие предельно допустимых значений.

Воздействие источников электромагнитного излучения на окружающую среду оценивается, как кратковременное, точечное, незначительное, и в целом, несущественное.

#### 10.2.5. ВОЗДЕЙСТВИЕ ИСТОЧНИКОВ СВЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Производственное освещение может являться источниками беспокойства для птиц, использующих территорию района для кормления. Фактор беспокойства может вызвать изменения в поведении птиц и привести к перемещению на другие более спокойные участки территории.

Ходовые и сигнальные огни на судах, а также производственное освещение палубы судов, могут являться источниками беспокойства для морских птиц, использующих акваторию района для кормления или образующихся там линные и/или предмиграционные скопления. Фактор беспокойства может вызвать изменения в поведении птиц и привести к перемещению на другие более спокойные участки акватории.

Свет сигнальных огней судна в ночное время суток может привлечь внимание мигрирующих птиц, в результате чего возможно столкновение с конструкциями единичных особей. В темное время суток выполнение работ в прибрежной зоне не планируется, поэтому световое воздействие от света прожекторов на судах, курсирующих в глубоководных районах не ожидается за исключением дежурного освещения.

С учетом продолжительности дня, характерного для рассматриваемого региона, а также учитывая специфику проведения работ, световое воздействие на природную среду оценивается как незначительное и допустимое.

### **10.3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ОТ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Перед началом работ морских инженерных изысканий необходимо провести одноразовое обследование всего оборудования для контроля факторов физического воздействия и оценки уровней шума, вибрации, электромагнитного излучения, напряженности электромагнитных полей, статического электричества, связанных с работой механизмов и оборудования, в соответствии с российскими нормативными документами.

#### 10.3.1. ЗАЩИТА ОТ ВОЗДУШНОГО ШУМА

В ходе реализации Программы работ морских инженерных изысканий будет использоваться оборудование, технические характеристики которого обеспечивают соблюдение нормируемых уровней звукового давления в рабочей зоне и жилом модуле. Перед началом работ планируются техосмотры оборудования с проверкой их соответствия установленным характеристикам, в

том числе в отношении уровня шума.

Согласно классификации, приведенной в ГОСТ 12.1.029-80, методы защиты от шума основаны на снижении шума в источнике, снижении шума на пути его распространения от источника.

Снижение шума на пути его распространения будет достигаться путем проведения следующих мероприятий:

- размещение оборудования в помещениях со звукопоглощающей облицовкой;
- эксплуатация техники со звукоизолирующими капотами, кожухами, глушителями, предусмотренными конструкцией.
- Для уменьшения уровня шума в процессе проведения работ применяются организационные меры, направленные на регулирование во времени эксплуатации источников шума:
  - временное выключение неиспользуемой техники;
  - выполнение шумных работ в дневное время;
  - эксплуатация техники с закрытыми звукоизолирующими капотами и кожухами, предусмотренными конструкцией.

Для обеспечения допустимых уровней шума на рабочих местах (в кабинах) предусмотрено использование индивидуальных средств защиты органов слуха (противошумы СОМЗ-1) во всех случаях, когда персонал подвергается воздействию шума с уровнем более 85 дБА, а также, по возможности, минимизация времени нахождения в зоне повышенного уровня шума. В случае осуществления разовых и непродолжительных работ в зоне с уровнем шума 105 дБА и более, обязательно использование двойной защиты органов слуха (антифонов, наушников, берушей), согласно требованиям ГОСТ 12.1.003-83 и ГОСТ 12.4.011-89.

### 10.3.2. ЗАЩИТА ОТ ПОДВОДНОГО ШУМА

Уровни подводного шума, возникающие при проведении работ, связанных с морскими инженерными изысканиями, являются типовыми для подобных работ и не оказывают значительного влияния на персонал.

Из числа принятых в мировой практике мероприятий применительно к работам, планируемым в исследуемых акваториях целесообразно проводить визуальное наблюдение за наличием млекопитающих на поверхности акватории в радиусе 1000-3000 м от источника звука. В случае появления морских млекопитающих или сидящих на воде плотных скоплений морских птиц в радиусе 500 м от источников возбуждения упругих колебаний работы необходимо приостановить до удаления объектов животного мира из опасной зоны.

### 10.3.3. ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИИ

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004, который содержит рекомендательные приложения по проектировочным расчетам вибрации рабочих мест и вибрации технологического оборудования, и для обеспечения вибробезопасных условий труда будут приняты следующие организационно-технические мероприятия:

- использование сертифицированного оборудования;

- соответствующее техническое обслуживание оборудования;
- временное выключение неиспользуемой вибрирующей техники;
- исключение контакта работающих с вибрирующими поверхностями за пределами рабочего места;
- надлежащее крепление вибрирующей техники, предусмотренное правилами ее эксплуатации;
- виброизоляция машин и агрегатов;
- применение средств индивидуальной защиты для рук и ног операторов.

Предусматривается периодический (при техническом обслуживании) контроль уровней вибрации в рабочей зоне.

При соблюдении правил и условий эксплуатации машин и ведения технологических процессов, использовании машин только в соответствии с их назначением, применении средств вибрационной защиты воздействие будет носить локальный характер.

#### 10.3.4. ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Мероприятия по защите от электромагнитного излучения передающих радиотехнических объектов определяются требованиями СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов».

В целях защиты персонала от воздействия электромагнитных полей предусмотрено применение современных сертифицированных электротехнических средств с наиболее низким уровнем электромагнитного излучения. Технические средства защиты предусматривают снабжение экранировкой и размещение в специальных помещениях высокочастотных блоков генераторных устройств СВЧ и радиопередатчиков. Организационные мероприятия заключаются в ограничении времени пребывания в зоне облучения, а также в выполнении персоналом всех инструкций по безопасной эксплуатации устройств.

При правильном (в соответствии с действующими требованиями) выборе места расположения источников электромагнитного излучения (радиотехнических объектов), направления излучения и излучаемой мощности, применение специальных мер по снижению воздействия электромагнитного поля не требуется.

Защита от воздействия электромагнитного поля осуществляется путем проведения следующих инженерно-технических мероприятий:

- радиопередатчики и генераторные устройства СВЧ должны иметь эффективную экранировку высокочастотных блоков и размещаться в специально предназначенных помещениях;
- использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии в окружающую среду (поглотители мощности, экранирование, использование минимальной необходимой мощности генератора);
- обозначение и ограждение зон с повышенным уровнем ЭМП;
- все системы связи должны проходить обязательные проверки оборудования и резервных источников питания с записью в радиожурнал.

В целях превентивной защиты от воздействия электромагнитных полей проектом работ предусмотрено применение современных сертифицированных электротехнических средств с наиболее низким уровнем электромагнитного излучения.

#### 10.3.5. ЗАЩИТА ОТ СВЕТОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Планируются следующие меры снижения светового воздействия:

- отключение не используемой осветительной аппаратуры;
- правильное ориентирование световых приборов общего, дежурного, аварийного, охранного и прочего освещения. Недопущение горизонтальной направленности лучей прожекторов;
- использование осветительных приборов с ограничивающими свет кожухами;
- установка непрозрачных светомаскирующих экранов на путях нежелательного распространения света.

#### **10.4. ВЫВОДЫ**

Проведение морских изысканий для подготовки проектной документации морской части объекта «Строительство Арктической подводной кабельной системы» будет сопровождаться рядом физических воздействий, в том числе: воздушным и подводным шумом, вибрацией, электромагнитным излучением, а также световым воздействием в темное время суток.

Наиболее значимым видом физического воздействия при выполнении работ будет акустическое воздействие.

Как показывают результаты расчетов 1 сценария для прибрежных участков акватории, расстояние, на котором будет достигаться предельно-допустимый уровень шума для дневного времени будет составлять 115-575 м, по максимальному значению УЗА.макс и по эквивалентному уровню звука УЗАэкв, соответственно. Для ночного времени, расстояние, на котором будет достигаться предельно-допустимый уровень шума будет составлять 385-1440 м, по максимальному значению УЗА.макс и по эквивалентному уровню звука УЗАэкв, соответственно.

С учетом того, что морские суда на примере работы НИС «Быхов», работая в прибрежных акваториях, не подходят к берегу ближе, чем на 1000 метров, то ожидаемое акустическое воздействие можно охарактеризовать как допустимое.

Как видно из расчетов 2 сценария для глубоководных участков акватории, расстояние, на котором будет достигаться предельно-допустимый уровень шума для дневного времени будет составлять 415-1070 м, по максимальному значению УЗА.макс и по эквивалентному уровню звука УЗАэкв, соответственно. Для ночного времени, расстояние, на котором будет достигаться предельно-допустимый уровень шума будет составлять 1125-2265 м, по максимальному значению УЗА.макс и по эквивалентному уровню звука УЗАэкв, соответственно.

С учетом того, что морские суда на примере работы судна обеспечения «Sayan Prince», работая в глубоководных акваториях, не подходят к берегу ближе, чем на 8000 метров, то ожидаемое акустическое воздействие можно

охарактеризовать как допустимое.

В итоге воздействие воздушного шума ожидается прямым по направлению воздействия, от локального до субрегионального по пространственному масштабу, среднесрочным по времени воздействия и оценивается как незначительное.

Так же потенциально существенным акустическим воздействием, является шум, распространяющийся в подводной среде, который может оказать негативное влияние на бентос, ихтиофауну, морских гидробионтов и орнитофауну.

Согласно полученным расчетным величинам, зона воздействия подводного шума с УЗД равным 120 дБ отн. 1 мкПа будет находиться в пределах 1500 м для НИС «Быхов», и 3900 м – для сейсмоакустического оборудования. Для глубоководных районов зона воздействия подводного шума с УЗД равным 120 дБ отн. 1 мкПа будет находиться в пределах 8000 м для судна обеспечения «Sayan Prince», и 15000 м – для сейсмоакустического оборудования. Это является типовым для обычного судоходства.

Воздействие подводного шума ожидается прямым по направлению воздействия, субрегиональным по пространственному масштабу, среднесрочным по времени воздействия и оценивается как слабое.

Влияние источников вибрации, электромагнитного излучения и светового воздействия с учетом осуществления защитных мер будет находиться в допустимых пределах.

**В целом воздействие физических факторов ожидается допустимым и соответствует российским нормативам.**



## 11. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ

### 11.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Приморский край был образован 20 октября 1938 года указом Президиума Верховного Совета СССР «О разделении Дальневосточного края на Хабаровский и Приморский край» (в состав Приморского края вошли Приморская и Уссурийская области Дальневосточного края, упразднённые в 1939 и 1943 годах, соответственно).

Граничит на западе с КНР, на юго-западе — с КНДР, на севере — с Хабаровским краем.



**Рис. 11.1. Приморский край на карте Российской Федерации**

Расположен на юге Дальнего Востока, в юго-восточной части России. На севере граничит с Хабаровским краем, на западе с КНР, на юго-западе с КНДР, с юга и востока омывается Японским морем. Крупный залив — Петра Великого. Берега залива сильно изрезаны и образуют внутренние заливы: Амурский, Уссурийский, Посъета, Стрелок, Восток, Находка.

Максимальная протяжённость края (от устья реки Туманной до истоков реки Самарги) около 900 км. Наибольшая ширина (от долины реки Уссури до побережья Японского моря) около 280 км. Общая протяжённость границ края 3000 км, из них морские около 1500 км.

В Приморском крае четыре района приравнены к районам Крайнего Севера: Дальнегорский, Кавалеровский, Ольгинский и Тернейский, а также посёлок городского типа Восток Красноармейского района, сёла Богуславец, Вострецово, Дальний Кут, Измайлиха, Мельничное, Рошино, Таёжное и Молодёжное Красноармейского района. Включение в список первых трёх районов и посёлка Терней связано с экономическими (неразвитая инфраструктура), а не климатическими условиями.

Численность населения Приморского края по данным Госкомстата России

составляет 1 902 718 чел. (2019). Плотность населения — 11.55 чел./км<sup>2</sup>.  
Городское население — 1 488 666 человек (76,32 %)

**Таблица 11.1.**

**Численность населения Приморского края**

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 956 497	1 953 545	1 950 483	1 947 263	1 938 516	1 933 308	1 929 008	1 923 116	1 913 037	1 902 718

Приморский край имеет довольно хорошо развитую транспортную сеть. Общая протяжённость железных дорог края составляет 1 625 км, из которых 970 км электрифицировано. На долю Приморского края приходится 19,2 % общей протяжённости железнодорожных путей Дальнего Востока России. Основной магистралью Приморского края является крайний восточный участок Транссибирской железной дороги, протянувшейся от Москвы до Владивостока. От станции Угольная идёт железнодорожная ветка до Находки. Имеются также ветки: Барановский — Хасан и далее в КНДР (в Туманган); Уссурийск — ст. Гродеково (пос. Пограничный) и далее в КНР (в Суйфэньхэ); Сибирцево — Арсеньев — Новочугуевка (Чугуевский район); Сибирцево — Турий Рог. В Хасанском районе функционирует пограничный железнодорожный переход «Золотое звено» (в КНР).

Хорошо развита в Приморском крае и автодорожная сеть, её протяжённость составляет 11 117 км, из которых 9 454 км — с твёрдым покрытием.

Благодаря близости к Японии и Республике Корея, откуда импортируются относительно дешёвые подержанные машины, край занимает первое место в России по обеспеченности автомобилями. Этот показатель составляет 580 машин на 1000 человек (2011).

В Приморье открыт целый ряд крупных и уникальных месторождений разнообразных полезных ископаемых, на базе которых создана и функционирует самая мощная на Дальнем Востоке горнодобывающая промышленность.

В крае производится более 92 % плавикового шпата России, 64 % вольфрамовых концентратов, почти 100 % борных продуктов, 73,6 % свинца в концентрате и 8,4 % свинца рафинированного, добывается 18,2 % олова России.

**11.2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Сахалинская область образована 20 октября 1932 года из Сахалинского округа. Находилась в составе Дальневосточного (1932-1938) и Хабаровского (1938-1947) краёв. 2 января 1947 года объединена с Южно-Сахалинской областью и переведена в прямое подчинение РСФСР.



**Рис. 11.3. Сахалинская область на карте Российской Федерации**

Сахалинская область - единственный регион в России, полностью расположенный на островах. В её состав входят остров Сахалин с прилегающими небольшими островами Монерон и Тюлений (76,6 тыс. км<sup>2</sup>), а также Курильские острова (10,5 тыс. км<sup>2</sup>). Омывается водами Охотского, Японского морей и Тихого океана.

Численность населения области по данным Росстата составляет 489 638 чел. (2019). Плотность населения — 5,62 чел./км<sup>2</sup> (2019). Городское население — 82,11 % (2018).

**Таблица 11.3.**

**Численность населения Сахалинской области**

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
497 973	496 739	495 402	493 302	491 027	488 391	487 293	487 344	490 181	489 638

Сахалинская область — 74-й по численности населения субъект Российской Федерации и 5-й регион Дальнего Востока. Население области по переписи населения 2010 года составляет 498 тыс. человек (0,35 % населения РФ), что делает островной регион одним из самых малозаселённых регионов России. Половой состав характеризуется преобладанием женщин: в области живёт 258,5 тыс. женщин (52 %) и 239,5 тыс. мужчин (48 %). 79,9 % жителей островов живут в городах и пгт, 20,1 % — в деревнях и сёлах. Две трети от всего городского населения острова сконцентрирована в 4-х городах Сахалина — Южно-Сахалинске (181 728 человек), Корсакове (33 526 человек), Холмске (30 937 человек) и Охе (23 007 человек).

Область изначально обладает высоким природно-ресурсным потенциалом, по которому занимает 39-е место в России. Помимо биологических ресурсов моря, по которым Сахалин находится на первом месте в России, главным ресурсом является наиболее востребованное экономикой углеводородное топливо. По объёму разведанных запасов газового конденсата Сахалинская область занимает 4-е место в России, газа - 7-е, угля - 12-е и нефти - 13-е место. По запасам древесины область занимает 26-е место в России. Однако в Сахалинской области

практически полностью отсутствует значительный спектр рудных минерально-сырьевых ресурсов, незначительны гидроэнергетические ресурсы, запасы нерудных полезных ископаемых, что в целом снижает общий ресурсный потенциал области. Но, по мере освоения углеводородных запасов шельфа Охотского моря (по объёму которых Сахалинская область занимает 9-е место в России), вырос производственный и финансовый потенциал области.

### **11.3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАМЧАТСКОЙ КРАЙ**

Субъект Российской Федерации. Входит в состав Дальневосточного федерального округа, является частью Дальневосточного экономического района.

Образован 1 июля 2007 года в результате объединения Камчатской области и Корякского автономного округа. Граничит на северо-западе с Магаданской областью, на севере — с Чукотским автономным округом, на юге через Первый Курильский пролив граничит с Сахалинской областью.

Административный центр — город Петропавловск-Камчатский.



**Рис. 11.3. Камчатский край на карте Российской Федерации**

Камчатский край занимает территорию полуострова Камчатка, прилегающую часть материка, остров Карагинский и Командорские острова. Омывается с востока Беринговым морем (протяженность берега более 2000 км), с запада — Охотским морем (протяженность берега примерно 2000 км).

Камчатка относится к зоне активной вулканической деятельности, имеется около 300 крупных и средних вулканов, 29 из них являются действующими. Самый большой вулкан Евразии — Ключевская Сопка (высота 4750 м). С деятельностью вулканов связано образование многих полезных ископаемых, а также проявление гидрогеотермальной активности: образование фумарол, гейзеров, горячих источников и др.

Более 14,5 % территории Камчатского края относится к особо охраняемой. Существует шесть особо охраняемых природных территорий федерального

значения (три государственных заповедника, один заказник федерального значения «Южно-Камчатский», две санаторно-курортные местности — «Курорт Паратунка», «Малкинские минеральные воды»); четыре природных парка регионального значения («Налычево», «Быстринский», «Южно-Камчатский», «Ключевской»); 22 заказника регионального значения; 116 памятников природы; четыре особо охраняемые природные территории (ландшафтный природный парк «Голубые озера», Юго-западный тундровый и Соболевский заказники).

Шесть зон, называемых «Вулканы Камчатки», включены в список всемирного наследия ЮНЕСКО: Кроноцкий биосферный заповедник, кальдера вулкана Узон, Быстринский природный парк, Природный парк Налычево, Южно-Камчатский природный парк, Ключевской природный парк.

Численность населения края по данным Росстата составляет 314 723 чел. (2019), из них 57,57 % проживают в столице края, городе Петропавловске-Камчатском. Плотность населения — 0,68 чел./км<sup>2</sup> (2019). Городское население — 78,43 % (2018).

По данным переписи населения 2010 года, в регионе проживали 322 079 человек. Русские — 290 108 (80,85 %), украинцы — 20 870 (5,82 %), коряки — 7328 (2,04 %), татары — 3 617 (1,01 %). Коренные народы и другие национальности — менее 1 %.

**Таблица 11.3.**

**Численность населения Камчатского края**

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
322 079	321 659	320 156	320 549	319 864	317 269	16 116	314 729	315 557	314 723

Основные отрасли: рыбная промышленность (лов рыбы и переработка морепродуктов), сельское хозяйство, добыча природного газа, угля, цветных металлов; электроэнергетика, в том числе освоение нетрадиционных геотермальных источников энергии; транспорт и связь. Развивается туризм.

Камчатка издавна славилась пушным промыслом. Меха добываемых здесь соболя, лисицы, голубого песца, морского котика высоко ценятся на международных аукционах. Также развито оленеводство, использующее отличные пастбища на севере Камчатки. В 1990 году в регионе было 172,4 тыс. оленей, в 2000 году только 41,5 тыс. оленей, а в 2010 году лишь 37,1 тыс. оленей.

Общее количество туристов, побывавших в Камчатском крае за 2007—2009 годы, превысило 102,8 тыс. человек (въездной и внутренний туризм). Число российских туристов в 2009 году составило около 16 тыс. человек (включая 10 тыс. туристов самой Камчатки). Среди иностранных туристов Камчатский край в 2009 году посетили около 12 тыс. человек (85 % к уровню 2008 года) — в основном, граждане Японии, США и Германии.

**11.4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧУКОТСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА**

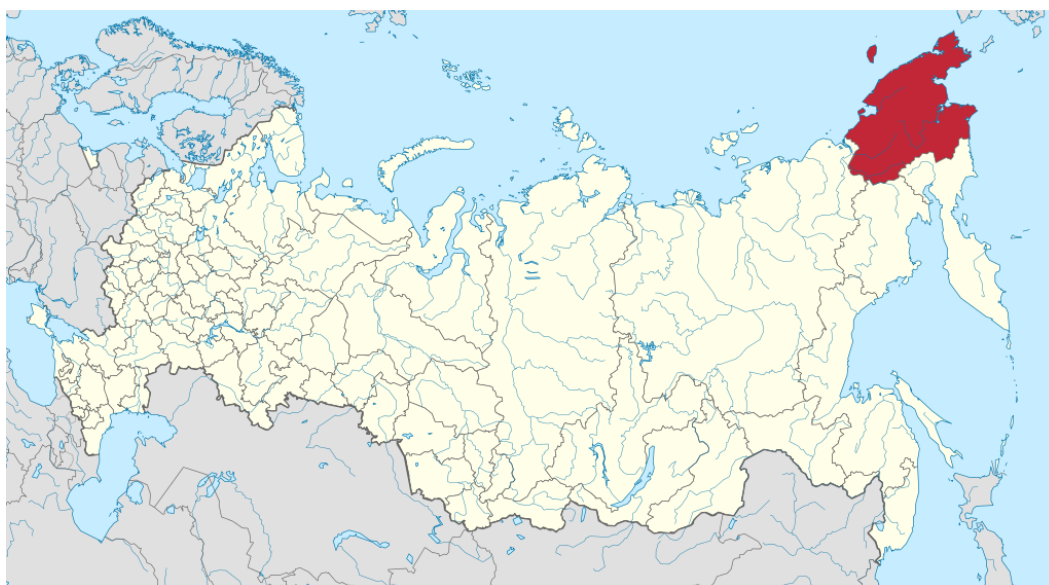
Субъект Российской Федерации, располагается в Дальневосточном федеральном округе с административным центром в городе Анадырь.

Граничит с Якутией на северо-западе, Магаданской областью на юго-западе и Камчатским краем на юге. На востоке имеет морскую границу с США.

Вся территория Чукотского автономного округа относится к районам Крайнего Севера.

Чукотский автономный округ расположен на крайнем северо-востоке России. Занимает весь Чукотский полуостров, часть материка и ряд островов (Врангеля, Геральд, Айон, Ратманова и др). Это единственный регион в России, часть которого (весь Чукотский п-ов и восточная часть о. Врангеля) находится в Западном полушарии.

Омывается Восточно-Сибирским и Чукотским морями Северного Ледовитого океана и Беринговым морем Тихого океана.



**Рис. 11.4. Камчатский край на карте Российской Федерации**

На Чукотке преобладает горный рельеф, и только в приморской части, а также по долинам рек находятся небольшие территории, занятые низменностями, крупнейшая из которых — Анадырская. Континентальная часть имеет чётко выраженный уклон на севере — к Северному Ледовитому океану, на востоке — к Тихому океану. Горный пейзаж представлен в центральной части средневысотными Анадырским плоскогорьем и Анюйским нагорьем, над которыми возвышаются горные хребты высотой от 1 км, а также Чукотским нагорьем на востоке. Высшая точка — гора Исходная (Чантальский хр.) — 1887 м.

Численность населения Чукотского автономного округа по данным Росстата составляет 49 663 чел. (2019). Плотность населения — 0,07 чел./км<sup>2</sup> (2019). Городское население — 70,06 % (2018).

**Таблица 11.4.**

**Численность населения Чукотского автономного округа**

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
50 526	50 346	50 988	50 780	50 555	50 540	50 157	49 822	49 348	49 663

Основу экономики округа составляет горнодобывающая промышленность. Коренное население занято традиционными видами промысла.

По показателю ВРП на душу населения регион уступает лишь нефтедобывающим Тюменской и Сахалинской областям. Средняя зарплата на

Чукотке составляет 71 тыс. рублей.

По состоянию на 2018 год на Чукотке добывается около 10 процентов золота всей страны. Золотодобыча на территории округа ежегодно возрастала и достигла пика в 1974 году (более 36 т) за счет освоения уникального по запасам месторождения р. Рывеем. В последующие годы в связи с истощением россыпных запасов уровень добычи стал постепенно снижаться, до начала 1990-х гг. держался на уровне 15-19 т.

#### 11.4.1. АНАДЫРСКИЙ РАЙОН

Административно-территориальное образование в составе Чукотского автономного округа Российской Федерации с административным центром в городе Анадырь (в состав района не входит).

Расположен на юге Чукотского Автономного Округа. Площадь района — 287 900 км<sup>2</sup>.



Рис. 11.5. Карта административного деления Камчатского края

В советское время была развита горнодобывающая промышленность, представленная приисками Отрожный, Тополиный, Золотогорье, Быстрый, на которых обрабатывали россыпные золотоносные участки. На этих месторождениях к 1996 г. было добыто более 45 тонн драгметалла. Топливная промышленность района представлена угледобывающими предприятиями. В обрабатывающих производствах района основную долю занимает пищевая перерабатывающая промышленность. В районе расположена одна из крупнейших в России ветряных электростанций — Анадырская ВЭС.

Численность населения района составляет 8161 человек. За последние 10 лет, в 2019 годы, впервые зафиксирована положительная динамика количества населения.

**Таблица 11.5.**

**Численность населения Анадырского района**

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
9436	9356	9206	9083	8835	8788	8571	8288	8079	8161

**11.5. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)**

Якутия крупнейший по территории субъект Российской Федерации. Кроме того, Якутия — самая большая административно-территориальная единица в мире. По размеру территории Якутия превосходит Аргентину — восьмое государство в мире по площади. Якутия также превосходит площадь Индии (если не брать в учёт спорную территорию Кашмир, тогда площадь Индии будет 3 065 027 км<sup>2</sup>, а не 3 287 263 км<sup>2</sup>). Однако население республики меньше одного миллиона человек, что делает плотность населения в ней одной из самых низких в России (меньшую плотность имеют только Чукотский и Ненецкий автономные округа).

Входит в Дальневосточный федеральный округ, является частью Дальневосточного экономического района. Общая площадь территории Якутии составляет 3103,2 тыс. км<sup>2</sup>.

Якутия расположена в северо-восточной части Сибири. Граничит на востоке с Чукотским автономным округом, Магаданской областью, на юго-востоке — с Хабаровским краем, на юге — с Амурской областью и Забайкальским краем, на юго-западе — с Иркутской областью, на западе — с Красноярским краем, на севере её естественные рубежи образуют моря Лаптевых и Восточно-Сибирское. Общая протяжённость морской береговой линии превышает 4,5 тыс. км.



**Рис. 11.6. Карта административного деления Камчатского края**

Численность населения республики, по данным Росстата, составляет 967



009 чел. (2019). Плотность населения — 0,31 чел./км<sup>2</sup> (2019) является одной из самых низких среди субъектов Российской Федерации. Городское население — 65,44 % (2018).

**Таблица 10.7.**

**Численность населения республики Саха-Якутия**

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
958 528	958 258	955 859	955 580	954 803	956 896	959 689	962 835	964 330	967 009

В 1950-е и последующие годы в связи с открытием алмазоносных месторождений на западе республики была создана и существует и сегодня очень мощная алмазодобывающая промышленная инфраструктура Республики Саха и Российской Федерации. Промышленность Якутии ориентирована на добычу и обогащение сырья, республика богата природными ресурсами. На территории Якутии находится крупнейшее в стране Эльконское урановое месторождение с разведанными запасами около 344 тысяч тонн.

**11.6. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ**

Красноярский край образован 7 декабря 1934. Административный центр края - Красноярск.



**Рис. 11.7. Административное деление Красноярского края**

Красноярский край расположен в бассейне реки Енисей. Центральной и Восточной Сибири России и занимает 13,86% её территории. На севере край омывается водами двух морей Северного Ледовитого океана - Карским морем и морем Лаптевых.

Граничит с Якутией и Иркутской областью на востоке, с республиками Тыва и Хакасия на юге, с Кемеровской, Томской областями, Ханты-Мансийским и Ямало-Ненецким автономными округами на западе. Общая площадь области -

2366797 км<sup>2</sup>.

Численность населения Красноярского края по данным Росстата составляет 2 874 026 чел. (2019). Плотность населения — 1,21 чел./км<sup>2</sup> (2019). Городское население — 77,46 % (2018).

**Таблица 11.7.**

**Численность населения Красноярского края**

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2 828 187	2 829 105	2 838 396	2 846 475	2 852 810	2 858 773	2 866 490	2 875 301	2 876 497	2 874 026

Благодаря значительным запасам металлических руд, наличию энергетических ресурсов, край является абсолютным лидером среди регионов страны по выработке промышленного продукта на одного жителя. На регион приходится 3,2% всего объёма промышленной продукции, произведенной на территории России. Запасы нефти на месторождении превышают 260 млн. тонн, природного газа - около 90 млрд. м<sup>3</sup>. Проектная мощность - 14 млн. тонн нефти в год.

Большие энергетические ресурсы края позволили создать крупный металлургический комплекс:

- Красноярская ГЭС;
- Красноярский алюминиевый завод;
- Ачинский глинозёмный комбинат;
- Красноярский металлургический завод (КрАМЗ).

Предприятия Красноярского края производят около 27% российского первичного алюминия. Крупные металлургические предприятия:

- Горевский горно-обогатительный комбинат (свинцово-цинковые руды);
- Красноярский завод цветных металлов им. Гулидова (золото, платина);
- Норильский комбинат (медь, никель, МПГ).
- Норильский никель производит более 70% российской меди, 80% никеля, 75% кобальта, более 90% металлов платиновой группы.

Красноярский край обладает крупнейшим в России гидроэнергетическим потенциалом. На р. Енисей построены одни из крупнейших в мире ГЭС. Крупнейшие ГЭС Красноярского края:

- Саяно-Шушенская (23,5 млрд. кВт/ч. в год);
- Красноярская (20 млрд. кВт/ч. в год);
- Богучанская (18 млрд. кВт/ч. в год).

Машиностроительные предприятия Красноярского края производят продукцию как гражданского, так и оборонного назначения: с/х техника - Назаровский завод с/х машиностроения; бытовые холодильники - «Бирюса»; ракетно-космическая техника - Красноярский машиностроительный завод, ОАО «ИСС» имени академика М.Ф. Решетнёва; радиоэлектронное оборудование и другое.

В лесозаготовке и деревообработке работают около 400 предприятий (третье место в крае по количеству созданных рабочих мест, после металлургии и

машиностроения). Крупнейшие из них: ООО «Енисейский ЦБК», ОАО «Лесосибирский ЛДК», ООО «Енисейлесозавод», ЗАО «Новоенисейский ЛХК», ООО «ДОК Енисей», ООО «Канский ЛДК» и др. Они выпускают: ДВП, ДСП, пиломатериалы.

### **11.7. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА**

Ямало-Ненецкий автономный округ - равноправный субъект Российской Федерации, входящий в состав Тюменской области.

Округ образован 10 декабря 1930 года. Административный центр автономного округа - город Салехард.



**Рис. 11.8. Ямало-Ненецкий автономный округ на карте Российской Федерации**

Округ занимает обширную площадь в 769 250 км<sup>2</sup>, и она сравнима с площадями крупнейших европейских стран.

Ямало-Ненецкий автономный округ расположен на севере Западно-Сибирской равнины и с севера омывается Карским морем. Регион относится к районам крайнего севера, и более половины его территории расположено за полярным кругом.

На территории округа находится полуостров Ямал - самая северная материковая точка округа и находится на 73° северной широты.

Рельеф территории округа равнинный, состоящий из тайги на юге и тундры на севере с множеством озёр и болот, и горной части. Горный массив, расположенный на западе округа, простирается на 200 км, достигая высоты до 1,5 тыс. м.

Численность населения округа по данным Росстата составляет 541 479 чел. (2019). Плотность населения — 0,70 чел./км<sup>2</sup> (2019). Городское население — 83,37

% (451404).

**Таблица 11.8.**

**Численность населения Ямало-Ненецкого автономного округа**

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
522 904	524 925	536 558	541 612	539 671	539 985	534 104	536 049	538 547	541 479

Основой экономики Ямало-Ненецкого автономного округа является добыча нефти и газа. Основным добытчиком газа является ОАО «Газпром» на долю которого приходится примерно 90 % всей добычи газа в округе. Добычу нефти и газового конденсата ведут более 30 предприятий, основными нефтедобывающими предприятиями в округе являются дочерние предприятия ОАО «Газпром нефть» (ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз» и Филиал «Газпромнефть-Муравленко» и ОАО «НК „Роснефть“».

В 2009 году было добыто 431 945 млн м<sup>3</sup> природного газа, 24 761 тыс. тонн нефти, 8824 тыс. тонн газового конденсата. В 2011 году было добыто 35,9 млн т нефти. Это 7,1 % от всей добытой в стране нефти.

Средняя зарплата в ЯНАО в 2013 году составила 52 400 рублей. В Ямало-Ненецком автономном округе по данным «РиаРейтинг» в 2017 году более 23 % работающих имели заработную плату свыше 100 тысяч рублей в месяц. По этому показателю ЯНАО занимает первое место в рейтинге среди регионов страны. При этом доля работающих с заработной платой ниже 10 тысяч рублей составила 0,6 % населения региона.

**11.8. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА**

Субъект Российской Федерации. Согласно Уставу Архангельской области, входит также в состав Архангельской области, являясь одновременно субъектом Российской Федерации и составной частью области. Входит в состав Северо-Западного федерального округа. Это самый малонаселённый субъект Российской Федерации.



**Рис. 11.9. Ненецкий автономный округ на карте Российской Федерации**

В соответствии с Уставом Ненецкого автономного округа, округ является равноправным субъектом Российской Федерации и обладает на своей территории всей полнотой государственной власти вне пределов ведения Российской Федерации и её полномочий по предметам совместного ведения. Административный центр — город Нарьян-Мар.

Вся территория округа входит в состав сухопутных территорий Арктической зоны Российской Федерации и полностью относится к районам Крайнего Севера, установленным в Российской Федерации в целях нормативного регулирования льгот и компенсаций работникам, живущим в местностях с суровым климатом.

Ненецкий автономный округ расположен на севере Восточно-Европейской равнины, большая часть расположена за Полярным кругом. Включает острова Колгуев и Вайгач, полуострова Канин и Югорский. Омывается Белым, Баренцевым, Печорским и Карским морями Северного Ледовитого океана. На юге округ граничит с Республикой Коми, на юго-западе — с Архангельской областью, на северо-востоке — с Ямало-Ненецким автономным округом. Также в состав округа входит посёлок Харута, полностью окружённый территорией Республики Коми.

Численность населения округа по данным Росстата составляет 43 829 чел. (2019). Плотность населения — 0,25 чел./км<sup>2</sup> (2019). Национальный состав (2010 год): русские — 26 648 чел. (63,31 %), ненцы — 7504 чел. (17,83 %), коми — 3623 чел. (8,61 %), украинцы — 987 чел. (2,34 %). Городское население — 73,12 % (2018).

**Таблица 11.9.**

**Численность населения Ненецкого автономного округа**

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
42 090	42 642	42 437	42 789	43 025	43 373	43 838	43 937	43 997	43 829

Недра Ненецкого АО богаты полезными ископаемыми, а реки, озёра и омывающие моря — рыбой. Добыче полезных ископаемых мешает транспортная недоступность региона, а также суровый климат. Основные отрасли промышленности — добыча нефти и газа, пищевая промышленность и до начала 2000-х годов лесопиление. В сельском хозяйстве развито молочное скотоводство, оленеводство. Растениеводство представлено картофелеводством и тепличным хозяйством

**11.9. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Архангельская область является крупнейшим субъектом Российской Федерации в европейской части России и крупнейшей областью (провинцией) в Европе.

Образована 23 сентября 1937 года при разделении Северной области РСФСР СССР. Административный центр области – город Архангельск.



**Рис. 11.10. Архангельская область на карте РФ**

Площадь Архангельской области составляет 589 913 км<sup>2</sup> и она сравнима с площадями крупнейших европейских стран.

Область расположена на севере Восточно–Европейской равнины. Омывается Белым, Баренцевым, и Карским морями.

Архангельская область граничит на западе с Карелией, на севере с Мурманской областью (граница проходит через Белое море), на юге с Вологодской и Кировской областями, на востоке, юге и юго–востоке (Ненецкий автономный округ) с Республикой Коми, на востоке с Тюменской областью (Ямало–Ненецкий автономный округ) и Красноярским краем (граница проходит через Карское море).

Большая часть территории Архангельской области относится к районам Крайнего Севера: это архипелаги Земля Франца–Иосифа и Новая Земля, Ненецкий автономный округ, острова Белого моря, (Соловецкий архипелаг), Лешуконский, Мезенский, Пинежский районы, городской округ Северодвинск.

Территория области представляет собой обширную равнину со слабо выраженным уклоном к Белому и Баренцеву морям, где равнинность местами нарушается конечно–моренными всхолмлениями, образовавшиеся в результате деятельности древнего ледника.

Численность населения области по данным Росстата составляет 1 144 119 чел. (2019). Плотность населения — 1,94 чел./км<sup>2</sup> (2019). Городское население — 78,75 % (2018).

**Таблица 11.10.**

**Численность населения архангельской области**

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 227 626	1 224 880	1 213 533	1 202 295	1 191 785	1 183 323	1 174 078	1 165 750	1 155 028	1 144 119

В Ненецком автономном округе находятся значительные месторождения

нефти и газа (Приразломное месторождение), особенно они значительны в северной части области, в Большеземельской тундре (Хыльчюуское, Инзырейское, Варандейское и др.), имеются месторождения каменного угля, огромные запасы торфа. Разведаны и эксплуатируются месторождения бокситов (Иксинское в Плесецком районе). Наиболее значительны месторождения гипсов (крупнейшее в России Звозское месторождение), известняков и ангидридов.

Архангельская область – один из индустриальных регионов России. Объем промышленной продукции более чем в 14 раз превышает объем продукции сельского хозяйства. В Архангельской области преобладают следующие отрасли промышленности:

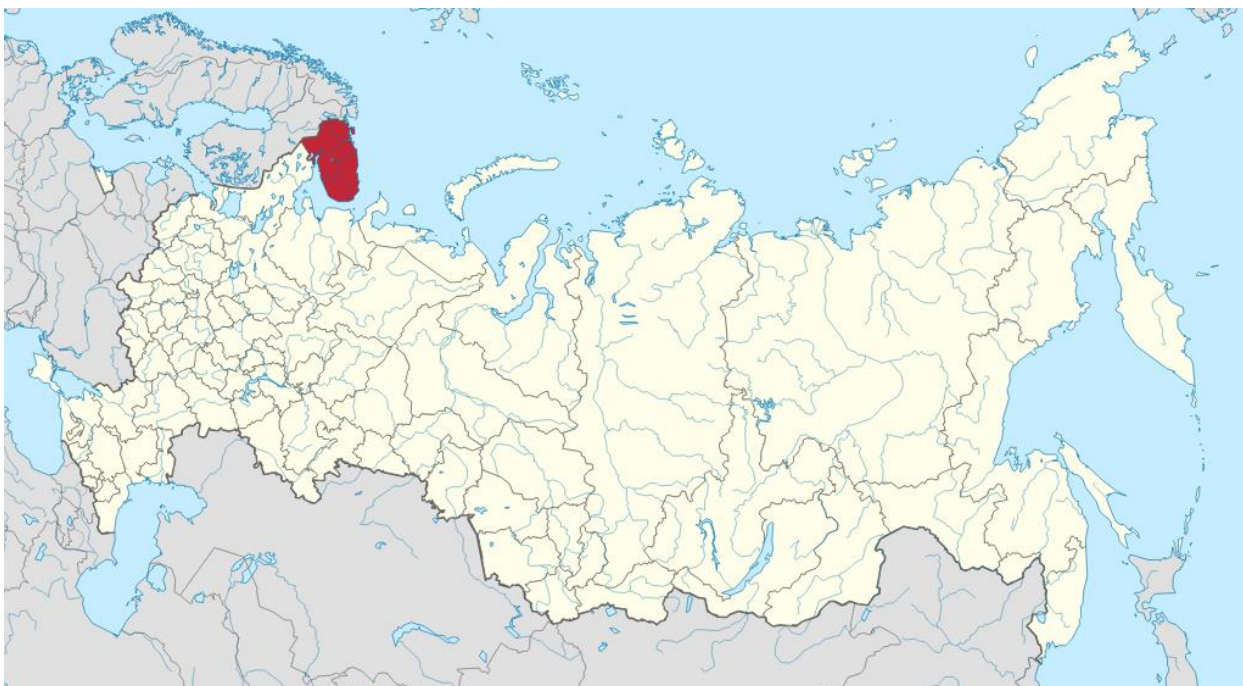
- рыбная (Архангельский траловый флот);
- лесная;
- деревообрабатывающая (Соломбальский лесопильно–деревообрабатывающий комбинат);
- целлюлозно–бумажная (Котласский целлюлозно–бумажный комбинат, Котласский химический завод, Архангельский ЦБК);
- машиностроительная (ПО «Севмаш», ЦС «Звездочка», Котласский электромеханический завод, Соломбальский машиностроительный завод).

Основные промышленные центры Архангельской области: Северодвинск, Новодвинск, Котлас, Коряжма, Няндама, Вельск.

На территории области, в городе Северодвинске находится Центр атомного судостроения России.

#### **11.10. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Мурманская область образована 28 мая 1938 года. Административный центр области – город–герой Мурманск. Архангельская область является крупнейшим (589 913 км<sup>2</sup>) субъектом Российской Федерации в европейской части России и крупнейшей областью (провинцией) в Европе.



**Рис. 11.11. Мурманская область на карте Российской Федерации**

Мурманская область расположена на севере европейской части Российской Федерации. Около 70% территории области занимает Кольский полуостров, также в её состав входит континентальная часть, полуострова Рыбачий и Средний, острова Айновские, Великий, Кильдин, Семь островов. Большая часть области расположена за Северным полярным кругом.

На западе Мурманская область граничит с Норвегией и Финляндией, на юге - с Республикой Карелия и через Белое море - с Архангельской областью. Мурманская область омывается Белым и Баренцевым морями. Площадь области – 144902 км<sup>2</sup>.

Численность населения области, по данным Росстата, составляет 748 056 чел. (2019). Плотность населения — 5,16 чел./км<sup>2</sup> (2019). Городское население — 93,01 % (2018).

**Таблица 11.11.**

**Численность населения Мурманской области**

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
795 409	794 077	787 948	780 401	771 058	766 281	762 173	757 621	753 557	748 056

Одним из основных видов ценных сырьевых ресурсов на территории области являются апатиты. Имеются также крупные запасы других видов минеральных ресурсов. В их числе железные руды Оленегорского и Ковдорского месторождений (около 10% российской добычи). Крупнейшие в стране запасы редкоземельных металлов (Ловозерское месторождение). Практически неограниченные запасы алюминиевого сырья (кианитовые сланцы в Кейвах), граната–альмандина. Там же в Кейвах имеются залежи бериллиевых и литиевых (почти 50% российских запасов) руд, редких металлов. На шельфе Баренцева моря производится добыча нефти и разведано одно из крупнейших в мире месторождений газа – Штокмановское месторождение. Здесь расположены крупнейшие на Арктическом побережье базы военно-морского флота Российской Федерации.



федерации – Северного морского флота РФ.

Валовой региональный продукт Мурманской области в 2008 году составил 215,9 миллиардов рублей. В том числе добыча полезных ископаемых — 40,0 млрд руб.; обрабатывающие производства — 33,7 млрд руб.; оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования — 25,9 млрд руб.; транспорт и связь — 24,5 млрд руб., и др.

#### **11.11. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

Основным положительным эффектом, влияющим на социально-экономическую ситуацию региона, в результате реализации проекта прокладки ПВОЛС является последующее улучшение обеспечения жителей северных и дальневосточных регионов Российской Федерации, телекоммуникационными услугами. Дополнительным косвенным эффектом является увеличением отчислений в бюджет затрагиваемых областей и повышением занятости населения.

## **12. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Проектом предусматривается, что в ходе выполнения изысканий будет сделано всё возможное для предотвращения аварийных ситуаций. Для выполнения инженерных изысканий в качестве основных судов выполняющих работы в территориальном море и исключительной экономической зоне РФ планируется использовать не менее 4 судов в течение двух лет, с возможным продлением еще на 2 года еще на два года. Возможно в разные года перечень судов будет не совпадать.

Пока рассматривается возможность использования следующих судов: НИС «Капитан Воронин», НИС «Быхов», судно обеспечения «Саян Поларис», судно обеспечения «Саян Принц». Также предполагается привлечение судов ОАО «МАГЭ»: НИС «Аквармарин», НИС «Геолог Дмитрий Наливкин», НИС «Геофизик», НИС «Николай Трубяччинский», ИС «Сапфир», ИС «Фёдор Ковров», ТБС «Алмаз». Возможно также привлечение других аналогичных судов.

Однако, как показывает практика морского судоходства, даже при выполнении всех требований безопасности и высокой обученности персонала, на судах могут возникать аварийные ситуации, приводящие к негативному воздействию на окружающую среду. В данном разделе:

- определяются аварийные ситуации, возможные при выполнении морских геофизических исследований;
- оценивается вероятность возникновения аварийных ситуаций;
- выполняется оценка негативного воздействия возможной аварии на окружающую среду.

### **12.1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Аварийные ситуации могут возникать вследствие ошибки персонала, неисправности оборудования, природных катаклизмов, войны, террористических актов и пр. Аварийные ситуации могут возникать совместно, являясь причиной и следствием других аварийных ситуаций.

Наиболее типичные аварии на судах:

#### **Пожар или взрыв на судне**

Это одна из самых частых причин гибели судов. Пожароопасные вещества (дизельное топливо) на судах хранится в специально оборудованных емкостях. В ходе работ используются взрывоопасные устройства, однако при их использовании соблюдаются установленные нормативные ограничения вследствие чего, взрывы и обусловленные ими разрушения крайне маловероятны.

#### **Посадка на мель**

Представляет большую опасность для судна. Обычно она связана с действиями экипажа, превышением грузоподъемности судна, ошибкам на картах и др. В данном случае, работы проводятся на различных глубинах. Установленное на борту судна оборудование: локаторы с разным масштабированием, система распознавания судов, гидролокаторы бокового обзора и навигационный комплекс позволяют постоянно контролировать все параметры нахождения судна, включая

координаты и глубину моря.

### **Столкновения между судами**

В основном происходят из-за навигационных ошибок. Предварительное согласование района и времени работ с другими организациями, использующими данную акваторию, наблюдение за окружающей обстановкой и встречными судами, применение современного навигационного оборудования, невысокая скорость в режиме проведения исследований, неукоснительное соблюдение Международных правил (Конвенция СОЛАС, МОУ и др.) позволяют, практически, исключить возможность столкновения.

### **Появление течи**

Появление течи в обшивке судов, весьма маловероятно, благодаря высокому уровню контроля состояния судов.

### **Разломы на волне**

Вероятность разлома судов на волне, практически, исключена, вследствие относительно небольшой длины судна и контролю его состояния.

### **Опрокидывание судов**

Опрокидывание судна в результате потери остойчивости при неправильной загрузке также исключено, вследствие назначения судна и контроля его комплектации и загрузки.

Среди естественных причин аварийных ситуаций на судах:

### **Шторма**

В случае опасности сильного шторма, на судне будут приняты соответствующие меры по подготовке к шторму. При необходимости, судно уйдет в более безопасный район, чтобы переждать непогоду.

## **12.2. ОЦЕНКА РИСКА**

В соответствии с ГОСТ Р 22.0.05-94 авария - опасное техногенное происшествие, создающее на объекте определенной территории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственных и транспортных процессов, а также нанесению ущерба окружающей природной среде.

Аварии могут быть обусловлены как природными явлениями, так и антропогенными причинами. Они, как правило, носят случайный, вероятностный характер. Поэтому для каждого потенциально возможного вида аварии, можно определить вероятность ее возникновения, которая связывается с понятием риска.

Риск определяется, как среднее значение негативных последствий аварии и соответствующее этим последствиям значение вероятности потенциальной аварии. Таким образом, риск представляет собой меру вероятности появления негативных воздействий соответствующей тяжести. Математически риск выражается, как произведение числового выражения негативных последствий (ущерба -  $U$ ) от аварии на вероятность ( $P$ ) того, что авария приведет к этим

последствиям (обычно в расчете за определенный промежуток времени, например, в случаях в год):

$$R=PU \quad (12.1)$$

В частном случае, когда ущерб приравнивается единице, риск равен вероятности. В общем случае, для  $N$  независимых случайных событий  $j$ , составляющих полную группу, риск определяется по формуле:

$$R = \sum_{j=1}^N P_j U_j \quad (12.2)$$

Очевидно, что при возникновении аварии возможны разные исходы, которые различаются по продолжительности воздействия и масштабам негативных последствий. Эти последствия могут быть ликвидированы, локализованы или привести к безвозвратным потерям. В любом случае аварии приводят к материальным потерям и наносят тот или иной ущерб здоровью человека и окружающей среде.

Во многих случаях ущерб может быть выражен в денежном эквиваленте, что позволяет сравнивать риски от различных видов аварий и сопутствующих им ущербов.

При анализе рисков предполагалось, что в проекте соблюдены все требования нормативных документов. Это означает, что в проекте предусмотрены все меры безопасности, регламентируемые нормативными документами. Поэтому аварии могут быть обусловлены, в основном, аномальными событиями или внешними, не предусмотренными нормативными документами причинами, т.е. события и причины носят случайный, вероятностный характер. К ним можно отнести экстремальные природные явления (штормы, землетрясения и т.п.), случайные сбои и отказы оборудования из-за технологических нарушений при эксплуатации объектов, случайные ошибки персонала и т.п.

Одной из основных целей анализа и оценки рисков является доказательство того, что для рассматриваемого объекта риски уменьшены до практически безопасного низкого уровня.

Основными средствами оценки рисков, выявления опасностей, определения соответствующих мер по их ослаблению являются анализ имеющихся исторических сведений, статистических данных; учет нормативов и стандартов; а также соблюдение правил и практика безопасного ведения работ.

Для численного определения вероятности и последствий аварий используются методы количественной оценки рисков [РД 3-418-01, 2001, Risk Matrix Application Guide, ЕЕ.115Е.96. 1996]. Количественная оценка рисков включает в себя следующие основные элементы:

- выявление потенциально возможных аварийных ситуаций;
- оценка их вероятности;
- оценка масштабов влияния на людей, окружающую среду и материальные ценности;
- сопоставление имеющихся рисков с общепринятыми критериями их приемлемости.

Концепция оценки риска означает, что рассматриваемый объект должен быть спроектирован таким образом, чтобы не был превышен предел априори

рассчитанного риска, определенного как приемлемый или допустимый.

Критерии риска представляют собой некоторые нормативные или общепринятые значения, сравнение с которыми полученных оценок риска позволяет делать заключения о степени их приемлемости или допустимости для рассматриваемых объектов (люди, конструкции, окружающая среда).

Наиболее простая структура критериев приемлемости риска - это уровни риска, которые служат границей между допустимыми и недопустимыми рисками (или между допустимыми и недопустимыми видами деятельности). В соответствии с этим подходом риски распределяются по 3 категориям [Постановление Правительства РФ от 13 сентября 1996 г. N 1094 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»]:

- $IR > 10^{-3}$  - область недопустимых рисков - в этой области риск считается недопустимым, поскольку вероятность и последствия его возникновения слишком велики. В этом случае обязательны меры по снижению риска или соответствующие проектные изменения;
- $5 \times 10^{-5} < IR < 10^{-3}$  - в этой области риск считается допустимым только тогда, когда приняты меры, по снижению риска, осуществляемые при условии их практической целесообразности, определенной расчетом рентабельности.
- $IR < 5 \times 10^{-5}$  - область пренебрежимо малых рисков - в этой области риск считается допустимым, так как вероятность его возникновения настолько мала, или последствия настолько незначительны, что никаких мер по снижению риска не требуется.

В зависимости от размеров материального и экологического ущерба, аварийные ситуации, согласно вышеуказанному Постановлению Правительства РФ от 13 сентября 1996 г. N 1094, классифицируются следующим образом:

- локальные;
- местные;
- территориальные;
- региональные;
- федеральные;
- трансграничные.

Экологическая обстановка в зонах аварийных ситуаций характеризуется следующим образом:

- относительно удовлетворительная;
- напряженная;
- критическая;
- кризисная;
- катастрофическая.

При оценке приемлемости экологических рисков, наряду с указанными критериями, используют два дескриптора, один из которых связан с вероятностью аварии и её последствиями, а другой - с её масштабами. Используемые критерии рисков аварий по вероятности их возникновения приведены в Таблице 12.1., а категории масштабов аварий в таблице 12.2.

Таблица 12.1

**Категории аварий и вероятности их возникновения**

Категория	Характеристика аварии	Вероятность аварии в случаях в год	Описание
1	Практически невозможная	$<10^{-6}$	Событие такого типа почти никогда не случалось, но не исключается
2	Редкая	$10^{-6}$ - $10^{-4}$	Такие события случались в мировом масштабе, но всего несколько раз
3	Маловероятная	$10^{-4}$ - $10^{-2}$	Такая авария происходит, но маловероятна в течение срока реализации проекта
4	Вероятная	$10^{-2}$ - 1	Возможно, что такая авария случится в течение срока реализации проекта
5	Практически неизбежная	$>1$	Может случиться, в среднем, чаще, чем раз в год

Таблица 12.2

**Категории масштабов последствий аварий**

Категория	Последствия	Описание
1	Незначительные	Не сказывается на здоровье и безопасности населения; нет травм на объекте; нет повреждений объекта; не сказывается на природных ресурсах.
2	Малозначительные	Нет серьезных травм и гибели людей; легкие повреждения объекта; нет простоя; легкое, кратковременное воздействие на природные ресурсы.
3	Серьезные	Возможны серьезные травмы и гибель людей на объекте, но нет угрозы здоровью и жизни людей; значительное, негативное, но, в конечном счете, обратимое, воздействие на некоторые природные ресурсы.
4	Катастрофические	Травмы и гибель небольшого числа окружающих жителей или травмы и гибель большого числа работающих на объектах; значительное повреждение объектов; значительный и продолжительный ущерб причиняется двум и более природным ресурсам.

Выявление потенциально возможных аварийных ситуаций при работах по изысканиям для прокладки подводного волоконно-оптического кабеля производилось путем анализа типичных в этом случае опасностей [РД 3-418-01].

В таблице 12.3. рассмотрены типичные опасности, которые могут привести к нежелательным инцидентам при изыскательских работах. Под опасностью понимается любое неконтролируемое событие или условие, способное в совокупности с другими событиями и условиями привести к инциденту и/или перерасти в аварийную и/или чрезвычайную ситуацию. При этом выделялись опасности, характеризующиеся неопределенностью при вероятном возникновении и с возможными серьезными последствиями.

Таблица 12.3

**Типичные опасности, которые могут привести к нежелательным инцидентам при работах по изысканиям для прокладки подводного волоконно-оптического кабеля**

Категория	Опасности
-----------	-----------

Ошибка персонала	Неверное включение/выключение судового оборудования, ошибки в определении показателей контрольно-измерительной аппаратуры, неправильный выбор режимов работы и т.п.
Отказ оборудования	Замыкание электрических цепей, коррозия, структурные дефекты материалов и т.п.
Отказ управления оборудованием	Потеря управления оборудованием, отказы систем безопасности
Авария судовых конструкций	Потеря устойчивости оборудования, обрыв и/или опрокидывание подъемного оборудования, прекращение подачи энергии и рабочих сред для питания и управления технологическим процессом
Внешние силы и нагрузки	Сейсмические явления, экстремальные гидрометеорологические явления, падение перемещаемых грузов

Анализируя статистические данные, можно заключить, что реальными при работах по изысканиям для прокладки подводного волоконно-оптического кабеля могут быть признаны следующие виды аварии:

- утечки и разливы топлива с судов;
- навигационные инциденты;
- аварии, вызванные ошибками персонала;
- травматизм.

Вероятность небольших разливов топлива с судов (менее 0,2 м<sup>3</sup>) из топливных баков, оборудования и топливопроводов достаточна. Поэтому такие события следует отнести к категории «весьма возможные». Однако, серьезность таких разливов (утечек) во всем мире рассматривается как незначительная (1 группа по табл. 12.2). Поскольку протяженность трассы, где будут проводиться работы по изысканиям для прокладки кабеля связи, не очень велика, (около 771 км) вероятность возникновения такого рода события практически исключается.

При изысканиях будут одновременно использоваться (например «Быхов») и маломерный катер с него. При этом оценивается вероятность осложнения навигационной обстановки (ветер, волнение моря, плохая видимость), когда возможны навигационные инциденты, такие, как навалы судов друг на друга, столкновения, посадки на мель и т.п. Однако по повторяемости они относятся к категории «маловероятных» (вероятность - около 10<sup>-3</sup>), а по серьезности последствий - к 1-2 группе (табл. 13.1). В данном случае, учитывая краткосрочность проведения работ на акватории, возможность возникновения подобных ситуаций минимальна.

Аварии, вызванные ошибками персонала, относятся к категории «весьма возможные», а по серьезности последствий ко 2-й группе.

К наиболее вероятным событиям относится травматизм. По зарубежным данным, за период 1964-1986 гг. в результате эксплуатации различных объектов на континентальном шельфе имели место травматизм и гибель людей с вероятностью 3-4 x 10<sup>-3</sup> и 7-8 x 10<sup>-3</sup>, соответственно (категория события - «маловероятные», по серьезности воздействия - категория 2-3).

Согласно контролю безопасности в рамках Международного Кодекса управления безопасностью, показатель частоты серьезных аварий в море на начало 2000 г. равен 1 на 1000 судов.

По данным статистики, основными причинами гибели морских судов являются: посадки на мель - 9%; пожары и взрывы - 20%; столкновения и навалы - 14%; повреждения МО и механизмов - 5%.

Проведенный анализ материалов рассматриваемого проекта показал, что основой для оценки индивидуальных и экологических рисков при изысканиях могут служить фоновые характеристики естественных условий, статистические данные о различных видах аварий на море, а также общие принципы обеспечения безопасности работ.

Риски для персонала, связанные с типичными опасностями (табл. 13.3), согласно Методическим указаниям (РД 3-418-01), попадают в «допустимую» область критериев риска, находящуюся между  $10^{-3}$ /год и  $10^{-5}$ /год, и поэтому они считаются приемлемыми. Риск для персонала удовлетворяет принятому во всем мире критерию индивидуального риска, равному  $10^{-3}$ /год.

Были проанализированы также риски при аварийных ситуациях, связанных со столкновением судов, их посадкой на мель, штормами и др. причинами. В результате этих аварий могут происходить разливы судового топлива и других транспортируемых веществ.

В операции по изысканиям будут принимать участие одно среднее судно и несколько мелких судов, танки которых вмещают около  $20 \text{ м}^3$  топлива. Для расчетов использована величина  $2,7 \times 10^{-6}$ , характеризующая среднюю частоту значительных аварий судов на километр пройденного пути в стесненных условиях мелководий, каналов и т.п. Предполагая, что весь путь из порта и обратно будет проходить в таких условиях и, используя приведенные выше характеристики, получим оценки вероятности разливов горюче-смазочных материалов (ГСМ), представленные в таблице 12.4.

**Таблица 12.4**

**Вероятность разливов ГСМ разных объемов при работах по изысканиям для прокладки подводного волоконно-оптического кабеля**

Объем разлива, $\text{м}^3$	Обеспеченность в случаях на операцию
1	$6,1 \times 10^{-2}$
10	$5,3 \times 10^{-2}$

Вероятности, представленные в таблице 12.4., отличаются от использованных выше, так как в данном случае речь идет о рисках, связанных с конкретными разовыми операциями. Для пересчета на год полученные значения необходимо умножить на величину относительного к году времени работ по изысканиям. Таким образом, если риски разливов, связанные со столкновением судов, их посадкой на мель, штормами и др. причинами, рассматривать в пересчете на год, то получим величины, приведенные в таблице 12.5.

**Таблица 12.5**

**Вероятность разливов ГСМ разных объемов при работах по изысканиям (случаев в год)**

Объем разлива, $\text{м}^3$	Обеспеченность в случаях в год	Категория аварии по вероятности	Категория аварии по масштабам
1	$7,2 \times 10^{-4}$	3	1
10	$6,3 \times 10^{-4}$	2	2

Сравнивая величины, представленные в таблице 12.5, с критериями рисков (по вероятности) можно сделать вывод, что объемы разливов судового топлива



относятся к области малых рисков.

Аварийные разливы всех объемов, как следует из таблицы 12.5, относятся либо к категории редких, либо маловероятных событий.

Риски утечек и потерь других загрязняющих грузов (смазочных масел, и т.п.) во время транспортировки, согласно результатам проведенного анализа, являются существенно меньшими по сравнению с рисками разливов топлива. На борту используемых судов не будут размещаться грузы, представляющие опасность загрязнения моря.

**Вывод:** Приведенные расчеты и многолетняя практика показывают, что при работах по изысканиям для прокладки подводного волоконно-оптического кабеля в рамках рассматриваемого проекта принципиально возможные аварийные ситуации имеют допустимый уровень вероятности.

### **12.3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

#### 12.3.1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Возможные воздействия на окружающую среду при возникновении аварийных ситуаций:

- загрязнение морских вод;
- загрязнение атмосферного воздуха;
- нанесение ущерба морской биоте, млекопитающим и птицам;
- загрязнение донных отложений;
- загрязнение отложений и в пределах береговой черты;
- воздействие на социальную среду.

Возможные ситуации, при которых загрязняющие вещества, могут попасть в морскую среду с исследовательских судов при аварийных ситуациях, включает утечки неочищенных бытовых сточных вод, неочищенных нефтесодержащих вод, моторных масел, дизельного топлива и др. В большинстве аварийных ситуаций загрязняющие вещества попадают в морскую среду на поверхность или приповерхностный слой, меньшая вероятность попадания ЗВ в придонный слой с затонувшего оборудования или судна.

Основными компонентами, загрязняющими атмосферный воздух при авариях, вследствие разливов нефтепродуктов, пожара оборудования или судна, являются углеводороды, диоксид и оксид азота, углерод (сажа) и оксиды углерода продукты горения и др.

Нанесение ущерба морской биоте, млекопитающим и птицам, вплоть до гибели может происходить как вследствие загрязнения окружающей среды (морской воды, атмосферного воздуха), так и при прямом воздействии, включая термическое поражение во время пожара или взрыва, акустическое воздействие при взрыве, физическое воздействие при авариях судов и пр. При обрыве и потере части сейсмоприемной косы, существует незначительная вероятность запутывания в ней морских млекопитающих.

Нарушение морского дна и загрязнение донных отложений является прямым следствием первичного загрязнения водной толщи загрязняющими

веществами, которые затем осаждаются на морское дно. Нарушение морского дна возможно при попадании в морскую среду затонувшего оборудования или судна.

Загрязнение отложений в пределах береговой черты возможно при дрейфе в сторону берега скоплений загрязняющих веществ (например, пятно нефтепродуктов), попавших во время аварийной ситуации в морскую среду. Также существует вероятность выноса судна на мель (в результате шторма или сейсмоактивности) с последующим попаданием загрязняющих веществ в морскую среду, с последующим загрязнением береговой зоны.

Воздействие на социальную среду, в первую очередь, может сказаться в негативном отношении населения к любой аварийной ситуации, повлекшей отрицательное воздействие на окружающую среду, что может привести к изменению сложившихся видов ведения хозяйства и промысла. Это в свою очередь может привести к последующим трудностям в освоении нефтегазовых месторождений в этом районе, сопряженным с негативно настроенной общественностью.

Анализ последствий возможных аварийных ситуаций при проведении изысканий показал, что наиболее опасными для окружающей среды являются аварии, связанные с попаданием нефтепродуктов в морскую среду.

Также следует отметить, что риск загрязнения морской среды разливами нефтепродуктов при проведении инженерно-геологических изысканий исключительно мал и значительно ниже, чем при проведении других работ на участках морского шельфа.

Основной перечень нефтепродуктов, имеющих на судах при проведении инженерных изысканий - это морское дизельное топливо, смазочные масла.

### 12.3.2. РАЗЛИВЫ НЕФТЕПРОДУКТОВ

При проведении инженерно-геологических изысканий разливы нефтепродуктов возможны при возникновении аварийных ситуаций общего характера (возникновение которых возможно для судов любого типа): столкновение судов; пожар, взрыв на судне; затопление судна; посадка судна на мель, а также аварии с повреждением топливных танков судна.

Частота разливов нефтепродуктов в районах с наименьшей интенсивностью судоходства составляет от  $110^{-8}$  до  $110^{-6}$  случаев в год - по данным для морских акваторий Великобритании (Identification of Marine Environmental., 1999). Такие же порядки величин частоты разливов можно принять в качестве грубой оценки и при осуществлении судоходства в рамках проведения инженерно-геологических изысканий.

В качестве наиболее неблагоприятного варианта с максимальным разливом нефтепродуктов, можно рассматривать разрушение и разлив всего содержимого наибольшего по объему топливного танка судна с предположением, что его наполненность на момент разрушения составляет 100%. Согласно (Сафонов и др., 1996), вероятность объема разлива можно оценивать, исходя из следующих оценок: в 35% случаев разлив составляет 10% от максимального объема, в 35% случаев - 30% объема и в 30% - 100% объема.

Наибольший запас нефтепродуктов находится на судне «Быхов», максимальный объем разлива нефтепродуктов прогнозируется при возникновении аварийной ситуации с полным разрушением наибольшего по объему топливного

танка судна и разлив всего содержимого, а именно 5 тонн дизтоплива.

Однако согласно "Правилам организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на континентальном шельфе Российской Федерации, во внутренних морских водах, в территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации» (утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 14 ноября 2014 г. N 1189 "Об организации предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на континентальном шельфе Российской Федерации, во внутренних морских водах, в территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации" (ред. от 14.03.2019)) максимальные расчетные объемы разливов нефти и нефтепродуктов принимаются для нефтеналивных самоходных и несамоходных судов, судов для сбора и перевозки нефтесодержащих вод, плавучих нефтехранилищ, нефтенакопителей и нефтеналивные баржи (имеющие разделительные переборки) - 2 смежных танка максимального объема

В этот перечень судов, для которых определяется максимальные расчетные объемы разливов нефти и нефтепродуктов, и, соответственно, проводится моделирование распространения нефти и нефтепродуктов при разливах, не входят научно-исследовательского суда, в т.ч. использующиеся при морских инженерных изысканиях. Это связано с тем, что с точки зрения разливов суда использующиеся при изысканиях не отличаются от обычных грузовых (ненефтеналивных) судов, рыбацких судов и т.п. В связи с этим моделирование распространения нефтепродуктов при авариях не выполнялось, как оно не выполняется при обычных рейсах грузовых и рыбацких судов. Это тем более не имеет смысла с учетом длины трассы (1055 км) и изменчивости направления течений и ветра за период работ.

Кроме того, следует отметить следующие обстоятельства практически исключающие возможность аварий с разливами нефтепродуктов в ходе изысканий:

- Суда работают независимо друг от друга, их встреча не предполагается и соответственно возможность столкновения исключена.
- Катер с судна в 100 раз его меньше и не способен пробить борт при столкновении.
- Трасса изысканий подробно освещена имеющимся гидрографическим материалами. В силу этого с учетом наличия на судах эхотолов, локаторов бокового обзора, высокоточной спутниковой навигации столкновение с подводными опасностями исключено.
- Основная часть трассы изысканий не используется для судоходства.
- При пересечении судоходных путей заранее будут выпущены навигационные предупреждения о проведении изысканий.
- На случай опасных погодных явлений суда будут получать специализированные метеопрогнозы и штормовые предупреждения. При приближении экстремальных штормов судно будет переходить в безопасный район моря (порты убежища, открытое море) для отстоя.

Таки образом возможность аварийных ситуаций с разливами нефтепродуктов при выполнении инженерных изысканий практически исключена

Поведение пятен разливов нефтепродуктов в море определяется, как их физико-химическими свойствами основных составляющих, так и гидрометеорологическими условиями среды (направление и скорость ветров и

течений, температура воды и т.д.).

На начальной стадии разлива происходит достаточно быстрое растекание пятна нефтепродуктов по поверхности воды, обусловленное их положительной плавучестью. Деформация и перенос разлива определяется совместным действием приводного ветра, поверхностных течений и волн.

С начала разлива, происходит быстрое испарение летучих фракций нефтепродуктов. Интенсивность испарения определяется площадью пятна, погодными условиями, мольной долей легких фракций и др. факторами. При этом меняются физико-химические свойства нефтепродуктов на морской поверхности (плотность, вязкость и пр.) процесс, обуславливающий динамику загрязнения водной среды при происходящих в разливе нефтепродуктов на морской поверхности - это диспергирование, то есть попадание мелкодисперсных фракций нефтепродукта в водную толщу за счет энергии волн на поверхности моря. В зависимости от размера частиц дисперсной фракции, нефтепродукт может вернуться в нефтяную пленку на поверхности или оставаться в толще благодаря турбулентности, образуя, таким образом, внутримассовое (внутриводное) загрязнение. Дальнейшая судьба внутримассового загрязнения определяется в основном динамической структурой поля течений и характеристиками процессов смешивания водной толщи. Процесс диспергирования, в основном, обуславливается высотой волн, турбулентными характеристиками течений в поверхностном слое и распределением размеров дисперсных частиц, внедряемых в толщу.

Некоторые виды нефтепродуктов, взаимодействуя с морской водой, могут образовывать эмульсию типа вода-в-нефти. При этом резко увеличивается вязкость эмульсии (в 2-3 раза по сравнению с вязкостью нефтепродуктов). Не все виды нефтепродуктов могут образовывать эмульсию, а некоторые виды начинают процесс эмульгирования только после значительного изменения физико-химических свойств, связанных с процессом разрушения нефтяной пленки (испарение, диспергирование и пр.) При разливах дизельного топлива и керосина эмульсии вышеописанного типа не образуют.

При разливе легкого моторного топлива, дизеля и бензина существуют особенности, отличные от поведения сырой нефти или тяжелых нефтепродуктов, типа смазочных масел, мазута и пр. (Small Diesel Spills., 1998):

- моторное топливо является легким нефтепродуктом с относительно узким диапазоном кипения. Поэтому разлитое в морской воде дизельное топливо, практически, в полном объеме испаряется и диспергирует в водную толщу в течение от нескольких часов до нескольких дней, даже в условиях холодной воды;
- в зависимости от типа топлива и погодных условий 30-65% от разлитого объема дизтоплива испаряется, 25-70% - диспергирует в водную толщу, 09% растворяется в воде;
- при разливе в море моторное дизельное топливо очень быстро растекается в тонкую пленку на поверхности воды;
- моторное дизельное топливо имеет низкую вязкость и поэтому начинает диспергировать в водную толщу уже при ветре 3-5 м/с или волнении с высотой волн 0,5-1 м;
- дизельное топливо намного легче воды. Поэтому процессы осаждения и аккумуляции на морском дне не характерны для дизельного топлива;

- моторное дизельное топливо не является очень клейким или вязким, поэтому при выходе на берег оно быстро проникает в грунт или вымывается благодаря волновым и приливным процессам.

Масштаб воздействия разлива дизельного топлива на водную среду и побережье зависит от интенсивности процессов выветривания дизельного топлива. Минимальное выветривание соответствует периодам со слабыми скоростями ветра и, практически, полностью определяется испарением летучих фракций из пятна пролитого топлива. Максимальное выветривание происходит при сильном ветре, когда большая часть топлива попадает в виде дисперсных частиц в глубокие слои водной толщи.

Известно, что нефтяная плёнка (плёнка дизельного топлива) может быть обнаружена визуально при толщине порядка  $5 \cdot 10^{-5}$  мм. При толщине более  $2 \cdot 10^{-3}$  мм цвет становится светло-коричневым, цветовая дифференциация при больших толщинах невозможна - плёнка будет иметь темно-коричневый или черный цвет. В спокойной воде при разливе  $0,5 \text{ м}^3$  нефти это значение толщины (т.е., 2 мкм), теоретически, достигается в среднем за время порядка 2,5 суток,  $100 \text{ м}^3$  - 17 суток, при  $400 \text{ м}^3$  - 29 суток. В случае сильных течений и волнения значение толщины нефтяной пленки убывает с ростом интенсивности этих процессов.

#### ***Воздействие разливов нефтепродуктов на окружающую среду***

При испарении легких фракций разлитых углеводородов с поверхности в приземном атмосферном воздухе могут наблюдаться повышенные концентрации предельных ( $C_1$ - $C_5$ ,  $C_6$ - $C_{10}$ ) и ароматических углеводородов (бензол, толуол, ксилол), превышающие ПДК. Снижение содержания загрязняющих веществ до уровня ПДК происходит в пределах от нескольких десятков метров (при малых разливах дизтоплива и керосина и при разливах смазочных масел) до сотен метров или нескольких километров от места разлива, в зависимости от объема разлива и гидро-метеорологических условий в районе.

Воздействие углеводородов, попавших в морскую воду, на морскую биоту можно разделить на два вида. Первый - эффект наружного (механического) воздействия, который оказывают высокомолекулярные водонерастворимые соединения углеводородного сырья, которые прилипают к защитным покровам гидробионтов. Это в первую очередь относится к разливам смазочных нефтяных масел. Второй вид - непосредственно токсическое воздействие водорастворимых фракций углеводородного сырья, которые, попадая в организм, нарушают в нем обмен веществ.

#### ***Фито- и зоопланктон***

Данные о воздействии загрязнения водной среды нефтепродуктами на планктонные организмы показывают, что диапазоны токсических и пороговых концентраций нефтяных углеводородов весьма широки. Это зависит не только от разнообразия условий и отличия использованных методик, но и от видовых особенностей реагирования гидробионтов. Степень воздействия разлива нефтепродуктов на фитопланктон варьирует от стимулирующего (усиление роста за счет присутствия в нефти ростовых веществ) до ингибирующего (снижение фотосинтеза продукции, скорости размножения; Патин, 1997, 2009).

Для зоопланктона воздействие нефтяных углеводородов проявляется в изменении видового состава, снижении показателей численности и биомассы сообщества. Пороговые эффекты (нарушение питания, поведения, физиолого-биохимических функций) начинают наблюдаться при концентрации нефтяных углеводородов в воде от  $0,01 \text{ мг/л}$  (Perey, Wells, 1985).

Фито- и зоопланктон отличаются высокой численностью и скоростью воспроизводства. Их биомасса и концентрация быстро восстанавливаются как за счет короткого жизненного цикла, так и в результате постоянного притока планктона с водными массами из прилегающих акваторий (Патин, 2009). Поэтому даже при полной гибели планктона на указанной выше площади, в условиях открытого моря он очень быстро восстановится (не более чем в течение нескольких суток) как вследствие его быстрого размножения, так и вследствие его «подтока» из соседних районов. Таким образом, временной масштаб воздействия оценивается как *кратковременный*. Изменения в структуре планктонного сообщества, скорее всего, не будут регистрироваться статистически уже в ближайшие 1-2 дня после аварии, т.е. воздействие может быть оценено как *незначительное* по степени нарушения.

Таким образом, воздействие на планктонное сообщество при рассматриваемой аварийной ситуации оценивается по масштабам как *региональное, кратковременное, незначительное*, и поэтому *несущественное* по значимости.

### ***Пелагическая икра, личинки и молодь рыб***

Икра, личинки и молодь рыб могут погибнуть при прямом контакте с дизельным топливом. В случае аварийного разлива нефтепродуктов их основная масса будет находиться на поверхности воды.

Наиболее вероятные негативные последствия разливов нефтепродуктов для рыб должны наблюдаться в мелководной части моря и в зонах слабой циркуляции воды. Как известно, рыбы на ранних стадиях жизни (икринки и личинки) более чувствительны к воздействию нефтепродуктов, чем взрослые особи, и потому значительное число рыб на этих стадиях может погибнуть при соприкосновении с достаточно высокими концентрациями токсичных компонентов нефтепродуктов. Однако, как показывают результаты расчетов и прямых наблюдений, такого рода потери неразличимы на фоне высокой и изменчивой природной смертности рыб в период их эмбрионального и постэмбрионального развития.

Литературные данные и результаты полевых исследований показывают, что на акватории в поверхностном слое икра и ранняя молодь рыб малочисленны. Таким образом, воздействия на икру и личинок рыб в случае аварийных разливов дизельного топлива на акватории по трассе изысканий на популяционном уровне не ожидается.

### ***Бентос***

Воздействие на морской бентос при аварийных разливах дизельного топлива может происходить в результате оседания части разлившихся нефтепродуктов на морское дно в процессе седиментации. При быстром переносе и рассеянии нефтяного поля в открытых водах осаждение нефтепродуктов и на дно практически не происходит даже в неритической зоне. Такое осаждение наблюдается лишь в ситуациях длительного нахождения нефтепродуктов в замкнутых и полужамкнутых участках акваторий.

Согласно литературным данным (GESAMP, 1993; Патин, 1997), летальное действие нефтепродуктов на бентосные организмы проявляется при их содержании в донных осадках в пределах 1-7 г/кг, тогда как сублетальные и пороговые эффекты (нарушения питания, поведения, физиолого-биохимических функций и др.), а также патологические изменения в органах и тканях возникают обычно в диапазоне концентраций нефтепродуктов от 0,1 до 1 г/кг.

В то же время проведенные исследования показывают повышенную уязвимость к действию нефтепродуктов беспозвоночных на ранних стадиях их развития (Патин, 1997). Поскольку ряд видов донных беспозвоночных в своем развитии имеет планктонную личиночную стадию, на этой стадии воздействие разливов дизельного топлива будет оказываться на них также как и на планктон.

Важным, но мало исследованным является вопрос о скорости восстановления качества среды и состояния донных сообществ после прекращения загрязнения. В некоторых работах (Mair et al., 1987; Davies et al., 1989; Grahl-Nielsen et al., 1989) отмечается, что улучшение экологической обстановки на дне проявляется спустя 1-2 года после воздействия. Это происходит за счет биодеградации остатков нефтепродуктов и повторной колонизации донных осадков личинками бентосной фауны (Gray et al., 1990). При этом важным условием успешной колонизации является относительная чистота поверхностного слоя (Blackman et al., 1985).

Оседание сорбированных взвесью нефтяных углеводородов может происходить на значительной площади дна, т.е. воздействие может носить региональный масштаб. С учетом длительного срока разложения поступивших в донные отложения нефтепродуктов, воздействие оценивается как средневременное. В то же время, концентрации нефтяных углеводородов в донных осадках из-за большой площади распространения повысятся незначительно, что не окажет заметного воздействия на бентосные организмы. Возможная гибель части бентосных организмов на планктонной стадии развития на фоне общей личиночной смертности также не будет регистрироваться даже статистически, т.е. это воздействие может быть оценено как незначительное по степени нарушения.

Локальное временное воздействие на бентос может быть оказано только в случае разлива нефтепродуктов в береговой зоне.

### ***Ихтиофауна***

Механизм воздействия разлива дизельного топлива на ихтиофауну аналогичен описанному выше для планктонных организмов. Между тем, результаты полевых исследований показывают, что рыбы способны избегать зоны сильного нефтяного загрязнения, а риск их поражения в результате разливов ДТ в открытом море близок к нулю.

Особое значение с рыбохозяйственных позиций представляют данные о влиянии разливов нефтепродуктов на популяции и запасы промысловых рыб в период их нереста и миграций в прибрежных и устьевых зонах моря. Наблюдения за нерестовыми популяциями лососей, сельди и их молодь во время и после сильного нефтяного разлива у берегов Аляски в 1989 г. не показали какого-либо заметного снижения численности, запасов, промыслового возврата и уловов этих рыб (Baker et al., 1991; McGurk et al., 1993).

После крупнейшего нефтяного разлива нефти у берегов Калифорнии в 1969 г. обширная и богатая рыбными ресурсами акватория была покрыта плотными нефтяными пленками в течение нескольких месяцев. Однако детальное наблюдение за численностью, распределением и миграцией местных пелагических рыб в период загрязнения и в последующие годы не выявили каких-либо тенденций к сокращению их запасов и уловов (Squire, 1992).

Эти и другие аналогичные исследования, выполненные в разных регионах, позволяют присоединиться к мнению ряда исследователей (Clark, 1987; Baker et al., 1990; Neff, 1993) о том, что локальные разливы нефтепродуктов практически

не оказывают поражающего действия на популяции взрослых рыб в открытом море и не могут подрвать запасы пелагических видов, в том числе промысловых.

С учетом отмеченных выше пространственных масштабов изменения свойств воды, пространственный масштаб воздействия на ихтиофауну оценивается как локальный, временной масштаб - как кратковременный. Учитывая активное избегание взрослыми рыбами пятен разлива нефтепродуктов в открытом море, заметного воздействия на ихтиофауну акватории не ожидается, т.е. воздействие может быть оценено как незначительное по степени нарушения. Общая значимость воздействия оценивается, как несущественная.

### ***Морские птицы и млекопитающие***

Воздействие на птиц и млекопитающих в результате разлива дизтоплива может быть оказано посредством:

- вдыхания испаряющихся легких фракций дизтоплива;
- проглатывания при кормлении некоторого количества растворившихся или эмульгированных углеводородов;
- оседания поверхностной пленки на наружных покровах животных.

Интенсивность испарения дизтоплива наиболее высока на протяжении первого часа после разлива. Однако птицы способны воспринимать запахи и даже использовать их в целях ориентации (Карри-Линдал, 1984). Учитывая скорость передвижения птиц, можно предположить, что в случае попадания птиц в зону загрязненного воздуха они очень быстро покинут ее, минимизируя таким образом потенциальное негативное воздействие от вдыхания токсических веществ.

Морские млекопитающие также избегают мест с нефтяными разливами (St.Aubin, 1990). Учитывая, что у различных представителей ластоногих и китообразных скорость движения достигает 15-20 км/ч (Shirinai, Jarrett, 2007), то даже в случае разлива дизтоплива в непосредственной близости от животных, они смогут очень быстро покинуть зону поражения.

Учитывая короткое время существования пятна загрязнения и его малую площадь, можно сделать вывод о том, что фактор вдыхания легких фракций углеводородов не будет оказывать влияние на состояние птиц и морских млекопитающих.

Заглатывание воды с растворенными в ней углеводородами может происходить при кормлении. В связи с тем, что рыбы уходят из районов проведения сейсморазведки, вероятность кормления в этих водах птиц и зверей-ихтиофагов представляется маловероятной, и, следовательно, воздействие этого фактора на них не ожидается. Попадание загрязненной воды возможно лишь для некоторых видов чаек встреча с которыми возможна здесь при скоплении планктона, которым они могут кормиться.

Таким образом, основным фактором воздействия на птиц и млекопитающих при разливах дизтоплива в пределах картируемой акватории является оседание поверхностной пленки на их наружных покровах.

При аварийных разливах острое (летальное) воздействие нефтепродуктов проявляется, как правило, на начальных стадиях распространения разлива и поражает главным образом морских птиц, входящих в непосредственный (телесный) контакт с разлитыми нефтепродуктами. Минимальный уровень пленки, при котором происходит поражение водоплавающих птиц, составляет 10—25 мг/м<sup>2</sup>, что соответствует толщине пленки около 24 мкм (French-McCay et al., 2004).



Контакт с разлитыми нефтепродуктами нарушает изоляционные функции оперения и может привести к гибели птиц.

Интенсивность воздействия разливов нефтепродуктов на птиц зависит от видовых особенностей присутствующих птиц и их численности. Плотность населения птиц на акватории картируемого участка в намечаемый период работ имеют низкие показатели. Отсутствие на акватории кормовых ресурсов из-за откочевки рыбы из района проведения сейсмодъемки, является еще одним фактором, определяющим низкую численность птиц. Следовательно, даже в случае прямого летального воздействия, оно будет оказано на ничтожную часть местной популяции птиц, что позволяет оценить интенсивность воздействия как незначительную.

Таким образом, интенсивность воздействия на морских птиц рассматриваемого аварийного разлива оценивается как незначительная; пространственный масштаб как локальный, а временной как кратковременный. Поэтому по значимости воздействие оценивается как несущественное.

### ***Береговая черта***

Влияние загрязнения нефтью при возникновении чрезвычайных ситуаций будет особо проявляться в прибрежных зонах, наиболее чувствительных к воздействию. При выносе нефтяного пятна на берег основные проявления загрязнения природной среды обычно возникают лишь до максимальной границы заплеска береговой полосы волнами прибоя. Однако именно в этой зоне воздействию разлитой нефти могут подвергнуться практически все основные компоненты не только морских, но и прибрежных экосистем. Последствия воздействия будут зависеть от степени загрязнения нефтью и от продолжительности воздействия.

В том случае, если нефть войдет в соприкосновение с прибрежными водами и береговой линией, последствия будут носить тяжелый и затяжной характер, а их вариабельность в зависимости от конкретной ситуации в прибрежной полосе будет намного выше, чем при разливах в открытом море. При этом при загрязнении песчано-гравийных пляжей и закрытых прибрежных бухт вредное воздействие нефти будет резко возрастать.

При вариантах ликвидации разливов нефти «с суши» существенную роль играет тип прибрежных экосистем (OGP, 2013). Известно, что в ряде случаев специалисты-биологи оценивали последствия использования тяжелой техники на побережьях при уборке нефти с берегов как более драматичные, чем само нефтяное загрязнение (Moore, 2006).

С учетом низкой вероятности аварийных ситуаций с разливами ( $10^{-8}$  до  $10^{-6}$ ), предусмотренных мероприятий по предотвращению и ликвидации аварий интенсивность воздействия на береговую черту рассматриваемого аварийного разлива оценивается как незначительная; пространственный масштаб как локальный, а временной как кратковременный. Поэтому по значимости воздействие оценивается как несущественное.

### ***Социальная среда***

Отрицательное воздействие на социальную среду может быть вызвано косвенными причинами аварий. Например, если последствия аварий вызывают ухудшение рыбопродуктивности района, загрязнение рекреационных зон, ухудшение условий жизни населения прекращение дальнейших работ по освоению нефтегазовых месторождений и пр.

Следует отметить, что процессы осаждения и аккумуляции на морском дне не характерны для дизельного топлива; при попадании дизельного топлива в прибрежную зону и выходе на берег оно быстро проникает в грунт или вымывается благодаря волновым и приливным процессам. В отличие от нефти, легкое дизельное топливо деградирует в период от нескольких часов до нескольких дней, без оказания значительного воздействия на окружающую среду. Более опасные, в точки зрения загрязнения окружающей среды, устойчивые в природной среде смазочные масла имеют ограниченный объем судне и распределены на несколько герметичных цистерн.

#### **12.4. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ И УМЕНЬШЕНИЮ РИСКА АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

В соответствии с требованиями международных и российских нормативных документов на каждом судне и плавсредстве, задействованном при реализации инженерно-геологических изысканий, имеется план чрезвычайных мер по борьбе с загрязнением нефтью и соответствующее оборудование для предотвращения загрязнения морской среды нефтепродуктами, в том числе резервуарами для хранения нефтесодержащих стоков с автоматическими системами контроля за превышением допустимого уровня наполнения.

Бункеровочные мероприятия осуществляются в соответствии с инструкциями. Суда работают на легком дизельном топливе, которое даже в случае аварийного разлива предполагает значительные преимущества с точки зрения воздействия на окружающую среду по сравнению с тяжелым мазутом. Все нефтяные масла и другие химические вещества, используемые или хранящиеся на борту судов, содержатся в специально отведенных для этого местах, с целью предотвращения повреждения контейнеров или утечки/разлива на палубу или в море. Палубный дренаж регулярно осматривается и проверяется для обеспечения его нормальной работы до начала работ. Для сбора разлившихся жидких веществ на борту судов хранится сорбирующий материал.

Экипаж обучен действиям, согласно **«Международных правил предупреждения столкновения судов в море»** (МППСС-72).

Оборудование судна средствами предупреждения и навигационным оборудованием, в соответствии с установленными требованиями.

Конструкция судов, плавсредств, установленное на них оборудование отвечают Правилам Регистра морского судоходства, разработанным на основании технических требований Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 года. Корпуса судов покрыты антикоррозионными материалами. С целью уменьшения рисков, связанных с возникновением стихийных бедствий, предусмотрены следующие организационно - технические мероприятия:

- получение специализированных метеопрогнозов и штормовых предупреждений;
- ограничение выполнения работ при высоте волны более 1,5 м и скорости ветра более 20 м/с;
- перевод судна в штормовой режим при приближении экстремальных штормов с переходом в безопасный район моря для отстоя.

Навигационные средства, маяки и противотуманные сирены расположены

на судне, в соответствии с российскими нормативными требованиями. На стрелах подъемных кранов, мачтах антенн установлены сигнальные огни.

Суда оборудованы фекальными цистернами; отходы судов, содержащие нефтепродукты, собираются в специальные емкости, сдаются на очистные суда в базовых портах, о чем производятся записи в соответствующих журналах.

Твердые отходы на судах собираются в контейнеры, которые также сдаются в базовых портах с записью в журналах. Сброс отходов в районе работ не предусматривается.

За соблюдение утвержденной технологии работ, проведение природоохранных мероприятий несет ответственность начальник изыскательской партии, также как и за допущенные нарушения.

Программой предусмотрены следующие мероприятия по предупреждению инцидента с плавсредством (столкновение, поломка):

- все плавсредства имеют средства радиосвязи, средства навигации;
- все плавсредства проходят периодическую профилактику и техобслуживание;
- все работы выполняются только в благоприятных погодных условиях;
- координаты района работ сообщаются НАВИП (навигационные предупреждения), НАВИМ (навигационные извещения мореплавателям), ПРИП (навигационные предупреждения краткого срока действия по районам морей омывающим берега России);
- все маневры судов выполняются согласно МППСС-72 (Международные правила предупреждения столкновения судов в море);
- наличие на судах специальных средств и оборудования для борьбы за живучесть судна при аварии (получении пробоины, пожаре, поломке и т.п.);
- наличие на судах подробных планов действий экипажа в конкретной аварийной ситуации (расписаний по видам тревог);
- проведение на судах систематического обучения и тренировок экипажей по планам действий в конкретной аварийной ситуации (расписаниям по видам тревог);
- регулярно проводится проверка знаний экипажа по видам тревог время учебных и тренировочных занятий на судах.

Предупреждение аварий при шторме:

- наличие плана мероприятий с указанием критериев опасных и особо опасных значений гидрометеорологических показателей в процессе работы судна на профиле, возможных неблагоприятных последствий для судна и оборудования, а также принимаемых мер после получения штормового предупреждения от прогностических служб;
- ежедневное получение судами сводок прогноза погоды;
- при получении предупреждения о приближении циклона, способного вызвать опасные или особо опасные значения гидрометеорологических показателей для судов, необходимо получить информацию о его эпицентре и пути перемещения;

- в аварийных ситуациях необходимо действовать согласно расписанию по тревогам и предпринимать необходимые меры по ликвидации аварийной ситуации.

Предупреждение утечек опасных материалов (нефтепродуктов и химических веществ):

- наличие на судах на судах Судовому Плану Чрезвычайных Мер по Борьбе с Загрязнением Нефтью (SOPEP) плана ЛРН по обращению с опасными материалами, включающего специальные детальные инструкции по обращению с конкретными видами опасных веществ;
- хранение на судах дизельного топлива, моторных и смазочных масел в специальных цистернах (танках) с двойным дном, а химических веществ - в герметичных емкостях (контейнерах, банках, баллонах) в соответствии с правилами и спецификациями их производителя в специально отведенных местах;
- хранение опасных веществ в емкостях, специально предназначенных для хранения соответствующего вещества и имеющих соответствующую наружную маркировку;
- периодические проверки и профилактическое обслуживание, в соответствии с инструкциями по эксплуатации, трубопроводов, соединяющих цистерны-хранилища.

Попадание нефтепродуктов за борт классифицируется как аварийная ситуация. Действия судового экипажа в этом случае определяются согласно Судовому Плану Чрезвычайных Мер по Борьбе с Загрязнением Нефтью (SOPEP). План содержит следующие разделы:

- действия, в соответствии с положениями статьи 8 МАРПОЛ 73/78, которые должен выполнять капитан при передаче сообщения об инциденте, вызывающем загрязнение нефтью;
- перечень организаций и лиц, с которыми должна устанавливаться связь;
- подробное описание действий, которые должны быть немедленно предприняты командой судна для уменьшения выброса нефти;
- процедуры и пункты связи на судне с национальными и местными властями для координации действий судна по борьбе с загрязнением.

Ликвидация разливов нефтепродуктов также обеспечивается наличием на судах оборудования, отвечающего требованиям международного стандарта по предотвращению загрязнения нефтепродуктами окружающей среды и включающего абсорбирующий материал против разлива нефтепродуктов.

#### 12.4.1. ОПЕРАЦИИ ПО ЛИКВИДАЦИИ ВОЗМОЖНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

**Ликвидация разливов на акватории.** В соответствии с положениями постановлений Правительства Российской Федерации от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» и от 23.07.2009 № 607 «О присоединении Российской Федерации к Международной конвенции по обеспечению готовности на случай загрязнения нефтью, борьбе с ним и сотрудничеству 1990 года», а также приказа Минтранса России от 06.04.2009 № 53 «Об утверждении Положения о функциональной

подсистеме организации работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в море с судов и объектов независимо от их ведомственной и национальной принадлежности» (зарегистрирован в Минюсте России 13.05.2009, регистрационный № 13917) ликвидация разлива нефтепродуктов во внутренних морских водах, территориальном море и в исключительной экономической зоне осуществляется силами и средствами постоянной готовности функциональной подсистемы.

Работы по локализации и ликвидации разлива нефтепродуктов на акватории должны осуществляться в соответствии с Региональным (бассейновым) планом по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на соответствующих морских бассейнах Российской Федерации.

Оповещение о загрязнении моря нефтью производится в соответствии с Инструкцией о порядке передачи сообщений о загрязнении морской среды 1994 г. (утверждена Минприроды России, Минтрансом России и Комитетом РФ по рыболовству. Зарегистрирована Минюстом России 14.06.1994 г. № 598).

В соответствии с требованиями «Положения о взаимодействии аварийно-спасательных служб министерств, ведомств и организаций на море и водных бассейнах России», утвержденного руководителями заинтересованных министерств и ведомств в 1995 году (зарегистрировано в Минюсте России 28.07.1995 № 917), в Российской Федерации создана и функционирует система морских спасательно-координационных центров (МСКЦ) и морских спасательных подцентров (МСПЦ).

При обнаружении признаков разлива на акватории капитаном судна по указанным выше каналам связи информируется соответствующий морской спасательный подцентр (МСПЦ). После этого судно остается на месте разлива ожидая подхода аварийно-спасательного судна, выполняя все указания руководства МСПЦ переданные по радиосвязи.

**Ликвидация разливов на борту судна.** При проведении операций по ликвидации разливов нефтепродуктов формируется команда, состоящая из: капитана, старшего помощника, главного механика, вахтенного помощника, вахтенного механика, дежурных бригад по вахте и машинному отделению.

Капитан судна осуществляет управление всеми операциями по ликвидации разливов нефтепродуктов. Он обеспечивает оповещение всех необходимых структур об инциденте, связанном с разливом нефтепродуктов, а также периодически предоставляет обновленную информацию об аварийной ситуации. В случае необходимости запрашивает помощь в ликвидации разливов.

Старший помощник капитана отвечает за все действия на судне. Получает и исполняет все указания капитана судна. Обеспечивает капитана всей необходимой информацией о состоянии аварийной ситуации и о результатах предпринимаемых действий.

Главный механик отвечает является ответственным за распределение и использование средств для ликвидации разлива нефтепродуктов.

Вахтенный помощник подчиняется старшему помощнику и обеспечивает мобилизацию пожарной команды и управляет судовым персоналом для прекращения разлива.

Вахтенный механик подчиняется главному механику и отвечает за действия пожарной команды в случае возникновения пожара.

Вахтовая дежурная бригада информирует вахтенного помощника в случае

обнаружения разлива нефтепродуктов.

В случае необходимости привлекается весь судовой персонал и дежурный состав геофизической партии.

В целом, операции по ликвидации разливов нефтепродуктов включают следующие этапы:

- обеспечение безопасности персонала и судна;
- устранение причины разлива до прекращения поступления нефтепродуктов;
- устранение потенциальных источников возгорания в месте разлива;
- предупреждение попадания нефтепродуктов в морскую среду в случае разлива на палубе судна;
- локализация разлива нефтепродуктов;
- сбор разлитых нефтепродуктов;
- утилизация загрязненных нефтепродуктами отходов.

Все сотрудники геологической партии и экипажи судов предупреждены, что в случае обнаружения массовой гибели рыбы или других частей биоты, или животного мира они обязаны немедленно остановить работы и сообщить о случившемся местному органу рыбоохраны.

### **13. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ**

В процессе реализации инженерно-геологических изысканий будет осуществляться производственный экологический мониторинг и контроль.

Цель проведения производственного экологического мониторинга - разработка и реализация адекватных и своевременных мер для смягчения воздействия работ на окружающую среду.

Цель производственного экологического контроля - обеспечение соблюдения природоохранных нормативов, контроль выполнения мероприятий по охране окружающей среды, контроль соблюдения требований в области охраны окружающей среды, установленных законодательством Российской Федерации.

#### **13.1. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ**

Согласно требованиям «Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации», утвержденным Приказом Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. №372, проведение оценки воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности должны включать «разработку предложений по программе экологического мониторинга и контроля на всех этапах реализации намечаемой хозяйственной деятельности».

Производственный экологический контроль осуществляется в течение всего периода проведения работ для обеспечения выполнения природоохранных проектных решений, а также в целях повышения ответственности эксплуатирующих организаций за обеспечение соответствующего качества проведения работ.

Объектами производственного экологического контроля являются источники воздействия на окружающую среду. Выбор объектов контроля определяется спецификой производственной деятельности и результатами проведенной оценки воздействия на окружающую среду.

Задачи производственного экологического контроля:

- получение необходимой и достоверной информации о количественных и качественных параметрах источников негативного воздействия на окружающую среду;
- своевременное обнаружение и предотвращение выбросов и сбросов в окружающую среду для конкретных источников техногенного воздействия и законодательства в области охраны окружающей среды;
- информационное обеспечение реализации мероприятий по снижению негативного воздействия на компоненты окружающей среды;
- осуществление независимого экологического аудита.

Проведение производственного экологического контроля включает в себя:

- контроль соблюдения требований российского и международного законодательства, нормативных документов и государственных стандартов в области охраны окружающей среды;
- контроль выполнения требований, указанных в заключении государственной экологической экспертизы, условий

природопользования, нормативов в области охраны окружающей среды, охраны и рационального природопользования;

- контроль выполнения проектных природоохранных и компенсационных мероприятий по рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов в полном объеме в соответствии с согласованными проектными решениями;
- контроль соответствия проводимых работ внутренним нормативным документам организации управления окружающей средой.

Оценка воздействия на окружающую среду выявила виды воздействия при реализации Программы, основным из которых с учетом природоохранных мер является шумовое воздействие на биоту, связанное с работой сейсмоакустических источников и двигателя судна.

Загрязнение воздушного бассейна и морской среды, а также акустическое воздействия будет незначительным. Принятые природоохранные меры позволяют исключить загрязнение моря нефтесодержащими сточными водами. При обращении с отходами производства и потребления воздействия на морскую среду не предполагается.

Результаты производственного экологического контроля используются в целях:

- выявления и предотвращения нарушений законодательства РФ в области охраны окружающей среды и природопользования;
- обеспечения соблюдения требований нормативно-правовых и нормативно-технических актов в области охраны окружающей среды и природопользования;
- обеспечения соблюдения проектных решений в области охраны окружающей среды;
- оценки степени и масштаба негативного воздействия в случае нарушений проектных решений, требований нормативно-технических актов и законодательства РФ в области охраны окружающей среды и природопользования;
- обеспечения выполнения природоохранных мероприятий по снижению негативного воздействия на компоненты окружающей среды и экосистему в целом.

В рамках производственного контроля при производстве работ будет отслеживаться соблюдение решений, включая природоохранные меры и меры по предупреждению аварийных ситуаций, и приниматься соответствующие управленческие решения.

Работы, связанные с инженерными изысканиями, не подлежат статистической отчетности по формам 2-тп (воздух) и 2-тп (водхоз). Данные по обращению с отходами должны быть учтены при подготовке Компанией отчета по форме 2-тп (отходы).

В соответствии с вышесказанным, вся совокупность действий по программе производственного экологического контроля в ходе работ в море, разделена на следующие направления:

- контроль соблюдения требований природоохранного законодательства РФ и МАРПОЛ 73/78 при проведении работ в море;



- контроль соблюдения экипажем судна мероприятий по охране окружающей среды и техники безопасности (ОТБОС) при проведении работ;
- контроль объемов потребления топлива;
- визуальный контроль загрязнения морской поверхности в районе работ;
- контроль сбора, хранения и размещения отходов производства и потребления.

Производственный экологический контроль проводится непрерывно, от времени начала работ до их завершения.

- **Контроль соблюдения природоохранных мер.** В рамках производственного контроля, при производстве работ будет отслеживаться соблюдение проектных решений, включая природоохранные меры и меры по предупреждению аварийных ситуаций, и приниматься соответствующие управленческие решения.
- **Контроль объема потребления топлива.** Контроль потребления топлива на судне будет вестись с целью соблюдения проектных величин выбросов в атмосферу. Операции с нефтепродуктами и их производными не фиксируются в «Журналах нефтяных операций» согласно правилам МАРПОЛ 73/78 и РД 31.04.23-94.
- **Контроль обращения со сточными водами.** Контроль обращения со сточными водами на судне будет вестись с целью соблюдения проектных величин сбросов сточных вод в море, передачи сточных вод для утилизации. Операции со сточными водами отражаются в «Журналах операций со сточными водами» и «Журналах нефтяных операций» согласно правилам МАРПОЛ 73/78 и РД 31.04.23-94.
- **Контроль обращения с отходами.** Контроль за обращением с отходами осуществляется для обеспечения соответствия установленным нормативам образования и накопления отходов (подробнее см. табл 14.3). Документирование данных по обращению с твердыми отходами осуществляется на задействованных судах в «Журнале операций с мусором», данных по утилизации (передаче) нефтесодержащих вод - в «Журнале нефтяных операций» в соответствии с правилами конвенции МАРПОЛ 73/78 и РД 31.04.23-94.

В таблице 13.1 представлен перечень лиц из состава экипажа судов, отвечающих за конкретные мероприятия по контролю воздействий на окружающую среду.

**Таблица 13.1**

**Ответственность за мероприятия по контролю воздействий на окружающую среду**

Мероприятие	Ответственный/специалисты осуществляющие контроль
Назначение ответственных за исполнение мероприятий по предотвращению загрязнения окружающей среде	Капитан
Предотвращение загрязнения атмосферы	Старший помощник капитана
Предотвращение загрязнения нефтью. Контроль объемов потребления топлива.	Старший механик
Предотвращение загрязнения окружающей среды сточными водами и твердыми бытовыми отходами	Боцман
Предупреждение браконьерства со стороны экипажа	Старший помощник капитана, боцман

Мероприятие	Ответственный/специалисты осуществляющие контроль
судна и привлеченных специалистов	
Визуальные наблюдения за появлением пятен нефтепродуктов на поверхности моря	Вахтенный матрос
Наблюдения за появлением морских млекопитающих, скоплений птиц в непосредственной близости от геофизического оборудования	Вахтенный начальник и вахтенный матрос
Наблюдения за появлением всплывшей погибшей рыбы	Вахтенный начальник и вахтенный матрос

В таблице 13.2. представлен план-график и параметры производственного экологического контроля.

**Таблица 13.2**

**План-график и параметры производственного экологического контроля**

№п/п	Место проведения экологического мониторинга	Фактор воздействия / Наименование загрязняющего вещества	Количество плановых измерений в период времени
<b>1. Контроль обращения с опасными отходами и сточными водами</b>			
1.	Места временного накопления отходов. Производственные отходы, ТБО. Танки для сточных вод	Раздельный сбор отходов по определенным видам и классам опасности Исправность и своевременность опорожнения накопительных емкостей для хранения отходов и сточных вод Контроль передачи пищевых отходов в холодильные камеры. Оформление документов учета сбора и удаления отходов и сточных вод. Соблюдение инструкций по безопасному обращению с отходами.	Ежедневно Ежедневно 1 раз в неделю Ежедневно
<b>2. Контроль объемов потребления топлива</b>			
1.	Борт используемых судов	Контроль объема использованного топлива	ежедневно
<b>3. Контроль ведения судовых журналов</b>			
1.	Участвующие в работе суда	Контроль ведения журналов «Журнал операций с мусором», «Журнал нефтяных операций», «Журнал операций со сточными водами»	ежедневно
<b>4. Контроль соблюдения природоохранных мер</b>			
1.	Участвующие в работе суда	Контроль соблюдения природоохранных мер запланированных в документации.	ежедневно

По результатам выполнения программы производственного экологического контроля будет разработан детальный отчет, содержащий как минимум:

- объемы и график выполненных работ;
- описание применяемых методов контроля;
- информацию о результатах контроля;
- анализ реального воздействия планируемых работ на окружающую среду.

Помимо этого, производственный экологический контроль предполагает проверку всего комплекта документации по организации природоохранной деятельности и нормативно-правовому обеспечению природопользования при

осуществлении любых видов работ по разведке и добыче углеводородного сырья, а также соблюдение нормативов и реализацию мероприятий заложенных в следующую документацию:

- организационная документация по структуре экологического управления (организации экологических служб, лица ответственные за соблюдение экологических требований, документы, подтверждающие квалификацию персонала в области охраны окружающей среды);
- документация по организации природоохранной деятельности (планы мероприятий в области охраны окружающей среды, планы мероприятий предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций);
- правоустанавливающая, разрешительная документация и документация, регламентирующая процесс природопользования:
  - документы на изъятие природных ресурсов;
  - документы по обращению с отходами производства и потребления;
  - документы по охране атмосферного воздуха от загрязнения;
  - документы по охране поверхностных вод от загрязнения.
- документация, подтверждающая соблюдение законодательства в сфере платежей за негативное воздействие на окружающую среду, налогов, сборов за пользование природными ресурсами (расчеты платы за негативное воздействие, расчеты компенсационных мероприятий, документы, подтверждающие внесение платежей).

### **13.2. ПРОГРАММА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

В процессе реализации программы инженерно-геологических изысканий планируется осуществлять экологический мониторинг с целью:

- выполнения требований действующего природоохранного законодательства Российской Федерации;
- обеспечения экологической безопасности производственного персонала;
- сохранения природной среды морской акватории в районе проведения работ.

Задачи производственного экологического мониторинга:

- осуществление наблюдений за техногенным воздействием на компоненты природной среды и экосистемы в целом;
- качественный и количественный контроль состояния компонентов окружающей природной среды и экосистем, при осуществлении любой хозяйственной деятельности, в том числе при разведке и добыче углеводородного сырья на шельфе морей;
- анализ и обработка полученных в процессе мониторинга данных;
- выявление зон экологического риска;
- комплексная оценка изменений состояния компонентов природной среды в результате техногенных воздействий.

Результаты производственного экологического мониторинга используются для:

- контроля соответствия состояния компонентов природной среды санитарно-гигиеническим и экологическим нормативам;
- прогнозирования возможных изменений состояния компонентов окружающей среды на основе выявленных тенденций;
- контроля выполнения и эффективности принятых мероприятий по сохранению и восстановлению состояния окружающей природной среды;
- разработки и корректировки мероприятий по охране окружающей среды, рекомендаций и предложений по снижению и предотвращению негативного влияния осуществляемой деятельности на окружающую среду и ее компоненты.

Для выполнения работ по мониторингу должны привлекаться специализированные независимые Российские компании, имеющие соответствующие лицензии и опыт работ, соответствующую материально-техническую базу для выполнения программы работ по экологическому мониторингу на судах. Отбор исполнителей мониторинга производится на конкурсной основе.

Объектами мониторинга являются природные комплексы и их компоненты, оказывающиеся в зоне влияния технических объектов и реализующиеся в них потенциально негативные процессы.

Источниками загрязнения атмосферного воздуха являются двигатели и дизель-генераторы основного и вспомогательных судов. Работа двигателей судов в ходе проведения изысканий не отличается от их работы вне рамок данной работы (на перегонах), сами суда как источники загрязнения атмосферного воздуха ничем не отличаются от судов осуществляющих транспортные и другие функции в данном районе. Проведение мониторинга атмосферного воздуха непосредственно на судне не будет характеризовать воздействие на экосистему моря, мониторинг на удалении потребует привлечения дополнительного плавсредства, также имеющего источники выбросов с дополнительным воздействием на атмосферный воздух. В связи с этим проведение мониторинга атмосферного воздуха на используемом судне в ходе проведения инженерных изысканий нецелесообразно.

Работа судов в ходе изыскательских работ не отличается от их работы вне рамок данной работы (на перегонах), сами суда как источники загрязнения вод ничем не отличаются от судов, осуществляющих транспортные и другие функции в данном районе. В силу вышеизложенного, проведение расширенных гидрохимических исследований, кроме предусмотренных в рамках самих инженерных изысканий, а также наблюдений за влиянием работ на гидробионтов, также является нецелесообразным.

### **Гидрометеорологические условия**

Мониторинг гидрометеорологических параметров проводится в рамках самих инженерно-экологических изысканий (см. Программу инженерных изысканий).

### **Водная среда**

Мониторинг водной среды заключается в контроле состояния поверхности

моря.

При контроле состояния поверхности моря предусматриваются визуальные наблюдения с фиксацией наличия нефтяной пленки, пятен повышенной мутности, пены, плавающих отходов и т.п.

Мониторинг выполняется на основании действующих российских нормативных документов (ГОСТ 17.1.3.08-82, СанПиН 4631-88).

Мониторинг состояния поверхности моря проводится непрерывно, от времени начала работ до их прекращения.

### **Морские млекопитающие и птицы**

Визуальные наблюдения за морскими млекопитающими и птицами проводятся непрерывно, начиная с момента начала работ до ее окончания. Мониторинг необходим для своевременного обнаружения морских млекопитающих и птиц, появляющихся в опасной близости от зоны проведения работ и принятия мер по снижению воздействия на них

Посты мониторинга располагаются на открытой площадке, обеспечивающей наилучший обзор. Контролируемые параметры: виды, количество, поведение морских млекопитающих и птиц. Сектор обзора для одного наблюдателя должен быть не менее 180°. Полный сектор обзора двух наблюдателей - 360°.

Наблюдения проводятся в любую погоду, в светлое время суток и в ночное время с использованием приборов ночного видения. Оборудование, используемое каждым наблюдателем: бинокль (10-15х), GPS- навигатор, блокнот с бланками записи результатов мониторинга, средство связи с оператором сейсмоакустического источника, фото и/или видеокамера.

По результатам рейса составляется научный отчет, содержащий в обобщенном виде всю информацию, полученную наблюдателями (карту с маршрутом рейса, карту-схему распределения, численности и видового состава морских млекопитающих и птиц, особенности их поведения; к отчету должны быть приложены бланки наблюдений).

### **13.3. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

При проведении инженерных изысканий необходимо учитывать возможность аварийных ситуаций. К потенциально возможным аварийным ситуациям на исследовательских судах относятся: утечки вредных веществ (отходного масла, жидкого топлива), столкновения с другими судами и объектами.

Оперативный экологический мониторинг при возникновении аварийных ситуаций на акватории осуществляется в соответствии с утвержденными планами по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов.

Цель оперативного экологического мониторинга при возникновении чрезвычайных ситуаций - обнаружение предаварийных и аварийных ситуаций, контроль основных параметров состояния окружающей среды, оценка последствий чрезвычайной ситуации, а также разработка мероприятий по снижению уровня негативных экологических последствий. Главная задача при

организации действий в аварийной ситуации заключается в том, чтобы взять ситуацию под контроль и ограничить распространение негативных процессов, обеспечивая при этом безопасность персонала.

При проведении оперативного экологического мониторинга при возникновении чрезвычайных ситуаций, для оценки распределения и перемещения загрязняющих веществ в морской среде, привлекается расчетная и фактическая информация распределения полей течений в районе проведения работ и данные дистанционного мониторинга разлива нефти и нефтепродуктов.

В случае возникновения аварийной ситуации экологический мониторинг и контроль проводится по расширенной и учащенной программе. Перечень контролируемых метеорологических и океанографических параметров, а также конкретные особенности режима измерений и пробоотбора определяется видом и масштабами аварийной ситуации.

При разливах нефти и нефтепродуктов проводится учащенная (ежечасная или чаще) регистрация элементов, влияющих на распространение и трансформацию нефтяного пятна. Исследования осуществляются с момента начала аварии до полной ликвидации ее последствий.

На практике оперативный экологический мониторинг и контроль при ЧС включает проведение регулярных исследований с регистрацией следующих параметров:

- Метеорологические;
- Океанографические;
- Гидробиологические;
- Исследования объектов животного мира и морских птиц;
- Гидрохимические;
- Загрязнение атмосферного воздуха;
- Загрязнение льда;
- Загрязнение пляжной зоны.

При этом предлагается определять следующие характеристики аварийной ситуации:

- скорость поступления нефтепродуктов в море,
- продолжительность поступления нефтепродуктов в море,
- местоположение (координаты) места поступления нефтепродуктов на поверхность акватории,
- местоположение пятна загрязнения при его распространении на акватории,
- размеры, площадь пятна загрязнения,
- направление и скорость дрейфа пятна загрязнения,
- количество нефтепродуктов на поверхности моря,
- количество нефтепродуктов, поступивших в атмосферу,
- количество нефтепродуктов, поступивших в водную толщу,
- количество нефтепродуктов, осевших на морское дно.

После выполнения всех мероприятий по ликвидации ЧС проводится мониторинг последствий ЧС, для оценки негативного воздействия на атмосферный воздух, морские воды, донные отложения, прибрежные участки, на биоту, растительный и животный мир.

Все отчеты по результатам выполнения наблюдений за аварийными ситуациями включаются в общий отчет по результатам выполнения программы экологического мониторинга и передаются уполномоченным государственным природоохранным органам. Отчетные документы, формируемые по результатам экологического мониторинга, будут доступны для заинтересованной общественности.

#### **13.4. ФОРМА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

Для подготовки информации по результатам производственного экологического мониторинга и производственного контроля используются исходные материалы:

- сведения о фоновом состоянии окружающей среды;
- паспорта на технологическое оборудование;
- имеющиеся у организации разрешения на сбросы и выбросы загрязняющих веществ, нормативы образования отходов и лимиты на их размещение;
- разработанные природоохранные мероприятия, план по предотвращению чрезвычайных ситуаций и др.

Информационной основой являются:

- методики проведения наблюдений и измерений на конкретных источниках техногенного воздействия на окружающую среду;
- акты проверок мест временного накопления отходов,
- акты проверок соблюдения природоохранного законодательства на отдельных производственных участках и др.

За основу принимаются формы, принятые в государственных природоохранных органах и органах санитарно-гигиенического контроля, что позволяет систематизировать полученные результаты наблюдений и дает возможность сравнительного анализа с установленными для предприятия нормативами качества окружающей среды.

В рамках работ по производственному экологическому контролю составляется Акт выявленных нарушений экологических норм. Акт содержит описание выявленных экологических нарушений за отчетный период и описание всех ранее выявленных и не устраненных экологических нарушений на предшествующих этапах контроля с информацией об их устранении. В состав фиксируемых экологических нарушений необходимо включать информацию об отсутствии необходимой природоохранной документации у строительной организации.

## 14. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проект прокладки ПВОЛС по объекту «Строительство Арктической подводной кабельной системы», позволит улучшить условия связи и условия предоставления телекоммуникационных услуг в арктических и дальневосточных морях Российской Федерации. Поэтому программа изысканий, обеспечивающая возможность реализации такого проекта, будет одним из шагов по улучшения жизни населения этих регионов.

Для определения допустимых условий реализации проекта были проанализированы и приняты к действию требования законодательных документов, относящихся к международному праву, Российских законодательных и нормативных актов, регламентирующих условия проведения морских инженерных изысканий и направленных на охрану окружающей среды для предотвращения ее загрязнения. При этом были учтены граничные условия, определяющие возможность реализации проекта.

На стадии выполнения камерального проекта с различных позиций, в том числе экологических, были рассмотрены варианты прокладки кабеля, один из которых, как наиболее безопасный и приемлемый, был принят за основу в программы изысканий.

Результаты комплексной оценки различных видов воздействия на окружающую среду и природные ресурсы, согласно имеющемуся опыту, показали, что последствия негативных воздействий оцениваются как незначительные.

Проведение морских изысканий будет сопровождаться поступлением в атмосферу 9 загрязняющих веществ, валовый выброс которых составит 372,9 тонн. Основную массу выбросов составит азота диоксида – 143,6 тонн, оксида углерода – 133 тонны.

По результатам расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ установлено, что при ведении изысканий на прибрежных и глубоководных участках со стороны каждого из берегов максимальная приземная концентрация по всем загрязняющим вещества снижается до 1 ПДК и ниже до достижения берега: прибрежные участки – на расстояние 715 метров; глубоководные участки – на расстояние 1000 метров. Так как суда не подходят к берегам ближе, чем на 1000 метров на прибрежных участках и ближе, чем на 2000 метров на глубоководных участках, такое воздействие можно считать допустимым. Так же стоит отметить, что превышение концентрации в месте образования выбросов и для прибрежных и для глубоководных участков работе наблюдается лишь по диоксиду азота и группе суммации (азота диоксид, сера диоксид), по всем остальным загрязняющим веществам концентрации находятся на уровне 0,22-0,77 ПДК.

Общий объем потребления воды за весь период ведения исследовательских работ составит 11588386,5 м<sup>3</sup>, в том числе на охлаждение двигателей судов - 11583000 м<sup>3</sup>, на хозяйственно-бытовые нужды экипажа судов – 5386,5 м<sup>3</sup>. Общий объем водоотведения за весь период ведения исследовательских работ составит 11241706,5 м<sup>3</sup>, в том числе от охлаждения двигателей судов - 11236320 м<sup>3</sup>, хозяйственно-бытовые сточные воды на судах – 5386,5 м<sup>3</sup>.

Общее количество отходов, образующееся при проведении изыскательских работ, составит: 867,64 тонн (15 видов), из них, отходы I класса опасности - 0,01756 тонн (1 вид); отходы II класса опасности – 1,1979 тонн (1 вид); отходы III класса опасности – 508,312 тонн (8 видов); отходы IV класса опасности – 336,7



тонн (4 вида); отходы V класса опасности – 12,5 тонн (1 вид). Основной объем образования отходов приходится на III класс опасности (воды подсланевые и/или льяльные с содержанием нефти и нефтепродуктов 15% и более).

Намечаемые работы не затрагивают особо охраняемые природные территории, включая их акваторию.

Для планируемых к использованию профилографа Innomar SES2000 Medium-100) достоверные данные о возможности нанесения вреда планктонным организмам отсутствуют. Проведенный расчет показывает, что мощность импульса составит 6,6 Дж, что в 30 раз меньше, чем энергия импульса для «пингера» (наиболее слабого источника, для которого рассчитывается ущерб ВБР) и более чем в 15 раз ниже предела указанного в методике по расчету ущерба водным биоресурсам.

То, что для используемых профилографов Innomar SES2000 Medium-100) по имеющимся данным исследований характерно отсутствие воздействия на водные биоресурсы и их кормовую базу, что подтверждается согласованием Росрыболовства по Программе инженерных изысканий по объекту «Строительство ПВОЛС Южно-Сахалинск – Курильск – Южно-Курильск – Крабозаводское», где использовались аналогичные профилографы (согласование № 1892-ПС/У02 от 31.03.2017, письмо ФГБНУ «СахНИРО» от 06.03.2017 № 07-858). Таким образом, расчет ущерба водным биоресурсам от данного вида деятельности не производится, компенсационные мероприятия по компенсации ущерба водным биоресурсам не требуется.

В работе рассмотрена и проанализирована вероятность риска аварийных ситуаций при производстве изыскательских работ. Прогнозируемый уровень риска, связанный с работой судов, согласно проведенной оценке, относится к области малых рисков с допустимым уровнем вероятности.

Подготовлены предложения по программе экологического мониторинга и производственного экологического контроля.

**Вывод:** на основании проведенных исследований по оценке воздействия на окружающую среду по программе инженерных изысканий по объекту «Строительство Арктической подводной кабельной системы» в российских территориальных водах и исключительной экономической зоне, можно сделать вывод о незначительных или слабых кратковременных обратимых и локализованных негативных воздействиях на окружающую среду в ходе изыскательских работ.

Принятый настоящей программой вариант производства работ по изысканиям для прокладки линии связи экологически обоснован и целесообразен.