



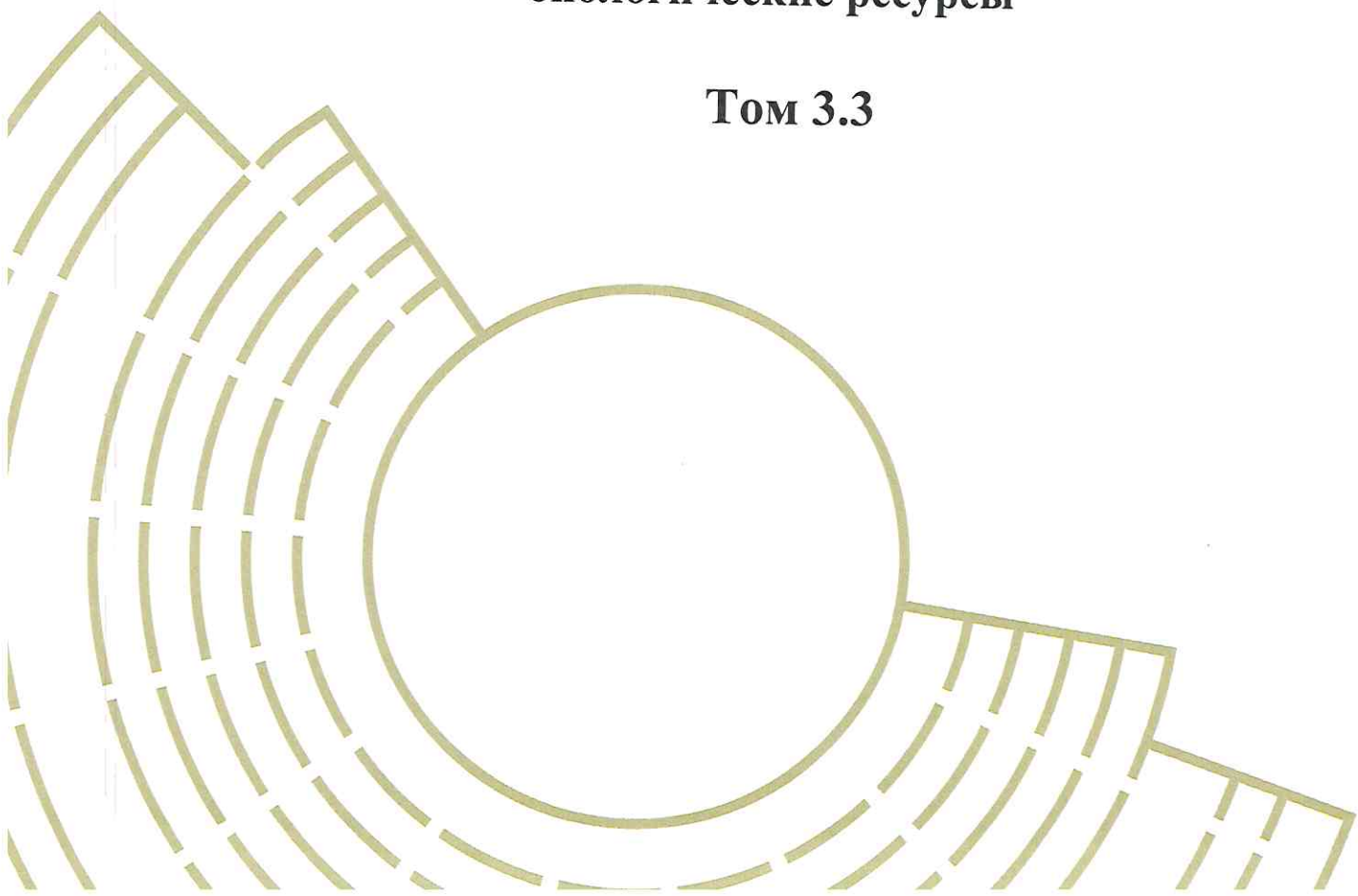
ИКТИН ГРУПП

**Материалы обоснования хозяйственной деятельности  
ООО «ПТП» во внутренних морских водах,  
территориальном море РФ в границах акватории  
морского порта Приморск  
(Финский залив, пролив Бьёркезунд)**

**ОБОСНОВЫВАЮЩАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 3 Оценка воздействия на окружающую  
среду**  
**Подраздел 3 Оценка воздействия на водные  
биологические ресурсы**

**Том 3.3**



Экз. № \_\_\_\_\_

**Материалы обоснования хозяйственной деятельности  
ООО «ПТП» во внутренних морских водах,  
территориальном море РФ в границах акватории  
морского порта Приморск  
(Финский залив, пролив Бьёркезунд)**

**ОБОСНОВЫВАЮЩАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 3 Оценка воздействия на окружающую  
среду**

**Подраздел 3 Оценка воздействия на водные  
биологические ресурсы**

**Том 3.3**

**Генеральный директор  
ООО «ПТП»**



М.п.

**С.В. Волынец**

**Заместитель  
Генерального директора  
ООО «ИКТИН ГРУПП»**



М.п.

**Дата 21.04.2022 г.**

**М.Э. Чеботарева**

**Состав документации «Материалы обоснования хозяйственной деятельности ООО «ПТП» во внутренних морских водах, территориальном море РФ в границах акватории морского порта Приморск (Финский залив, пролив Бьёркезунд)»**

- |                |  |
|----------------|--|
| <b>Том 1</b>   | <b>Раздел 1. Пояснительная записка</b>   |
| <b>Том 2</b>   | <b>Раздел 2. Организация хозяйственной деятельности и применяемые технологии</b>   |
| <b>Том 3.1</b> | <b>Раздел 3. Оценка воздействия на окружающую среду.<br/>Подраздел 1. Сводные результаты ОВОС</b>                            |
| <b>Том 3.2</b> | <b>Раздел 3. Оценка воздействия на окружающую среду.<br/>Подраздел 2. Атмосферный воздух</b>                                 |
| <b>Том 3.3</b> | <b>Раздел 3. Оценка воздействия на окружающую среду.<br/>Подраздел 3. Оценка воздействия на водные биологические ресурсы</b> |

# Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>6</b>
Цели и задачи работы	6
Сведения об организации-разработчике	8
<b>1 ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩЕГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Фитопланктон</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Зоопланктон</b>	<b>13</b>
<b>1.3 Зообентос</b>	<b>14</b>
<b>1.4 Фитобентос</b>	<b>16</b>
<b>1.5 Ихтиопланктон</b>	<b>16</b>
<b>1.6 Ихтиофауна</b>	<b>17</b>
<b>1.7 Морские млекопитающие</b>	<b>18</b>
<b>2 ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАНИРУЕМОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ</b>	<b>22</b>
<b>2.1 В режиме повседневной деятельности (штатная ситуация)</b>	<b>23</b>
<b>2.2 В режиме чрезвычайной ситуации (аварийный разлив нефтепродуктов)</b>	<b>32</b>
<b>2.3 Влияние нефтепродуктов на водные организмы и их сообщества</b>	<b>34</b>
<b>3 РАСЧЕТ УЩЕРБА, НАНОСИМОГО ВОДНЫМ БИОРЕСУРСАМ</b>	<b>36</b>
<b>3.1 В штатной ситуации</b>	<b>37</b>
3.1.1 Расчет ущерба водным биоресурсам от снижения продуктивности фитопланктона	37
3.1.2 Расчет ущерба водным биоресурсам от гибели зоопланктона	37
3.1.3 Расчет ущерба водным биоресурсам от гибели икры и личинок рыб	39
3.1.4 Расчет ущерба водным биоресурсам вследствие гибели зообентоса	39
3.1.5 Общий ущерб, причиненный водным биоресурсам в результате аварии	44
3.1.6 Компенсационные мероприятия и определение затрат на их выполнение	45
<b>3.2 В режиме чрезвычайной ситуации (аварийный разлив нефтепродуктов)</b>	<b>47</b>
<b>4 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ</b>	<b>48</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>50</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	<b>52</b>



<b>Приложение 1. Заключение Федерального агентства по рыболовству</b>	<b>53</b>
<b>Приложение 2. Моделирование распространения взвеси</b>	<b>60</b>
<b>Приложение 3. Прейскурант цен на поставку объектов аквакультуры Северо-Западного филиала ФГБУ «Главрыбвод»</b>	<b>88</b>
<b>Приложение 4. Библиография</b>	<b>90</b>

## Введение

### Цели и задачи работы

В соответствии с п. 2 ст. 34 Федерального закона РФ от 31 июля 1998 г. № 155-ФЗ «О внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне Российской Федерации», все виды хозяйственной и иной деятельности во внутренних морских водах и в территориальном море могут осуществляться только после получения положительного заключения государственной экологической экспертизы. В соответствии с п. 3 ст. 34 Федерального закона РФ от 31 июля 1998 г. № 155-ФЗ, документация, обосновывающая планируемую хозяйственную и иную деятельность во внутренних морских водах и в территориальном море РФ, является объектом государственной экологической экспертизы.

Хозяйственная деятельность ООО «ПТП» планируется к осуществлению на акватории морского порта Приморск, который в соответствии с п. 1 ст. 1 Федерального закона РФ от 31 июля 1998 г. № 155-ФЗ относится к внутренним морским водам Российской Федерации.

Настоящая документация, обосновывающая хозяйственную деятельность, подлежит обязательной государственной экологической экспертизе. В соответствии с п. 7 ст. 11 Федерального закона РФ от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе», разрабатываемая документация является объектом государственной экологической экспертизы федерального уровня.

Целями разработки материалов экологического обоснования хозяйственной и иной намечаемой деятельности применительно к эксплуатации объектов морского транспорта являются:

- определение видов и интенсивности воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду;
- оценка воздействия намечаемой деятельности на все компоненты окружающей среды, включая оценку воздействия планируемой деятельности на биоресурсы и среду их обитания;
- анализ результатов оценки воздействия намечаемой деятельности;
- предложения мероприятий по уменьшению и предотвращению возможных воздействий намечаемой деятельности на компоненты окружающей среды;
- установление размеров природоохранных платежей за негативное воздействие на окружающую среду и компенсационных выплат.

Основными **задачами** материалов экологического обоснования являются:

- определение характеристик намечаемой хозяйственной и иной деятельности и возможных альтернатив (в том числе отказа от деятельности);
- техническое описание технологий, применяемых при осуществлении хозяйственной деятельности;
- анализ состояния территории, на которую может оказать влияние намечаемая хозяйственная и иная деятельность (состояние природной среды, наличие и характер антропогенной нагрузки и т.п.);
- выявление возможных воздействий намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду с учетом альтернатив;
- оценка воздействий на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности;
- определение мероприятий, уменьшающих, смягчающих или предотвращающих негативные воздействия, оценка их эффективности и возможности реализации;
- оценка значимости остаточных воздействий на окружающую среду и их последствий;
- сравнение по ожидаемым экологическим и связанным с ними социально-экономическим последствиям рассматриваемых альтернатив, в том числе варианта отказа от деятельности, и обоснование варианта, предлагаемого для реализации;

- разработка предложений по программе экологического мониторинга и контроля на всех этапах реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности;
- разработка рекомендаций по проведению последующего анализа реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности.

Сведения, характеризующие обосновывающие хозяйственную деятельность ООО «ПТП» во внутренних морских водах, территориальном море РФ в границах акватории морского порта Приморск (Финский залив, пролив Бьёркезунд) приводятся в Томе 1 настоящей документации «Пояснительная записка».

Организация хозяйственной деятельности и применяемые технологии ООО «ПТП» во внутренних морских водах, территориальном море РФ в границах акватории морского порта Приморск (Финский залив, пролив Бьёркезунд) приводятся в Томе 2 настоящей документации «Организация хозяйственной деятельности и применяемые технологии».



ООО «ИКТИН ГРУПП»  
ОГРН 1186196017930  
ИНН 6164121358

344002 / г. Ростов-на-Дону / ул. Обороны 42Б,  
5 этаж, бизнес-центр «Центральный»  
8-800-511-66-74 / [www.iktingroupp.ru](http://www.iktingroupp.ru)

## СВЕДЕНИЯ О РАЗРАБОТЧИКЕ

Наименование организации-разработчика проекта:	ООО «ИКТИН ГРУПП»
ИНН	614121358
ОГРНИП	1186196017930
Почтовый адрес предприятия-разработчика проекта:	344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Обороны, 42Б, 5 этаж, комн. 1-5
Телефон/факс:	8(800)511-66-74
Электронный адрес:	<a href="mailto:info@iktingroupp.ru">info@iktingroupp.ru</a>

Заместитель Генерального директора  
ООО «ИКТИН ГРУПП»



М.Э. Чеботарёва

# **1 Характеристика существующего состояния водных биологических ресурсов**



Характеристика современного состояния водных биологических ресурсов и динамика их изменений в отдельные периоды исследований приведена по результатам анализа опубликованных и фондовых материалов, а также результатом ранее проведенных исследований в районе работ [11-20].

## 1.1 Фитопланктон

Фитопланктон Финского залива обеднен из-за солености, которая ограничивает развитие как морских, так и пресноводных видов. Разнообразие и биомасса фитопланктона уменьшаются с востока на запад. Его динамика носит выраженный сезонный характер. Массовое развитие фитопланктона происходит в весенний, летний, иногда осенний периоды. Наиболее важным в экологическом плане является летний пик, связанный с увеличением сине-зеленых водорослей.

Для Финского залива отмечено более 300 видов и форм водорослей, из которых наиболее разнообразными являлись зеленые (141 вид), диатомовые (73 вида) и синезеленые (48 видов). В настоящее время большинство видов составляют олигосапробы – 88,7%, на долю мезо- и полисапробов приходится 11,3%.

Сезонный ход развития фитопланктона Финского залива, как и для Балтики в целом, определяется температурным режимом, освещенностью и поступлением питательных веществ, в первую очередь с речным стоком. Поэтому максимум развития фитопланктона

приходится на весенне-летнее время. В летний период, особенно в мелководных районах, в фитопланктоне возрастает доля синезеленых из рода *Ascillatoria*, а также некоторых хлорококковых. Эти виды в июне-июле создают более 90% численности и до 80-90% биомассы. В глубоководном районе в летний период ведущая роль также принадлежит сине-зеленым водорослям, составляющим более 70% общей биомассы фитопланктона.

Совместное доминирование сине-зеленых и зеленых водорослей является характерной чертой для структуры летнего и осеннего фитопланктона Выборгского залива и других районов восточной части Финского залива. В последние годы из этих двух групп преобладающими являются сине-зеленые водоросли (цианобактерии). Зеленые водоросли по значимости роли, играемой в планктоне, постепенно отходят на второй план, тем более что осенью их разнообразие стремительно сокращается, в то время как сине-зеленые продолжают расти.

Фитопланктон пролива Бьеркезунд включает более 80 видов, относящихся преимущественно к пяти отделам: зелёным, синезелёным, диатомовым, криптофитовым и динофитовым. Развитие фитопланктона носит ярко выраженный сезонный характер. На протяжении вегетационного периода доминируют не более двух десятков видов, сменяющих друг друга в ходе сезонной сукцессии. Биомасса фитопланктона имеет несколько пиков (весенний, летний и иногда менее интенсивный осенний). Весенняя вспышка фитопланктона наблюдается в конце апреля – начале мая. Она начинается массовым развитием диатомовых водорослей, составляющих в это время до 98 % общей биомассы фитопланктона. Позже интенсивно развиваются динофиты, значение которых особенно велико в глубоководном районе, где они могут образовывать до 85-95 % биомассы водорослей. На большей части акватории по численности преобладают нитчатые синезелёные водоросли *Planktothrix agardhii*, *Anabaena flos-aquae*, *Planctolyngbya subtilis* и *Limnothrix planctonica*. Показатели биомассы фитопланктона варьируют от 1,0 до 2,3 г/м<sup>3</sup>. На большей части акватории пролива по биомассе доминируют синезелёные водоросли, составляя от 87 до 92 % от общей. Летом, при максимально высоких значениях температуры воды, численность фитопланктона превышает 860 млн кл./л, а биомасса на мелководье достигает 11 г/м<sup>3</sup>. В июле-августе 1999-2003 гг. в Выборгском заливе и в проливе Бьеркезунд были отмечены максимальные для восточной части Финского залива значения (более 400 мг/м<sup>3</sup>) суммарной биомассы потенциально токсичных азотофиксирующих синезелёных водорослей.

На большей части акватории по численности преобладают нитчатые синезелёные водоросли *Planktothrix agardhii*, *Anabaena flos-aquae*, *Planctolyngbya subtilis* и *Limnothrix planctonica* [19].

Показатели биомассы фитопланктона варьируют от 1,0 до 2,3 г/м<sup>3</sup>. На большей части акватории пролива по биомассе доминируют синезелёные водоросли, составляя от 87 до 92 % от общей. Летом, при максимально высоких значениях температуры воды, численность фитопланктона превышает 860 млн. кл./л, а биомасса на мелководье достигает 11 г/м<sup>3</sup>. В июле-

августе 1999-2003 годов в Выборгском заливе и в проливе Бьеркезунд были отмечены максимальные для восточной части Финского залива значения (более 400 мг/м<sup>3</sup>) суммарной биомассы потенциально токсичных азотофиксирующих синезелёных водорослей.

По данным инженерно-экологических изысканий, проведенных на соседнем участке акватории в первой декаде мая 2018 г. в составе сообщества фитопланктона обследованной акватории обнаружено 30 видов, относящихся к 6 крупным таксономическим группам [12]:

- Диатомовые водоросли (отд. Ochrophyta (Bacillariophyceae)) – 13 видов;
- Перидиниевые водоросли (отд. Dinophyta) – 6 видов;
- Зелёные водоросли (отд. Chlorophyta) – 6 видов;
- Сине-зелёные водоросли (отд. Cyanobacteria) – 3 вида;
- КRYPTOFITОВЫЕ водоросли (отд. Cryptophyta) – 1 вид;
- ЭВГЛЕНОВЫЕ водоросли (отд. Euglenophyta) – 1 вид.

Микрофитоценоз исследованного района представлен в большей степени неритическим комплексом видов, с выраженным преобладанием перидиней по численности и биомассе в поверхностном и промежуточном горизонтах и диатомей – в придонном. Большой вклад в общую численность фитопланктона верхних водных слоёв вносили также цианобактерии. Средняя численность микроводорослей в поверхностном горизонте составила 1894±380,95 млн экз./м<sup>3</sup>, в промежуточном горизонте – 1527,67±430,87 млн экз./м<sup>3</sup>, в придонном 251,33±59,13 млн экз./м<sup>3</sup>. Биомасса фитопланктона в поверхностном слое составила в среднем 6,14±1,52 г/м<sup>3</sup>, в промежуточном слое – 3,82±0,99 г/м<sup>3</sup>, в придонном – 0,46±0,12 г/м<sup>3</sup>. Такие относительно высокие показатели численности и биомассы являются нормальными для мезотрофного водоёма. Наибольшую долю в численность и биомассу вносили водоросли космополитического вида *Peridiniella catenata*, что характерно для этого региона в мае.

Количество видов фитопланктона в поверхностном слое в среднем составило 9±5 вида, в промежуточном слое – 11±4 вида, в придонном – 6±1 вида. Значение индекса видового разнообразия Шеннона составило в среднем 0,96±0,54 бит для поверхностного горизонта, 1,13±0,31 бит для промежуточного горизонта и 1,26±0,17 бит для придонного горизонта отбора проб. Индекс видового разнообразия Шеннона был нормирован между 0 и 1. Мера разнообразия Пилу в среднем составила 0,47±0,19 для поверхностного слоя, 0,51±0,09 для промежуточного и 0,72±0,11 для придонного. Невысокие показатели видового разнообразия связаны с массовым развитием трёх доминирующих видов: перидиней *Peridiniella catenata* и цианобактерий *Oscillatoria* sp. у поверхности и в толще воды, а у дна – диатомей *Pauliella taeniata*. Такое распределение микрофитов говорит о начале весенне-летнего «цветения», связанного в большей степени с интенсивным солнечным прогревом верхних водных слоёв.

В ходе проведения инженерно-экологических изысканий на участке работ осенью 2020 г. в фитопланктоне выявлено 17 видов водорослей из 5 отделов: зелёные – 8, охрофитовые – 5 (диатомовые), синезелёные – 2, эвгленовые – 1 криптофитовые – 1, представленные в таблице 1.

**Таблица 1 – Результаты исследования фитопланктона в ноябре 2020 г.**

Таксон	Численность, млн.кл. в 1 м <sup>3</sup>	Биомасса, г/м <sup>3</sup>
<b>Ochrophyta</b>		
<b>Bacillariophyceae</b>		
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	3,55	0,01625
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	42,58	0,10517
<i>Chaetoceros subtilis</i> var. <i>Subtilis</i>	35,48	0,00266
<i>Coscinodiscus</i> sp.	4,26	0,10006
<i>Fragilaria crotonensis</i>	7,10	0,02924
<b>Chlorophyta</b>		
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	42,58	0,00660
<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lagerheim) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald (syn. <i>Scenedesmus</i> )	3,55	0,00228

denticulatus Lagerheim)		
Desmodesmus serratus (Scenedesmus serratus)	14,19	0,00738
Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová	102,90	0,00823
Oocystis sp.	21,29	0,00400
Scenedesmus ellipticus Corda	24,84	0,00084
Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson	35,48	0,00181
Tetraëdron caudatum (Corda) Hansgirg	4,61	0,00495
Cyanophyta		
Oscillatoria sp.	74,52	0,00164
Snowella lacustris (Chodat) Komárek & Hindák (Gomphosphaeria lacustris Chodat)	1021,94	0,04599
Cryptophyta		
Cryptomonas sp.2	11,35	0,00454
Euglenophyta		
Euglena sp. 2	12,06	0,00332
Итого	1462,29	0,34497

Наибольшим видовым разнообразием отличаются зелёные водоросли (47% от всех встреченных видов), охрофитовые водоросли (29% от всех встреченных видов) и синезелёные водоросли (11,7% от всех встреченных видов). Представители этих трёх групп составляют основную биомассу фитопланктона. Общая биомасса водорослей невелика - 0,345 г/м<sup>3</sup>. Наибольшее число клеток в планктоне отмечено у двух видов *Snowella lacustris* из отдела синезелёные водоросли и *Monoraphidium contortum* из отдела зелёные водоросли. Эвгленовые представлены одним видом из рода *Euglena*, криптофитовые тоже всего одним видом из рода *Cryptomonas*. Клетки этих двух видов встречаются редко и вносят малый вклад в общую биомассу фитопланктона. Все встреченные виды водорослей являются планктонными формами.

Малое число видов водорослей и биомасса фитопланктона характерна для осеннего периода исследованной акватории.

В ядре ихтиофауны отсутствуют виды, питающиеся фитопланктоном.

#### *Хлорофилл «а»*

Среди всех пигментов, содержащихся в фотосинтетическом аппарате водорослей фитопланктона, хлорофилл «а» играет самую важную роль в процессе фотосинтеза. Информация о концентрации хлорофилла «а» и ее изменчивости в водном объекте показательна при оценке запасов биомассы фитопланктона также является индикатором загрязнения вод.

По данным спутниковых съёмок NASA Ocean Color оптического диапазона спектрорадиометров MODIS-Aqua [17] на период с 2016 по 2017 г. в северо-восточной части Финского залива значения концентрации хлорофилла «а» колебались в среднем от 10 до 20 мг/м<sup>3</sup> в отдалении от берега и от 30 до 40 мг/м<sup>3</sup> в прибрежной части.

Наибольшие показатели концентрации хлорофилла «а» были присущи распреснённым участкам в районах Выборгского залива, Невской губы и пролива Бьеркезунд.

В 2018 г. на соседнем участке акватории в первой декаде мая в среднем, концентрация хлорофилла «а» по горизонтам пробоотбора составила 18,3±3,6 мг/м<sup>3</sup> в поверхностном, 17,3±6,2 мг/м<sup>3</sup> в промежуточном и 5,2±0,7 мг/м<sup>3</sup> в придонном слое.

Высокие концентрации хлорофилла «а» в исследованном районе связаны с обильным цветением динофитовой водоросли *Peridiniella catenata* в период пробоотбора и подтверждают количественные данные, полученные при исследовании сообщества фитопланктона. Распределение количественных показателей фитопланктона по станциям пробоотбора и

горизонтам отбора проб в целом совпадает с распределением концентрации хлорофилла «а» в воде.

## 1.2 Зоопланктон

В целом, зоопланктон восточной части Финского залива характеризуется чрезвычайной изменчивостью как в пространстве, так и во времени [18]. Сезонная динамика биомассы зоопланктона обычно имеет выраженный весенне–раннелетний пик, спад в середине лета (июль), обусловленный активным выеданием зоопланктона рыбой, и небольшим подъёмом к осени. Межгодовые флуктуации численности и биомассы сообщества определяются главным образом климатическим фактором, в отдельные годы – появлением урожайных поколений рыб, молодь которых питается зоопланктоном. Распределение зоопланктона по акватории губы в целом во многом зависит от динамики водной массы, в частности имеют место сгонно-нагонные явления, которые нередко обуславливают неравномерность распределения зоопланктона.

Зоопланктон пролива Бьеркезунд включает виды, относящиеся преимущественно к пресноводным формам [19]. Из солоноватоводных форм отмечены *Eurytemora hirundoides*, *Idyaea furcata* и *Acartia clausi*. Группу массовых видов составляют пресноводные *Mesocyclops leuckarti*, *M. Oithonoides*, *Eurytemora lacustris*, виды из родов *Daphnia* и *Bosmina* и солоноватоводные *E. hirundoides* и *Acartia clausi*. В группу массовых видов входят также коловратки из родов *Synchaeta* и *Keratella*, численность которых в отдельные годы достигает высоких значений.

По данным природоохранного атласа российской части Финского залива, основными летними комплексами доминирующих видов на исследуемой акватории являются *Nauplii + Mesocyclops oithonoides + Chydorus sphaericus* и *Nauplii + Mesocyclops oithonoides + Eurytemora affinis* [20].

В мелководной зоне (на участках с глубиной до 5 м) зоопланктон представлен исключительно пресноводными видами. Численность зоопланктона варьирует значительно, составляя от 140 до 293 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Показатель биомассы составляет от 1,83 до 3,65 г/м<sup>3</sup> и в среднем для всей зоны равен 2,74 г/м<sup>3</sup>.

Участки акватории с глубиной более 5 м по видовому составу зоопланктона отличаются от мелководий наличием солоноватоводных форм. Доминантами сообщества здесь служат циклопы (*Mesocyclops*), кодоминантами – крупные копеподы *Eurytemora*, а на глубинах более 20 м – и *Limnocalanus*, тогда как роль кладоцер на этом уровне существенно снижена. Численность зоопланктона составляет от 69 до 118 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Значение биомассы зоопланктона варьирует от 0,44 до 1,47 г/м<sup>3</sup>, а в среднем для данной зоны глубин составляет 0,80 г/м<sup>3</sup> [12].

В 2018 г. на соседнем с изыскиваемым участке акватории в первой декаде мая в составе зоопланктона обнаружен 21 вид и надвидовой таксон, относящийся к 5 группам [12]. Голопланктон представлен следующими таксонами:

- Веслоногие ракообразные (*Copepoda*) – 8 видов;
- Ветвистоусые ракообразные (*Cladocera*) – 3 вида;
- Коловратки (*Rotifera*) – 8 видов.

Меропланктон представлен личинками усонюгих раков (*Cirripedia*) и полихет (*Polychaeta*). Доля таксонов меропланктона составила 10 % от общего количества видов. Общая численность зоопланктона в зависимости от станции варьировала в пределах от 1687 до 6786 экз./м<sup>3</sup>. Общая биомасса зоопланктона в исследованной акватории нефтеналивного причала изменялась в пределах от 63,2 до 136,2 мг/м<sup>3</sup> [12].

Осенью 2020 г. в зоопланктоне на участке работ обнаружено 9 видов и таксонов более высокого ранга, относящиеся к коловраткам – 1 вид, ветвистоусым ракообразным – 1 вид, веслоногим ракообразным – 6 видов и личинки полихет *Marenzelleria neglecta* (таблица 2) [12].

**Таблица 2 – Результаты исследования зоопланктона в ноябре 2020 г.**

Таксон	Численность, экз./м <sup>3</sup>	Биомасса, мг/м <sup>3</sup>
Rotifera		
<i>Keratella quadrata</i>	6,87	0,0044

Cladocera		
<i>Bosmina longirostris</i>	5,72	0,0401
Copepoda		
Calanoida		
<i>Eurytemora affinis</i>	40,06	4,5266
<i>Eurytemora hirundoides</i>	5,72	0,6524
<i>Eurytemora</i> cop.	738,22	27,3142
<i>Limnocalanus macrurus</i>	3,43	0,3949
<i>Acartia clausi</i>	3,43	0,3846
nauplii	3,43	0,0034
Cyclopoida		
copepodites ( <i>Mesocyclops leuckartii</i> )	88,13	0,7932
Harpacticoida n/det	9,16	0,1529
Polychaeta larvae ( <i>Marenzelleria neglecta</i> )	48,07	0,0481
Итого:	952,25	34,31

По численности и биомассе абсолютным доминантом является веслоногие рачки р. *Eurytemora*, составляющие 82% по численности и 93,8% по биомассе от общих показателей. На втором месте с большим отрывом находятся копеподиты циклопов, скорее всего, *Mesocyclops leuckartii*.

Общая численность и биомасса зоопланктона очень низка – 952 экз./м<sup>3</sup> и 34,31 мг/м<sup>3</sup> соответственно.

Для расчета прогнозируемого ущерба рыбным запасам принят показатель биомассы по зоопланктону равным  $(0,136+0,034)/2=0,085$  г/м<sup>3</sup>.

### 1.3 Зообентос

Зообентос восточной части Финского залива представлен более чем 90 видами, что свидетельствует о сравнительно высоком видовом разнообразии [18]. Основу зообентоценозов составляют олигохеты, личинки хирономид и моллюски. В сезонной

динамике количественных показателей зообентоса отмечается один пик численности, который обычно приходится на начало-середину лета – период размножения животных и появления молоди и два пика биомассы, приходящиеся на позднеосенний и ранневесенний периоды, в середине лета происходит снижение, а в дальнейшем постепенное нарастание биомассы по мере роста организмов к осени.

Зообентос пролива Бьеркезунд в районе порта Приморск в основном представлен пресноводными формами: олигохетами, личинками хирономид и др., встречающимися повсеместно [19]. Солоноватоводные виды (*Macoma baltica*, *Polychaeta*) и ледниковые реликты (*Monoporeia affinis* и *Saduria entomon*) встречаются лишь на отдельных участках.

По данным природоохранного атласа российской части Финского залива, основными летними комплексами доминирующих видов на исследуемой акватории являются *Oligochaeta* var. + *Chironomidae* var. и *Macoma baltica* [20].

Большинство видов, населяющих пролив Бьеркезунд, относится к псаммо- и псаммопелофильной фауне и предпочитают участки с проточной водой (*Rheotanytarsus pentapoda*, *Micropsectra* gr. *praecox*, *Polypedilum breviantennatum* и др.). Однако количественные показатели зообентоса в целом определяют пелофильные виды, населяющие илы (*Chironomus plumosus*, *Procladius ferrugineus*, *Limnochironomus* gr. *tritonus* и *Polychaeta*).

В мелководной зоне (на участках с глубиной до 5 м) зообентос характеризуется



преобладанием олигохет и личинок хирономид. Последние представлены *Micropsectra gr. praecox*, *Cladotanytarsus gr. mancus*, *Cryptochironomus gr. defectus* и *Procladius ferrugineus*. Численность зообентоса в данной зоне варьирует от 0,5 до 1,0 тыс. экз./м<sup>2</sup>, в среднем составляя 0,77 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Показатель общей биомассы зообентоса изменяется от 0,1 до 0,3 г/м<sup>2</sup>, при средней величине 0,21 г/м<sup>2</sup>. Весь бентос является кормовым для рыб. По численности и по биомассе на большей части исследуемой акватории доминируют личинки хирономид [12].

В зоне с глубинами более 5 м основу донных сообществ составляют олигохеты и два вида хирономид: *Chironomus plumosus* и *Procladius ferrugineus*. Единично встречаются моллюски *Mascoma baltica* и ракообразные *Monoporeia affinis*. Численность глубоководного бентоса варьирует от 1,6 до 3,2 тыс. экз./м<sup>2</sup>, составляя в среднем 2,52 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Его общая биомасса колеблется от 1,0 до 15,75 г/м<sup>2</sup>. Средняя величина кормового зообентоса (без крупных моллюсков) составляет 5,67 г/м<sup>2</sup>. По численности доминируют олигохеты, по биомассе – личинки хирономид (крупные экземпляры *Chironomus plumosus*) [12].

В первой декаде мая 2018 г. в районе нефтеналивного причала в г. Приморска было обнаружено 9 видов и таксонов более высокого порядка донной макрофауны, относящихся к следующим крупным группам [12]:

- высшие раки (кл. Malacostraca) – 3 вида;
- насекомые (кл. Insecta (Diptera)) – 3 вида;
- кольчатые черви (тип Annelida) – 2 вида;
- двустворчатые моллюски (кл. Bivalvia) – 1 вид.

Средняя численность донной макрофауны на станциях изменялась в пределах от 853±324 до 4160±1049 экз./м<sup>2</sup>. Средние значения биомассы изменялись в пределах от 8,43±3,43 до 308,00±246,01 г/м<sup>2</sup>.

Альфа-разнообразие макробентоса на рассматриваемой акватории было невелико и варьировалось в диапазоне от 4 до 7 видов, приходящихся на каждую станцию, при среднем значении 4,8±0,5 вида на станцию.

Исходя из полученных результатов, можно сказать, что сообщество макрозообентоса в районе нефтеналивного терминала в г. Приморске в 2018 г. было представлено небольшим видоразнообразием, основой которого служили солоноватоводный вид полихет *Marenzelleria neglecta*, пресноводные олигохеты и личинки хирономид. Преобладание полихет более свойственно для станций, находящихся в отдалении от берега, с большими глубинами и скоростями течения. Здесь же были встречены солоноватоводные моллюски *Mascoma balthica*. Олигохеты и хирономиды имели более высокие показатели численности на станциях, расположенных вблизи причала и у берега, где течение было слабым, а грунты заиленными. Рассчитанные индексы бета-разнообразия (индекс Шеннона, мера выровненности Пиелу) говорят о низкой выровненности бентосного сообщества с 1-2 видами-доминантами, что в целом характерно для мезотрофного водоема.

В ходе инженерно-экологических изысканий, проведенных осенью 2020 г., установлено, что грунты в районе исследования глинистые, что не способствует развитию сообщества донных организмов [11]. В связи с этим, а также в результате влияния порта, видовое разнообразие донных организмов и их обилие крайне низкие.

В ноябре 2020 г. в бентосе было обнаружено 7 видовых и надвидовых таксонов, относящихся к малощетинковым червям, двустворчатым и брюхоногим моллюскам, личинкам комаров-звонцов (таблица 3) [11].

**Таблица 3 – Результаты исследования зообентоса в ноябре 2020 г.**

Таксон	Численность экз./м <sup>2</sup>	Биомасса г/м <sup>2</sup>
<b>Oligochaeta</b>		
Tubificidae n/det	487,2	0,718
Naididae n/det	205,1	0,231
<b>Mollusca</b>		
<b>Bivalvia</b>		

<i>Limecola balthica</i>	25,6	0,692
<b>Gastropoda</b>		
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	25,6	0,205
<i>Bithynia tentaculata</i>	25,6	0,308
<b>Insecta</b>		
<b>Chironomidae</b>		
<i>Chironomus f.l. plumosus</i>	128,2	1,308
<i>Cryptochironomus obreptans</i>	76,9	0,231
Итого:	974,4	3,692

Общая численность зообентоса на участке исследования составила 974,4 экз./м<sup>2</sup>. По численности доминировали малощетинковые черви сем. Tubificidae (50% общей численности) и сем. Naididae (21,1% общей численности). По биомассе доминантным видом был *Chironomus f.l. plumosus* (35,4% общей биомассы), малощетинковые черви сем. Tubificidae (19,4% общей биомассы) и двустворчатые моллюски *Limecola balthica* (18,8% общей биомассы). Стоит отметить, что доминирующие группы – малощетинковые черви сем. Tubificidae и *Chironomus f.l. plumosus* устойчивы к высокой степени органического загрязнения и способны жить в условиях дефицита кислорода, являясь индикаторами загрязненных вод.

Для расчета прогнозируемого ущерба запасам рыб-бентофагов принят показатель биомассы по зообентосу 5,67 г/м<sup>2</sup>.

## 1.4 Фитобентос

Прибрежье в проливе Бьеркезунд зарастает слабо [12]. Преобладает фитобентос с небольшими вкраплениями высших растений, видовой состав которых обычен для данного региона (рдесты гребенчатый и пронзеннолистный, тростник и др.).

На мелководьях Выборгского залива и Березовых островов произрастают виды, занесенные в Красные книги России и Ленинградской области. Среди них болотница маленькая, тиллея водная, повилика солелюбивая, низмянка маленькая, астра солончаковая, осока Макензи, золототысячник прибрежный и частуха Валенберга.

В составе фитобентоса преобладают нитчатые формы (*Cladophora*, *Ulothrix*, *Vauscheria* и др.). На выходе из Выборгского залива и у Березовых островов в прибрежье встречаются бурые и красные водоросли. В их числе занесенные в Красные книги виды *Dictyosiphon foeniculaceus*, *Stictyosiphon tortilis*, *Pseudolithoderma subextensum*, *Furcellaria lumbricalis*, *Fucus vesiculosus* и *Hildenbrandtia rubra*, являющиеся особо чувствительными к повышению мутности и эвтрофикации воды.

При визуальном обследовании дна на соседнем с изыскиваемому участке акватории, выполненном в 2018 г., макрофитов обнаружено не было [12]. Отсутствие макрофитов в районе работ может быть вызвано типом грунта в районе работ, непригодным для произрастания макрофитов, а также высоким уровнем антропогенного воздействия (инженерные работы, загрязнение нефтепродуктами).

## 1.5 Ихтиопланктон

В весенне-летний период в районе проведения работ, в зависимости от сроков проведения ихтиопланктонной съёмки, есть вероятность обнаружить пелагическую икру и личинки рыб [13], [14].

Сроки нереста весенненерестующих и летненерестующих рыб в водах Финского залива приходятся на апрель-июнь, у некоторых видов могут быть растянуты до июля-августа. К данной группе относятся обычные и многочисленные в исследуемом районе представители сем. Карповых – *Cyprinidae* (лещ, густера, плотва, уклейка); сем. Окуневых – *Percidae* (окунь, судак, ёрш); сем.

Сельдевых – *Clupeidae* (салака); сем. Корюшковых – *Osmeridae* (корюшка европейская); сем. Бычковых – *Gobiidae* (бычок чёрный); сем. Колюшковых – *Gasterosteidae* (колюшки трехиглая и девятииглая); сем. Песчанковых – *Ammodytidae* (песчанка малопозвонковая). Личинки и икра перечисленных видов рыб могут быть встречены в весенне-летнем ихтиопланктоне.

В целом, в акватории Выборгского залива условия для нереста рыб и роста ранней молоди благоприятны [14], [16]. Весной и в начале лета (основной период нереста рыб и выклева молоди) наблюдаются высокие показатели численности и биомассы рыбного населения. Однако наибольшими показателями численности ихтиопланктона характеризуются мелководные прибрежные участки с песчаными или каменистыми грунтами. На соседнем участке глубины достигают более 20 метров, а грунты глинистые, сильно заилены, что уменьшает вероятность встречи личинок и икры рыб [12].

При анализе проб ихтиопланктона, собранных весной 2018 года в районе нефтеналивного причала в г. Приморске, икра и личинки рыб обнаружены не были [12].

Отсутствие ранней молоди и икры рыб на данной акватории в период проведения ихтиологической съемки было обусловлено сезонными особенностями в размножении и развитии представителей рыбного населения Финского залива [13], [14], [15] и гидрологическими особенностями района исследований.

В связи с тем, что в районе работ преобладают глинистые грунты, отсутствуют камни и заросли макрофитов, бентосное сообщество крайне бедно как в качественном, так и в количественном аспектах, нерестилища рыб отсутствуют, на участке отсутствуют условия для нахождения ихтиопланктона.

## 1.6 Ихтиофауна

По данным ФГБУ «Главрыбвод» ихтиофауна в районе пролива Бьеркезунд включает до 25 видов рыб, относящихся к 12 семействам и миногу. В ядро ихтиоценоза входят виды, встречаемость в уловах которых превышает 50 %. Эти виды преобладают не только по частоте встречаемости, но и по численности. В глубоководной части пролива ядро ихтиоценоза образуют салака (*Clupea harengus membras*), корюшка (*Osmerus eperlanus*), ёрш (*Gymnocephalus cernuus*) и судак (*Sander lucioperca*). В мелководной прибрежной зоне - видовой состав беднее, здесь преобладают 7 видов: салака, пескарь (*Gobio gobio*), плотва (*Rutilus rutilus*), укляя (*Alburnus alburnus*), колюшка трех- и девятииглая (*Gasterosteus aculeatus* и *Pungitius pungitius*), песчанка (*Ammodytes sp.*).

Встречаемость указанных видов превышает 50%, из них три вида - салака и оба вида колюшки - имеют частоту встречаемости 100%. Доминантами здесь являются салака и корюшка, чья суммарная доля в обловах достигает 99 % по численности и 68 % по биомассе [19].

Плотность рыбного населения в глубоководной зоне залива составляет порядка от 0,6 до 0,8 тыс. экз./га, а ихтиомасса – от 10 до 11 кг/га. Для мелководья характерны высокие показатели численности рыб и ихтиомассы, которые наблюдаются практически на протяжении всего года, и составляют от 1,03 до 4,59 тыс. экз./га и от 35 до 135 кг/га соответственно. Доминирует окунь и густера, суммарная доля которых достигает 70 % по численности и 52 % по биомассе.

Весной и в начале лета численность рыб в проливе увеличивается за счет молоди, которая на первых этапах роста нагуливается в мелководной зоне.

Акватория пролива Бьеркезунд имеет большое значение для воспроизводства основной промысловой рыбы восточной части Финского залива - салаки. Вдоль побережья самого залива, на отмелях вдоль берега, на выходе из пролива в залив Ермиловский расположены нерестилища салаки. Расстояние от исследуемого участка до залива Ермиловского составляет более 5 км.

Интенсивный нерест салаки проходит на песчано-гравийном грунте, покрытом зарослями красных и бурых водорослей. Основным субстратом для нереста являются донные макрофиты *Furcellaria lumbricalis*, *Ceramium rubrum*, *Polysiphonia nigrescens* и *Pilayella littoralis*, а также камни, раковины моллюсков и баянусы. Нерест обычно начинается во второй половине мая.

По результатам исследований, проведенных на участке, донные отложения характеризуются глинистым составом, макрофиты и баянусы не обнаружены [11], [12]. В связи с этим, на исследуемом участке нет подходящих условий для формирования нерестилищ салаки.

Особо ценные виды рыб восточной части Финского залива – атлантический лосось (*Salmo salar*) и кумжа (*S. trutta*) – относятся к группе проходных. Для первого вида пролив Бьеркезунд и прилегающая к нему акватория залива служат районом нагула в течение всего года равномерно, тогда как для второго здесь пролегает трасса нерестовой миграции, по которой кумжа проходит на нерест в реки северного побережья.

В Финский залив по северному побережью впадает несколько рек, в которых сохранилось естественное воспроизводство кумжи (*Salmo trutta*) – ценного вида рыб, занесённого в Красную Книгу РФ. Основными нерестовыми реками этого района являются Серьга, Песчаная, Великая, Чулковка, Селезнёвка и Гороховка.

Промышленный лов рыбы в Финском заливе ведётся в течение всего безледового периода кроме периодов запретов, определённых для каждого вида в Правилах рыболовства. Исключение составляют судак и лещ, которых ловят сетями и подо льдом.

В восточной части Финского залива промыслом активно используются около 15 видов рыб, среди которых из морских форм – балтийская сельдь-салака (*Clupea harengus membras*) (постоянный объект лова), шпрот (*Sprattus sprattus*) и треска (*Gadus morhua*) (сезонные объекты лова), из проходных – речная минога (*Lampetra fluviatilis*) и корюшка (*Osmerus eperlanus*), из пресноводных – лещ (*Abramis brama*), судак (*Sander lucioperca*), щука (*Esox lucius*) и налим (*Lota lota*), а также многочисленная трёхиглая колюшка (*Gasterosteus aculeatus*) (совместно с малочисленной девятииглой колюшкой (*Pungitius pungitius*)). Кроме того, в прибрежной зоне добывается плотва (*Rutilus rutilus*), густера (*Blicca bjoerkna*), чехонь (*Pelecus cultratus*), уклейка (*Alburnus alburnus*), окунь (*Perca fluviatilis*), ёрш (*Gymnocephalus cernuus*) и некоторые другие мелкочастиковые рыбы. Эти виды частично используются в качестве пищевой продукции (крупная плотва, окунь, частично – ёрш, густера, чехонь и др.). Главенствующее положение в промысле занимают такие виды, как салака, корюшка, трёхиглая колюшка, лещ, судак, плотва и ёрш.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 28.02.2019 № 206 «Об утверждении Положения об отнесении водного объекта или части водного объекта к водным объектам рыбохозяйственного значения и определении категорий водных объектов рыбохозяйственного значения» пролив Бьеркезунд можно отнести к рыбохозяйственным водоемам высшей категории.

Рыбные запасы пролива Бьеркезунд активно эксплуатируется. Основу промысловых уловов составляют салака и частиковые виды – лещ, судак, плотва и окунь. Среднегодовой вылов рыбы на Приморском участке составляет более 700 т или превышает 10% от всего вылова на прибрежном промысле восточной части Финского залива. Уловы салаки достигают 59 % от общего её вылова на прибрежном промысле в Финском заливе.

## 1.7 Морские млекопитающие

Фауна морских млекопитающих Балтийского моря и Финского залива является подразделением умеренной североатлантической (субарктической) и арктической морской фауны.

В Финском заливе Балтийского моря обитают два вида тюленей – кольчатая нерпа, балтийский подвид и серый тюлень, балтийский подвид.

### *Кольчатая нерпа*

Кольчатая нерпа — один из наиболее многочисленных и широко распространенных видов настоящих тюленей Северного полушария. Балтийская кольчатая нерпа — географически изолированный ледниковый реликтовый подвид, обитающий в Ботническом, Финском и Рижском заливах Балтийского моря. Балтийская кольчатая нерпа Финского залива не смешивается с популяциями Ботнического и Рижского заливов, что было установлено с помощью спутниковой телеметрии. Численность популяции значительно сократилась в XX в., и в настоящее время составляет 100–300 особей.

Кольчатая нерпа — типично пагофильный вид, в зимний период держится во льдах, где устраивает подснежные норы для отдыха и размножения. Норы размещаются в торосах паковых льдов и в снежных наносах, полностью скрывающих убежище так, что на поверхности нет никаких признаков присутствия животных. Снежная крыша обычно состоит из плотного

слежавшегося снега и надежно защищает от хищников и человека. Пригодный для нор лед обычно формируется в Финском заливе западнее Березовых островов, где были отмечены ценные залежки.

Щенки (бельки) рождаются в феврале и имеют светлый эмбриональный шерстяной покров. Период спаривания наступает во второй половине февраля после окончания массовой щенки. В конце марта — начале апреля при таянье снега норы разрушаются и нерпы становятся заметны на ледяных полях. В это время начинается линька взрослых животных, которые предпочитают находиться на льду, а не в воде.

В мае-июне и в сентябре-ноябре кольчатая нерпа образует залежки, достигающие нескольких десятков особей у о-ва Ремисаар и на Тискольском рифе. Небольшие группы нерп из 5–15 особей обычны на островах Малый Тютерс и Малый. Одиночные особи выбираются на камни вдоль побережья Кургальского полуострова и на островах Большой Тютерс, Мощный и Сескар. Необходимо отметить, что летом с прогревом воды нерпы уходят от материкового берега и отдыхают на камнях только у небольших островов или на рифах в море.

В российской части Финского залива существует 66 залежек кольчатой нерпы, часть которых оценена как «исчезнувшие залежки». В таблице 4 представлены залежки кольчатой нерпы Лужской губы и района Березовых островов.

**Таблица 4- Кадастр залежек балтийской кольчатой нерпы в российской части Финского залива**

Район	Название места	Вид	Количество особей кольчатой нерпы	Сезон и год	Современное состояние
Лужская губа	банка Мерилода	КН	1-12 (до 15)	апрель—октябрь	ПМ
	банка Репина	смеш.	менее 10	весна—лето 2014 г.	ПМ
	банка Вестгруд	смеш.	менее 10	май—октябрь 2014 г.	ПМ
Район Березовых островов	о. Рондо	?	1	конец апреля — начало мая 2012 г.	МР
	м. Вепревский (СБО)	КН?	1-5	конец апреля — начало мая	ПМ
	м. Обходной (СБО)	КН?	30	октябрь 2010 г.	МР
	отмель у м. Крытый (СБО)	КН?	1-4	конец апреля — май, конец сентября — начало декабря	ПМ
	о. Большой риф	КН?	1-2	май, осень	ПМ
	о. Малый Березовый	КН?	До 20	конец апреля — начало июня, конец августа — начало декабря	ПМ
	о. Большая отмель	КН?	1-2	конец апреля — начало июня, конец августа — начало декабря	ПМ
	о. Цепной	КН?	1-2	конец апреля — начало июня, конец августа — начало декабря	ПМ
	о. Звеньева	КН?	1-2	конец апреля — начало июня, конец августа — начало декабря	ПМ



о. Волчий	КН?	1-2	конец апреля — начало июня, конец августа — начало декабря	ПМ
о. Равица	КН?	1-2	конец апреля — май, осень	ПМ
м. Лоцманский (СБО)	КН?	1-2	осень	ПМ
банка Юлиана	?	До 15	конец апреля — май, октябрь—ноябрь	ПМ
бухта Укрытая (ЗБО)	?	20	Май-июнь 2012 г.	МР
о. Клинок (западная часть ЗБО)	КН?	3	май 2011 г.	МР
м. Длинный (ББО)	КН?	5-6	осень	ПМ
отмель напротив м. Длинный	?	3-4	—	ПМ
банка Похьякиви	смеш.	2	сентябрь 2014 г.	МР
берег материка напротив банки Тервахартила	КН?	3	май 2008 г.	Исч.
берег материка напротив створного знака южнее Ермилово	?	1-2	октябрь	ПМ
камни вокруг отмели Гомолуда	?	1	май, ноябрь 2005-2008 гг.	ПМ
П-ов Малый, Окуневая Бухта	КН	1-5	середина октября — начало декабря 2006-2011 гг.	ПМ

Примечание. ББО — Большой Березовый остров; ЗБО — Западный Березовый остров; СБО — Северный Березовый остров; КН — кольчатая нерпа; КН? — скорее кольчатая нерпа; ? — вид не установлен; смеш. — смешанная залежка; ПМ — постоянное место; МР — место регистрации; исч. — исчезнувшая залежка.

Балтийская кольчатая нерпа занесена в «Красную Книгу Российской Федерации» как подвид с постоянной тенденцией к сокращению численности. Категория редкости 2. В списке *IUCN* категория подвида *VU* (*Vulnerable* – уязвимый).

Балтийская кольчатая нерпа занесена в «Красную Книгу Ленинградской области» как подвид, находящийся под угрозой исчезновения. Категория редкости 1.

#### *Серый тюлень*

Серый тюлень обитает по всей акватории Балтийского моря, за исключением пролива Каттегат. Балтийская популяция серого тюленя не подразделяется на субпопуляции. С начала 1990-х гг. наблюдается рост численности балтийских серых тюленей примерно на 8% в год. В 2014 г. насчитывалось уже 32 000 животных. Численность серого тюленя в российской акватории Финского залива на 2011 год составляла 400-500 особей.

Серый тюлень в начале 2000-х годов отмечался в российской акватории залива, в основном, летом. В настоящее время он обычен в течение всего года и регулярно ценится на крупнобитом льду (конец февраля-начало марта). В период открытой воды серый тюлень формирует залежки, которые достигают максимальных размеров в последней декаде мая-первой декаде июня.

Две крупные залежки расположены в южной части залива (риф Вигрунд и Кургальский риф в районе о. Хитаматала), одна – в северной части (рифы Халикарти и Итякиви). Отдельные особи и небольшие группы встречаются на архипелаге Большой и Малый Фискар, о. Малый Тютерс, о. Родшер, о. Халли. Серый тюлень также образует небольшие залежки в Лужской губе (банки

Репина и Вестгруд), в районе Березовых островов (банка Похькиви) и на рифе западнее о. Котлин, отдельные залегающие особи отмечены в Выборгском заливе.

Серый тюлень *Halichoerus grypus* часто образует совместные залежки с нерпой, но у материкового побережья встречается реже, предпочитая держаться на дальних островах. На банке Хитоматала в центральной части Кургальского рифа, в 8 км от берега, до начала портостроительства на залежках отмечалось от 100 до 300 зверей, в последние годы – от 150 до 250 зверей. Также данный вид встречался на банках Вестгруд и Вигруд.

Балтийский серый тюлень занесен в «Красную Книгу Российской Федерации» как подвид с уменьшившейся до критического уровня численностью, местообитания которого редуцировались по всему ареалу; существует опасность его полного исчезновения. Категория редкости: 1 в списке IUCN категория вида LC (Least Concern вызывающий наименьшие опасения).

Балтийский серый тюлень занесен в «Красную Книгу Ленинградской области» как подвид восстанавливаемый и восстанавливающийся. Категория редкости: 5.

## **2 Оценка воздействия планируемой хозяйственной деятельности на водные биологические ресурсы**

## 2.1 В режиме повседневной деятельности (штатная ситуация)

В настоящее время перегрузочные комплексы по перевалке нефтепродуктов на морские суда являются одним из потенциально опасных источников загрязнения морской среды и причинения вреда водным биологическим ресурсам. При попадании в море нефтепродуктов на водную биоту оказывается прямое и косвенное негативное воздействие. Воздействие обусловлено как токсичностью самого перегружаемого нефтепродукта (дизтоплива, мазута и др.), так и компонентов, которые образуются при попадании и нахождении их в море. Отклик морских экосистем на это воздействие может выражаться от стрессовых обратимых эффектах на уровне видов до слабообратимых и необратимых состояний на популяционном и экосистемном уровнях.

Проведенная оценка возможного негативного воздействия на водные биоресурсы планируемой хозяйственной деятельности ООО «ПТП» на акватории порта Приморск показала, что в штатной ситуации прямого негативного воздействия нефтепродуктов на водные биологические ресурсы не происходит.

В период выполнения перегрузочных работ основными видами воздействия на водные биоресурсы будут:

- локальные незначительные физические воздействия в виде шума двигателей судов и перегрузочных механизмов;
- турбулентное перемешивание морских вод в кильватерной струе при движении судов на акватории.

В литературе отсутствуют опубликованные данные о гибели морских организмов от шума, создаваемого двигателями судов и перегрузочной техникой. Как показывают исследования, мобильные виды гидробионтов (рыбы, дельфины) достаточно быстро адаптируются к шуму, возникающему в период выполнения погрузочных операций. Однако могут изменять пути миграции в виду физического присутствия судов на акватории.

Анализ опубликованных материалов о влиянии шума на гидробионтов показал, что последствия негативного воздействия шума существенно зависят от параметров источника и дальности распространения звука. Рыбы и млекопитающие обычно покидают зону неблагоприятного воздействия и обитают на существенном удалении от источников любого звука.

У рыб акустическая коммуникационная сигнализация, обеспечивающая различные биологические процессы, охватывает область частот от 20 Гц до 10 кГц, а абсолютная дальность восприятия «собственных звуков», при отсутствии посторонних шумов, достигает 300 м. Другие, более мощные источники звука, нарушающие акустическую коммуникацию рыб и вызывающие состояние тревоги, приводят к естественной реакции рыб – избегание зоны негативного воздействия.

Аналогично рыбам ведут себя и млекопитающие (дельфины), но иногда они из любопытства приближаются к источникам шума. Отрицательные последствия такого поведения морских животных неизвестны.

Различные по уровню и диапазону звуки, в том числе шум, создаваемый перегрузочной техникой и двигателями судов, могут оказывать негативное воздействие на гидробионты, пассивно перемещаемые с водными массами (планктон) и на малоактивных рыб (донные), а также личинки и мальки. В литературе имеются данные, что у подвижных гидробионтов наблюдаются в основном поведенческие реакции (избегания), у пассивно перемещаемых с током воды – временные стрессовые ситуации. Организмы, находящиеся в местах с постоянно или периодически действующим шумовым фактором, достаточно быстро адаптируются к этим звукам и в дальнейшем необратимые стрессовые ситуации у них маловероятны.

При перемещении судов по акватории создается кильватерная струя, характеризующаяся интенсивным турбулентным перемешиванием водных масс. Как показал анализ публикаций, в кильватерной струе судов вероятна гибель планктона (нектон, нейстон), личинок, мальков и даже мелкой рыбы. Подсчет погибших организмов в результате турбулентного перемешивания воды в струе от судовых винтов, не представляется возможным ввиду отсутствия нормативно-правовой базы, необходимых методов подсчета и методик. В целом это воздействие на гидробионты

соизмеримо с естественной гибелью организмов в результате действия природных факторов (штормов и иных динамических процессов моря).

Указанные выше виды воздействия на водные биологические ресурсы носят локальный и кратковременный характер и на сегодняшний момент не поддаются оценке.

Вред морской среде и негативное воздействие на водные биоресурсы возможны при проведении технического обслуживания гидротехнических сооружений (более подробное описание процессов технического обслуживания гидротехнических сооружений представлено в технологических картах (далее - ТК) 1-17 тома 2 настоящей документации).

Так возможен вред при проведении восстановления отметок дна причалов при реализации ТК №№8,9.

Производится комплекс следующих работ:

1) Восстановление отметок дна (технологическая карта № 8).

1. В зависимости от отметок фактического дна работы по восстановлению отметок до проектных производятся послойно песком карьерным средней фракции и щебнем гранитным фракции 70+250 мм.

2. Материал доставляется в мешках («биг-бэгах») и складывается в непосредственной близости от места проведения работ - на причале.

3. Подача материала под воду производится автокраном в биг-бегах по 1т.

4. После погружения биг-бега с песком/щебнем на дно в месте требуемой досыпки необходимо водолазом произвести разрезание боковых стенок биг-бега для выгрузки песка/щебня на дно.

5. Подъем автокраном разрезанного биг-бега.

6. Равнение песка водолазом с использованием трала, гидромонитора или вручную (в зависимости от участка производства работ).

Общая продолжительность работ составит 2 месяца.

В соответствии с технологической картой № 8 мешки с грунтом и щебнем опускаются на дно акватории, затем раскрываются снизу. Повышение мутности в акватории не прогнозируется, поскольку данное действие аналогично опорожнению трюма шаланды [Прозоров А.А. Методика расчета зоны короткопериодного воздействия дампинга грунтов дноуглубления; диссертация]. По формуле определяется коэффициент  $K \leq 1$ , соответствующий части грунта, распространяющейся в акватории после разгрузки шаланды.

$$K = 6.214 \cdot \frac{\sqrt{(H-h)}}{c} \cdot \left(\frac{1}{b} + \frac{1}{l}\right) \quad (1)$$

$H$  — глубина в районе отвала грунта, м

$h$  — осадка судна в грузу, м

$b$  — средняя за время разгрузки ширина днищевых дверей, м

$l$  — длина одной днищевой двери, м

$c$  — удельное сцепление грунта, по умолчанию 3000 Па

Поскольку мешки опускаются на самое дно, параметр  $h$  равен параметру  $H$ , следовательно коэффициент  $K = 0$ , т. е. грунт в акватории распространяться не будет.

2) Восстановление отметок дна - ремонтное выравнивание (технологическая карта № 9).

1. В зависимости от площади восстановления отметок и высоты образовавшихся наносов работы по восстановлению отметок до проектных производятся водолазами вручную или гидромониторами.

2. При работе гидромониторов производится равнение участков дна, превышение отметок на которых не превышает 1,0 метра и распространено на площади не более 10 квадратных метров. Толщина размываемого слоя за 1 проход не превышает 20 см. Временной интервал между проходами составляет не менее 1 (одних) суток.

3. После выполнения работ по ремонту дна производится контрольный промер глубин с составлением отчёта.



Общая продолжительность работ составит 3 месяца.

На период восстановительных работ основными источниками шума будут являться работающие двигатели техники, судов и ручного инструмента.

В литературе отсутствуют опубликованные данные о гибели морских организмов от шума, создаваемого двигателями и перегрузочной техникой. Антропогенная и техногенная нагрузка на окружающую природную среду в районе Объекта значительна ввиду особенностей его расположения и спецификой производственных процессов порта. Организмы, находящиеся в местах с постоянно или периодически действующим шумовым фактором, достаточно быстро адаптируются к этим звукам и стрессовые ситуации у них маловероятны.

В связи с выполнением запланированных восстановительных работ возможно негативное воздействие на водные биологические ресурсы. Выполнение восстановительных работ на акватории пролива Бьеркезунд при реализации проектных решений приведет к ухудшению условий существования гидробионтов (растительных и животных форм), к нарушению нормального протекания продукционных процессов в водоеме, вызовет снижение его продуктивности и в частности – водных биологических ресурсов.

Все компоненты экосистемы водоема тесно связаны между собой и разрушение любого из них приводит к нарушению функционирования системы в целом.

Отрицательное воздействие на водную биоту моря будет проявляться по нескольким составляющим:

Отторжение дна и водной толщи при восстановлении отметок дна, что приводит к полным потерям кормового зоопланктона и бентоса. Эти потери постоянные и невозобновимые, т.к. объем воды и площадь дна, занятых щебнем, станут недоступными для обитания организмов бентоса в течение 3 лет, зоопланктона – 1 год. Данное воздействие является прямым, разовым и локальным. В связи с тем, что объем водной толщи, под воздействием щебня входит в объем, где произойдет образование шлейфов с повышенными концентрациями взвеси, ущерб для зоопланктона от этого вида воздействия отдельно не учитывался.

Площадь дна моря, на которой произойдет отложение частиц грунта взмытых при восстановлении отметок дна. На всей площади дна, подверженной отрицательному воздействию, будет иметь место гибель кормовых донных сообществ.

Несмотря на то, что воздействие повышенной мутности воды носит временный характер (период проведения работ и время восстановления поврежденных ценозов), оно негативно сказывается на воспроизводстве водных биоресурсов. Размер вреда при временном воздействии зависит от параметров зон неблагоприятного воздействия, длительности последнего и от времени восстановления повреждаемых гидробиоценозов (естественным путем или с помощью специальных мероприятий).

**Воздействие на планктон.** Минимальная пороговая концентрация взвеси, при которой могут наблюдаться первые признаки неблагоприятных эффектов обычно в виде снижения фотосинтеза водорослей и ухудшения фильтрационного питания беспозвоночных составляет 10 мг/л.

На основании проведенных во ВНИРО токсикологических исследований с природной взвесью и бентонитом (природной глиной, которая используется для приготовления буровых растворов) определены максимальные недействующие и пороговые концентрации взвеси. Наиболее чувствительны к содержанию взвеси в воде зоопланктон (ракообразные) и сапрофиты, пороговая концентрация — 20 мг/л. Недействующая концентрация — 10 мг/л, которая и рекомендована как ПДК для морских вод шельфовой зоны также и по ряду других показателей.

Фитопланктон снижает численность в экспериментах при пороговой концентрации взвеси 500 мг/л. Однако, в природных условиях отмечалось снижение фотосинтеза до 2-х раз и соответствующее уменьшение продуктивности фитопланктона при повышении содержания взвеси до 20—30 мг/л и более и на порядок величин при концентрации взвеси больше 100 мг/л [3].

Учитывая вышеприведенные данные, для расчетов ущерба обычно принимается: 50%-ное снижение продуктивности фитопланктона при концентрациях взвеси более 20 мг/л и 100%-ное – при концентрациях, близких к 100 мг/л и более этой величины.

Потери продукции фитопланктона рассчитываются в средних объемах шлейфов мутности с разной концентрацией взвеси и с учетом времени существования шлейфов.

Зоопланктон особенно чувствителен к содержанию взвеси на ранних стадиях развития. Значительное снижение биомассы зоопланктона в природных условиях отмечалось при постоянной (в течение сезона) концентрации взвеси более 20 мг/л. Та же пороговая концентрация воздействия взвеси отмечалась и в экспериментах [4,5].

В качестве критических для организмов зоопланктона и ихтиопланктона принимаются концентрации взвеси в воде >20 мг/л (50% гибели) и >100 мг/л (100% гибели), учитывая, что частицы взмученного грунта могут повреждать фильтрационный пищевобывающий аппарат планктонных организмов, в особенности личинок и молоди копепод. Для расчета принимается объем воды, протекающей через области шлейфов взвеси с концентрациями более 20 мг/л (50% потерь зоопланктона и ихтиопланктона) и с концентрациями взвеси, приближающимися к 100 мг/л и превышающими эту величину (100% потерь зоопланктона и ихтиопланктона).

При производстве работ необходимо будет осуществлять восстановление отметок дна.

Для оценки воздействия на водные биоресурсы вышеперечисленных работ проведено компьютерное моделирование распространения взвеси грунта в водной среде, расчёт объёмов загрязнённой воды, а также толщин и площадей отложений грунта на дне из взвеси при разносе течением. При расчетах использовался сертифицированный программный комплекс МПРВ «ROSTOV» (модель переноса и распространения веществ в водной среде), (автор: Марков А.В.) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019661367, дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 28 августа 2019 г.

Соответствующий возможный ущерб водным биологическим ресурсам представлен ниже, в разделе 3 настоящего тома.

**Воздействие на бентос.** По данным ГосНИОРХ, гибель организмов бентоса, погребенных под слоем взвешенных веществ, происходит при толщине его, превышающей вертикальные размеры бентосных организмов и при скорости осадконакопления более 0,5 мм/сут. [6].

По другим сведениям, многие формы бентоса, в особенности роющие организмы инфауны (подвижные двустворчатые моллюски-детритофаги, брюхоногие моллюски, многие виды полихет, голотурии и др.) способны выходить на поверхность грунта после погребения их слоем донных осадков [7,8]. Скорость рытья зависит от размеров организмов и состава грунта, и время откапывания при разной толщине осадков составляет для разных видов животных от нескольких часов до нескольких суток.

Наибольшее препятствие откапыванию организмов представляет плотный глинистый ил и песчаные грунты средней и большой крупности частиц; так, тяжелый песчаный грунт может препятствовать раскрытию створок раковин двустворчатых моллюсков [7,8].

В условиях эксперимента разные виды роющих раковинных моллюсков с длиной тела от 0,3—1,3 см (*Nucula proximo*) до 1,5—2,0 см (*Mercenaria mercenaria*) и 2,5—3,5 см (*Hyanassa obsoleta*) были способны выходить на поверхность из-под слоя донного осадка толщиной от 4—8 до 28—32 см через 1—8 суток. При этом смертность мерценарии, наиболее быстро роющего моллюска, летом при толщине песка 32 см достигала 10% через 1 сутки, и 17% — через 8 суток. Смертность при толщине осадка 36 см при летних температурах варьировала для разных типов осадка от 55—69,5% через 8 суток эксперимента до 47,3—91,7% через 15 суток.

У мелкого вида - нукулы некоторое число особей могли откапываться из-под слоя осадков толщиной до 8—16 см; смертность через 8 суток при этом варьировала от 40,6% при толщине осадка 8 см до 80% при толщине осадка 32 см, составляя 52,5% при толщине осадка 16 см. Тип осадка — илесто-песчаный. С песчаным грунтом и более 8 суток эксперименты с нукулой не проводились. По всей вероятности, через 15 суток под слоем песка смертность могла бы достигнуть 100% и при толщине осадка порядка 10 см.

Для довольно крупной гастроподы илианассы смертность под слоем песчаного грунта толщиной 20 и 32 см составила через 8 суток 62% и 80,9% соответственно. Эксперимент большей продолжительности не проводился. Вероятно, через 15 суток могла бы фиксироваться значительно большая величина смертности и при меньшей толщине захоронения.

Накопление донных отложений толщиной 1—5 см опасно для мелких и среднего размера представителей онфауны и эпифауны — полихет, кроме роющих видов, амфипод, баянусов, асцидий, офиур, мелких гастропод и молоди двустворчатых моллюсков — представителей эпифауны (мидий, модиолусов) и онфауны (в частности, моллюсков-букцинид). Взрослые же особи этих видов в силу более крупных размеров, возможно, будут способны откапываться из-под слоя отложений толщиной менее 5 см. Мидии и модиолусы в случае опасности могут открепляться от субстрата и временно переходить от неподвижного образа жизни к подвижному.

С учетом размеров преобладающих видов бентоса и образа их жизни в районе предполагаемых работ, общие для всего бентоса в этом районе летальные пороговые значения толщины донных отложений принимаются 1—5 см (гибель 50% организмов) и более 5 см (гибель 100% организмов). Эти значения могут быть приняты, исходя из предосторожного подхода, хотя такие роющие формы, как двустворки или некоторые полихеты, возможно, могут преодолевать и более толстый слой отложений.

Время восстановления исходной биомассы бентоса принимается 3 года. 100% гибель бентоса принимается на всей площади производства работ, которая подвергается непосредственному механическому воздействию (площадь отсыпки щебня).

Соответствующий возможный ущерб водным биологическим ресурсам представлен ниже, в разделе 3 настоящего тома.

### **Воздействие на рыб.**

Для ихтиопланктона имеются экспериментальные данные (при опытах с буровыми отходами) о полной гибели пелагической икры и личинок рыб при концентрациях взвеси более 25 мг/л [9]. Сходные результаты получены при наблюдениях за распределением пелагической икры и личинок рыб в природных условиях: резкое снижение их численности отмечалось при концентрациях минеральной взвеси более 20-30 мг/л.

С другой стороны, имеется много данных о намного более высокой толерантности к взвеси эмбриональных стадий развития морских рыб [4]. Гибель 50% ранней молоди лососевых рыб прогнозируется при содержании взвеси буровых отходов в морской воде более 100 мг/л [10]. Для ранней молоди рыб гибель 50% особей обычно принимается при длительном (более суток) непрерывном пребывании в зоне концентраций более 100 мг/л.

Острая (летальная) интоксикация морских и солоноватоводных рыб наблюдается при содержании взвеси более 500-1000 мг/л [4].

Соответствующий возможный ущерб водным биологическим ресурсам представлен ниже, в разделе 3 настоящего тома.

### **Количественная оценка факторов воздействия**

Главными факторами воздействия на водные биоресурсы является гибель зообентоса в районе работ и на участках седиментации взвеси, гибель зоопланктона в областях шлейфов с концентрацией взвеси выше пороговой.

Объемы размывания, участки и их площади приняты на основании технологических карт и представлены ниже.

**Таблица 5 - Технологическая карта №8 на восстановление отметок дна причалов.  
Объёмы и продолжительность работ**

Наименование технологической карты	Применяемое оборудование	Кол-во, шт./ масса, т/ объем, м <sup>3</sup> используемых механизмов и материалов	Время работы оборудования, ч/день, ч/год	Объёмы работ							Время проведения работ, мес./год	
				Наименование ГТС	Наименование работ	Ед. изм.	2023	2024	2025	2026		2027
Технологическая карта №8 на восстановление отметок дна причалов	Плавкран г/п 35-50 тн.	1	240	Причалы №№ 6,7	Восстановление (отсыпка) отметок дна	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	336	336	336	336	336	2
							168	168	168	168	168	
	Погрузчик фронтальный V=7м <sup>3</sup>	1	240	Причал № 5	Восстановление (отсыпка) отметок дна		178,2	178,2	178,2	178,2	178,2	
							89 1	89 1	89,1	89,1	89 1	
	Плавсредство (типа БМК)	1	240	Причал № 10	Восстановление (отсыпка) отметок дна		520	520	520	520	520	
							260	260	260	260	260	
Эхолот	1	240										
Водолазная станция с оборудованием и инструментом для выполнения подводно технических работ	1	240										
Итого в год:						м <sup>2</sup>	1035	1035	1035	1035	1035	
						м <sup>3</sup>	517	517	517	517	517	

**Таблица 6 - Технологическая карта №9 на восстановление отметок дна причалов (ремонтное выравнивание дна).  
Объёмы и продолжительность работ**

Наименование технологической карты	Применяемое оборудование	Кол-во, шт./ масса, т/ объем, м <sup>3</sup> используемых механизмов и материалов	Время работы оборудования, ч/день, ч/год	Объёмы работ							Время проведения работ, мес./год	
				Наименование ГТС	Наименование работ	Ед. изм.	2023	2024	2025	2026		2027
Технологическая карта №9 на восстановление отметок дна причалов	Эхолот	1	240	Причалы №№ 6,7	Восстановление (ремонтное выравнивание дна)	м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	673	673	673	673	673	3
							54	54	54	54	54	
	Водолазная станция с оборудованием и инструментом для выполнения подводно-технических работ	1	240	Причал № 5	Восстановление (ремонтное выравнивание дна)		356	356	356	356	356	
							29	29	29	29	29	
				Причал № 10	Восстановление (ремонтное выравнивание дна)		1040	1040	1040	1040	1040	
							83,2	83,2	83,2	83,2	83,2	
Итого в год:						м <sup>2</sup>	2069	2069	2069	2069	2069	
						м <sup>3</sup>	166	166	166	166	166	

В результате проведения восстановительных работ образуется загрязненное взвешенными веществами облако, которое дрейфует под действием морских течений.

Для оценки ущерба водным биоресурсам от влияния взвешенных веществ использовали следующие показатели, принятые на основании данных имитационного математического моделирования:

- средние объемы областей шлейфов;
- площади соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин;
- средние расстояния распространения взвеси от источника;
- время существования областей шлейфа с различными концентрациями;
- среднее время существования областей шлейфа;
- максимальное значение плотности взвеси, мг/л;
- интегральные объемы воды, протекающей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси;
- площади выпадения на дно взвешенных веществ с различной толщиной отложений;
- средние расстояния распространения зон осадков;
- максимальные расстояния распространения зон осадков.

Результаты моделирования, описывающие масштаб воздействия на среду и биоту, включая графические иллюстрации зон распространения взвеси и участков седиментации на дно водоема, в полном объеме представлены в Приложении 2. Описание пороговых величин воздействия взвеси на биоту представлено выше.

Полученные методами моделирования данные для оценки воздействия на водные биоресурсы в акватории порта Приморск представлены в таблицах 7-10.

Таблица 7 – Средние суточные объемы области шлейфов и время существования шлейфов ( $T_{сут}$ ) с концентрациями взвеси выше заданных пороговых величин

Участок работ	$T_{сут}$ , сут. для конц. >20 мг/л (>100 мг/л)	Средние объемы областей шлейфа, м <sup>3</sup>		
		>20 мг/л	≥20-<100 мг/л	>100 мг/л
<b>2023 год</b>				
<i>Причал 6,7</i>				
Гидромонитор	0,07 (0,065)	2519,39	825,85	1693,54
<i>Причал 5</i>				
Гидромонитор	0,05 (0,044)	2430,77	771,69	1659,08
<i>Причал 10</i>				
Гидромонитор	0,095 (0,089)	2519,39	825,85	1693,54

*Аналогичный объем разработки гидромонитором производится в период с 2024 по 2027 год.*

Таблица 8 – Интегральные объемы протекающей за время работ воды через области шлейфов повышенной мутности, ограниченные пороговыми величинами концентраций взвеси

Участок дноуглубления	Интегральные объемы областей шлейфа, м <sup>3</sup>		
	>20 мг/л	≥20-<100 мг/л	>100 мг/л
<b>2023 год</b>			
<i>Причал 6,7</i>			
Гидромонитор	5861,88	1654,94	4206,94
<i>Причал 5</i>			
Гидромонитор	4786,88	1421,36	3365,52
<i>Причал 10</i>			
Гидромонитор	7013,64	1864,36	5149,28

Аналогичный объем разработки гидромонитором производится в период с 2024 по 2027 год.

Таблица 9 – Площади дна, покрытые слоем выпавшей в осадок взвеси при заданных пороговых величинах толщины слоя осадка за пределами участков работ

Участок работ	Площадь отложения, м <sup>2</sup>		
	>10 мм	≥10-<50 мм	>50 мм
<b>2023 год</b>			
<i>Причал 6,7</i>			
Гидромонитор	388,71	388,71	0
<i>Причал 5</i>			
Гидромонитор	411,91	411,91	0
<i>Причал 10</i>			
Гидромонитор	463,93	463,93	0

Аналогичный объем разработки гидромонитором производится в период с 2024 по 2027 год.

Таблица 10 – Площади соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин, м<sup>2</sup>

Участок работ	Площадь соприкосновения, м <sup>2</sup>		
	>100 мг/л	≥100-<500 мг/л	>500 мг/л
<b>2023 год</b>			
<i>Причал 6,7</i>			
Гидромонитор	483,87	197,98	285,89
<i>Причал 5</i>			
Гидромонитор	474,02	189,54	284,48
<i>Причал 10</i>			
Гидромонитор	483,87	197,98	285,89

Аналогичный объем разработки гидромонитором производится в период с 2024 по 2027 год.

## 2.2 В режиме чрезвычайной ситуации (аварийный разлив нефтепродуктов)

Проведение перегрузочных операций с нефтепродуктами на якорных стоянках, в портах и на рейдах портов, рейдовых перегрузочных районах всегда связано с экологическим риском, так как именно в прибрежной шельфовой зоне моря сконцентрированы основные запасы водных биоресурсов и протекают наиболее интенсивные биопродукционные процессы, от последних зависит само существование жизни в море.

В случаях развития аварийной ситуации при перевалке нефтепродуктов на суда может произойти загрязнение моря в результате неконтролируемого разлива груза (дизельное топливо, мазут, судовое топливо). В отличие от многих антропогенных воздействий, нефтяное загрязнение оказывает комплексное воздействие на окружающую среду и вызывает ее быструю отрицательную реакцию.

Сразу после попадания в море нефтепродуктов начинают быстро развиваться сложнейшие процессы их преобразования, длительность и результаты которых зависят как от свойств пролитого нефтепродукта, так и от конкретной ситуации и состояния морской среды в районе разлива. В результате естественная система экологических адаптаций отдельных компонентов морской экосистемы быстро приходит в нестабильное состояние. Это проявляется не только в стрессовых состояниях, но и в массовой гибели большого числа гидробионтов различных систематических групп.

Анализ опубликованных данных по оценке последствий аварий, происшедших в море, для морских организмов и их сообществ показывает, что наиболее ошутимое воздействие будет прослеживаться на акваториях, расположенных в непосредственной близости от берега – в мелководной прибрежной зоне. В таких районах природная регуляция и восстановление биосистем в большой степени уже изменены существующим уровнем техногенной нагрузки на акватории, в результате поступления в море загрязняющих веществ с суши и из прилегающих районов моря.

**Свойства и поведение пролитых в море нефтепродуктов.** Свойства, поведение и последствия для морской биоты аварийных разливов нефтепродуктов в море достаточно хорошо изучены. Именно свойства разлитого нефтепродукта и его поведение в море определяют масштабы последствий аварии и величину ущерба, причиненного водным биоресурсам. В свою очередь, свойства, поведение нефтепродуктов в море и их влияние на морскую биоту зависят от многих факторов, основными из которых являются: климатические и метеорологические условия, гидрохимический и гидрологический режимы, состояние гидробионтов и их сообществ в районе аварии.

Разлитые на поверхности моря нефтепродукты подвержены воздействию ряда процессов, изменяющих их характеристики и поведение в воде (растекание, дрейф, испарение, разложение, эмульгирование, биодеградация, окисление, седиментация и др.).

К главным свойствам разлившихся в море нефтепродуктов относится их способность к быстрому растеканию по поверхности воды, испарению и переносу течениями на большие расстояния от места аварии.

Нефтяное пятно после разлива дрейфует по поверхности моря в соответствии с циркуляцией атмосферы и гидрологическим режимом моря в месте аварии и в малой степени зависит от собственных физических свойств. Скорость дрейфа нефтяного пятна складывается из скорости поверхностного течения и 3% от скорости ветра. При растекании сырая нефть в течение 1 минуты способна загрязнить до 12 м<sup>2</sup> поверхности моря (*Нельсон-Смит, 1975*). Наиболее быстро растекаются бензины, дизельное топливо (соляр) и другие легкие нефти и нефтепродукты. При растекании площадь контакта нефтепродуктов с водной средой увеличивается с каждой минутой, а это значит, что с каждой минутой воздействию подвергаются все большее количество гидробионтов.

Под влиянием климатических условий, температуры и солености моря, нефтепродукты быстро теряют легкие фракции (около 70% летучих компонентов). Наиболее интенсивно испарение идет в первые часы после разлива. В летний период потеря массы дизтоплива составляет в течение 6 часов – 20,4 %, за сутки – 22 % от общего объема вылева. Мазуты способны отдать в атмосферу



не более 10 – 15% летучих компонентов. Под воздействием инсоляции нефтепродукты теряют свои первоначальные свойства, но при этом вероятно образование новых соединений, еще более токсичных для гидробионтов. Испарение уменьшает объем разлитого нефтепродукта, но увеличивает его вязкость и плотность, создавая предпосылки для опускания на дно – место обитания бентосных организмов.

Разлившиеся на поверхности моря нефтепродукты нарушают газо- тепло- и влагообмен моря с атмосферой, создают помехи морской деятельности, включая рыболовство, ухудшают качество морской воды, снижают ценность нерестовых и нагульных площадей рыбы и оказывают прямое воздействие на состояние водных биоресурсов.

После растекания тяжелые и нелетучие составляющие нефтепродуктов образуют на поверхности моря пленки разной толщины (до 5 мм и более), что препятствует проникновению света в толщу воды (поглощается до 95% солнечной радиации) и приводит к снижению фотосинтеза и скорости деления клеток фитопланктонных организмов.

Под влиянием атмосферы и растворенного в воде кислорода нефтепродукты подвергаются окислению, в том числе биохимическому под влиянием нефтеокисляющей микрофлоры. Растворимость нефтепродуктов в море небольшая и в течение суток при температуре 25°C составляет всего 0,0085 – 0,110 %, а в целом может достичь немногим более 5% от массы пролитого.

Ветер и волнение перемешивают нефтепродукты с водой, образуя достаточно устойчивые эмульсии типа «нефть в воде» и «вода в нефти», которые дрейфуют в толще и оказывают прямое механическое воздействие на планктон и пелагические виды гидробионтов.

Присутствие в воде большого количества примесей (мусор, взвешенные вещества, водоросли и пр.), а также массовое развитие фитопланктона ускоряют осаждение пролитого нефтепродукта на дно моря, последний оказывает прямое воздействие на бентосные организмы моря. Многие исследования показывают, что после осаждения массы нефтепродуктов на дно происходит не только нарушение биохимических процессов в клетках бентосных гидробионтов, но и изменение структуры всего сообщества.

Осевшие на дно нефтепродукты под действием динамических процессов моря «перекатываются» по дну, захватывая водоросли, донных животных, мусор, песок, гальку и пр. При этом образуются конгломераты, которые в период штормов выбрасываются на мелководье и берег, что приводит к вторичному загрязнению морской среды. При разливе на акватории портов вероятность осаждения нефтепродуктов на дно, где сконцентрированы основные запасы биоресурсов моря и места нагула и нереста рыбы, увеличивается.

Оставшиеся в море нефтепродукты могут сохранять свою токсичность достаточно продолжительное время (от нескольких месяцев до нескольких лет), оказывая негативное воздействие на водные гидробионты и их сообщества.

## 2.3 Влияние нефтепродуктов на водные организмы и их сообщества

При разливе основными видами негативного воздействия нефтепродуктов на водные биоресурсы являются:

- изменение гидрохимических и физических показателей водной среды и донных грунтов, как среды обитания живых организмов;
- передача токсических веществ по пищевым цепям;
- механическое и химическое воздействие на гидробионты и их сообщества.

Нефтепродукты оказывают негативное воздействие на все группы организмов, обитающих как в поверхностном слое и в толще воды, так и на грунте. Наибольшую опасность для гидробионтов представляют водорастворимые и диспергированные компоненты нефтепродуктов. Механизм действия нефтепродуктов на различные гидробионты (рыб, моллюсков, ракообразных) однотипен и достаточно хорошо изучен.

Разлив и последующее растекание нефтепродуктов по водной поверхности оказывает прямое механическое воздействие на организмы эпи- и гипонейстона (нейстон), а также приводят к изменению гидрохимических и физических показателей водной среды под нефтяной пленкой. Среди экологических группировок планктона нейстон наиболее уязвимое звено, т.к. обитают в контактной зоне моря «вода-атмосфера». Все организмы, оказавшиеся в прямом контакте с пролитым нефтепродуктом, погибают в течение нескольких минут – первых часов после аварии.

Спустя сутки после аварии концентрация кислорода в воде под слоем нефтепродуктов снижается в среднем на 0,5 мл/л-сут. Одновременно с этим в воде увеличивается концентрация биогенов, что является дополнительным «прессом», т.к. растет БПК. В результате организмы нейстона, а также nekтона, совершающие ежедневные вертикальные миграции в поверхностный слой моря, могут погибнуть от.

Растворимость нефтепродуктов в воде в целом небольшая (при температуре 25°C составляет 0,0085 – 0,110 %/сут.), но существенно зависит от климатических и метеорологических условий: с ростом температуры воды, а также в условиях шторма, растворимость нефтепродуктов растет и в целом может достичь более 5% от массы пролитого. От повышенных концентраций нефтепродуктов в воде в первую очередь страдают планктонные виды (ракообразные, личиночные формы многих беспозвоночных и рыб и др.). Порог нарушения стационарного состояния для большинства планктонных водорослей находится в интервале от 0,001 до 0,1 мл/л, для зоопланктона – 0,001 мл/л.

Загрязнение моря оказывает отрицательное воздействие на все звенья трофической цепи. В районах аварийных разливов отмечается ухудшение кормовой базы рыб, обеднение ее видового состава. Биомасса низкоустойчивых к нефтяному загрязнению амфипод и кумовых раков уменьшается в десятки раз по сравнению с чистыми участками моря. Десятиногие раки значительно более устойчивы к действию нефтепродуктов, однако и их численность под влиянием нефтяного загрязнения также снижается.

Перевалка нефтепродуктов осуществляется в прибрежных районах моря на малых глубинах с высокой динамикой вод. Поэтому в воде, как правило, находится достаточно большое количество взвеси и планктона, что может ускорить осаждение нефтепродуктов на дно в результате налипания. Интенсивные течения могут способствовать переносу нефтяных пятен и нефтеагрегатов (комочки нефтепродуктов на взвеси), что увеличивает площади загрязнения морского дна. Известно также, что при аварии в мелководных районах моря или переносе нефтяного пятна на участки с глубинами менее 6 – 7 м, поступление нефтепродуктов в придонные слои воды интенсифицируется в результате динамических процессов, возможна также адсорбция и аккумуляция нефти в поверхностном слое грунта.

После осаждения нефтепродуктов на дно или опускания нефтяного пятна (эмульсии) в придонные слои воды, их поражающее действие выражается в прямом механическом повреждении организмов бентоса, т.к. они налипают на особи, препятствуют миграциям, дыханию, питанию, размножению и росту. Дизтопливо в концентрации 1 мл/л оказывают поражающее действие на моллюски рессоя, биттиум, гиббула, являющиеся кормовыми объектами для рыб. При увеличении концентрации в воде до 10 мл/л и более – начинается отмирание даже очень выносливых видов бентоса (полихеты и nereиды). Содержание нефтепродуктов в грунте 1,0

г/кг сухого осадка является критической для большого числа животных рыхлых грунтов. Уровень воздействия на бентос существенно зависит от стадии развития организма. Наиболее подрезаны токсическому действию нефтепродуктов яйца, личинки и молодые особи гидробионтов. Молодь ракообразных погибает при содержании нефти в воде на 2 – 3 порядка ниже, чем выдерживают взрослые особи.

Нефтепродукты, осаждаясь на поверхность морского дна, загрязняют места нереста и уничтожают кормовую базу рыб, что вызывает резкое сокращение численности молоди и взрослой рыбы. Наблюдаются тенденции к угнетению роста, уменьшению средних размеров и массы рыб, в том числе ценных лососевых. При концентрации нефтепродуктов в воде от 5,0 до 50,0 мл/л у взрослых рыб отмечается гиперхромемия, эритроцитоз и лейкоцитоз. В районах экстремального загрязнения моря нефтепродуктами у личинок и молоди рыб отмечены резкие патологические изменения. Например, в низовьях Волги при уровне нефтяного загрязнения до 0,84 мг/л у предличинок севрюги на кожных покровах были обнаружены опухолеподобные образования (до 5 % от общего количества аномалий), наблюдалось значительное снижение объема желточной массы, слабость тургора желточного мешка, истончение его кожного покрова, искривление хорды. Взрослые рыбы и млекопитающие обходят стороной нефтяные пятна и поэтому страдают при авариях меньше. Высокую чувствительность к нефтяному загрязнению проявляют икра и личинки рыбы, находящиеся на ранних стадиях жизни. При концентрации  $10^{-1}$  –  $10^{-2}$  мл/л икра камбалы погибает на 2 – 3 сутки, а при концентрации  $10^{-4}$  –  $10^{-5}$  мл/л – жизнеспособными к моменту выклева остаются только 55 – 39% икринок. При нахождении в воде с содержанием нефтепродуктов  $10^{-5}$  мл/л – выклев предличинок наблюдается только у 70% особей, из которых 32% имеют аномалии в развитии и погибают на следующие сутки. Экспериментальные исследования по выживаемости икры ставриды показали, что наибольшая элиминация эмбрионов происходит на стадиях дробления и гастрюляции. Эмбриональное развитие при низких концентрациях (менее 0,6 мг/л) не отличаются от контроля, но доля выживших личинок значительно меньше.

Следовательно, ихтиофауна наиболее уязвима в весенне-летний период, когда происходит нерест большого числа тепловодных рыб и развитие их икры и личинок. Уровень негативного воздействия увеличивается также в периоды сезонных миграций рыб, в том числе на нерестовые площади в мелководную прибрежную зону моря.

Многочисленные исследования показали, что нефтепродукты способны накапливаться в морских организмах и передаваться по трофическим цепям, в том числе вследствие попадания растворенной и диспергированной нефти через ротовой аппарат или внешние мембраны. Попав в организм, углеводороды не только накапливаются в нем в своем неизменном виде, но и метаболизируются и накапливаются в клетках и тканях. В результате снижаются товарные качества морепродукции. Порча вкусовых качеств рыбы происходит даже за одни сутки нахождения ее в воде, содержащей 0,5 мг/л нефтепродуктов. При более высокой концентрации (1,0 – 5,0 мг/л) сильный привкус нефтепродуктов появляется в рыбе уже через несколько часов. Рыба накапливает нефтепродукты в организме не только находясь в загрязненной воде, но и в результате потребления «загрязненного» корма.

### **3 Расчет ущерба, наносимого водным биоресурсам**

### 3.1 В штатной ситуации

Расчет ущерба рыбным запасам и разработка мероприятий по его возмещению при осуществлении хозяйственной деятельности ООО «ПТП» в морском порту Приморск выполнен в соответствии с «Методикой определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния» (утв. приказом Росрыболовства от 6 мая 2020 г. № 238) – далее Методика1), «Методикой исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам» (утв. приказом Минсельхоза России от 31 марта 2020 г. № 167) – далее Методика2).

Для моделирования распространения взвеси в водной среде, расчёта объёмов загрязнённой воды, а также толщин и площадей отложений грунта на дне из взвеси при разносе течением используется сертифицированный программный комплекс МПРВ «ROSTOV» (модель переноса и распространения веществ в водной среде), (автор: Марков А.В.) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019661367, дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 28 августа 2019 г.

Показатели состояния основных групп водных биоресурсов и коэффициенты, характеризующие биопродукционные процессы в водных экосистемах в районе проведения хозяйственной деятельности, приведены в таблице 11. Коэффициенты, характеризующие биопродукционные процессы в водных экосистемах, приняты в соответствии с приложениями к Методике 1 [1] и приложением 1 к Методике 2 [2].

**Таблица 11. Коэффициенты, характеризующие биопродукционные процессы в водной экосистеме**

Группы кормовых организмов	Р/В годовой	$k_2$	$1/k_2$ ( $K_E$ )	$K_3, \%$	$K_3/100$
<b>Пролив Бьёркезунд, Финский залив Балтийского моря (Залив второго порядка)</b>					
фитопланктон	-	-	-	-	-
зоопланктон	20	8	0,125	60	0,6
зообентос	4	6	0,167	60	0,6

#### 3.1.1 Расчет ущерба водным биоресурсам от снижения продуктивности фитопланктона

На участке исследований в ядре ихтиофауны отсутствуют виды, питающиеся фитопланктоном.

Таким образом, потери водных биоресурсов от снижения продуктивности фитопланктона отсутствуют.

#### 3.1.2 Расчет ущерба водным биоресурсам от гибели зоопланктона

Определение потерь водных биоресурсов от гибели зоопланктона в шлейфах взвеси (донных осадках) выполняется по формуле б6 Методики 1 [1]:

$$N = B \times (1 + P/V) \times W \times K_E \times (K_3/100) \times d \times 10^{-3}, (2)$$

где:

N – потери водных биоресурсов (кг или т);

B – средняя многолетняя для данного сезона (сезонов) величина общей биомассы кормовых планктонных организмов ( $г/м^3$ );

$P/V$  – сезонный или средний сезонный за год коэффициент для перевода биомассы кормовых организмов в продукцию кормовых организмов (продукционный коэффициент);

$W$  – объём воды в зоне воздействия, в котором прогнозируется гибель кормовых планктонных организмов ( $m^3$ );

$K_E$  – коэффициент эффективности использования пищи на рост;

$K_3$  – средняя доля использования кормовой базы потребителями зоопланктона и/или организмов дрефты, %;

$d$  – степень воздействия или доля гибнущих организмов от общего их количества, в долях единиц;

$10^{-3}$  – показатель перевода граммов в килограммы или килограммов в тонны.

Показатель коэффициента использования кормовой базы  $K_E$  является обратной величиной кормового коэффициента  $K_2$ , то есть  $K_E=1/K_2$ .

Принимаются величины объема воды ( $W$ ), протекающей через области шлейфов с летальными концентрациями веществ. В формуле 6b вместо коэффициента  $(1+P/V)$  должен применяться коэффициент  $(P/V)$ , если погибшие организмы зоопланктона употребляются в пищу рыбами и (или) беспозвоночными, в том числе при разносе взвеси. При определении потерь водных биоресурсов от гибели зоопланктона в шлейфах взвеси в расчет принимаются интегральные величины объемов свежей морской воды ( $W_{пр}$ ), протекающей через области шлейфов с летальными концентрациями взвеси  $\geq 20$  -  $< 100$  мг/л, 50 % гибель,  $d=0,5$  и  $\geq 100$  мг/л, 100 % гибель,  $d=1,0$ . Величины интегральных объемов протекших вод определены методом имитационного моделирования (см. таблицу 8).

**Таблица 12. Расчет ущерба водным биоресурсам вследствие потерь зоопланктона в объемах воды, протекшей через области шлейфов повышенной мутности**

$W, \text{ г/м}^3$	$P/V$	$d$	$W_{пр}, \text{ м}^3$	$1/k_2$	$k_3/100$	$10^{-3}$	$N, \text{ кг}$
<b>2023 год</b>							
Причал № 5							
0,085	20	0,5	1421,36	0,125	0,6	0,001	0,091
		1	3365,52				0,429
причалы №№ 6,7							
0,085	20	0,5	1654,94	0,125	0,6	0,001	0,106
		1	4206,94				0,536
причал № 10							
0,085	20	0,5	1864,36	0,125	0,6	0,001	0,119
		1	5149,28				0,656
Итого:							<b>1,937</b>
<b>2024 год</b>							
Причал № 5							
0,085	20	0,5	1421,36	0,125	0,6	0,001	0,091
		1	3365,52				0,429
причалы №№ 6,7							
0,085	20	0,5	1654,94	0,125	0,6	0,001	0,106
		1	4206,94				0,536
причал № 10							
0,085	20	0,5	1864,36	0,125	0,6	0,001	0,119
		1	5149,28				0,656
Итого:							<b>1,937</b>
<b>2025 год</b>							
Причал № 5							
0,085	20	0,5	1421,36	0,125	0,6	0,001	0,091
		1	3365,52				0,429
причалы №№ 6,7							
0,085	20	0,5	1654,94	0,125	0,6	0,001	0,106

		1	4206,94				0,536
причал № 10							
0,085	20	0,5	1864,36	0,125	0,6	0,001	0,119
		1	5149,28				0,656
Итого:							<b>1,937</b>
<b>2026 год</b>							
Причал № 5							
0,085	20	0,5	1421,36	0,125	0,6	0,001	0,091
		1	3365,52				0,429
причалы №№ 6,7							
0,085	20	0,5	1654,94	0,125	0,6	0,001	0,106
		1	4206,94				0,536
причал № 10							
0,085	20	0,5	1864,36	0,125	0,6	0,001	0,119
		1	5149,28				0,656
Итого:							<b>1,937</b>
<b>2027 год</b>							
Причал № 5							
0,085	20	0,5	1421,36	0,125	0,6	0,001	0,091
		1	3365,52				0,429
причалы №№ 6,7							
0,085	20	0,5	1654,94	0,125	0,6	0,001	0,106
		1	4206,94				0,536
причал № 10							
0,085	20	0,5	1864,36	0,125	0,6	0,001	0,119
		1	5149,28				0,656
Итого:							<b>1,937</b>

Таким образом, ущерб водным биоресурсам от гибели зоопланктона составит: **1,937 кг в год в период с 2023 по 2027 гг.**

### 3.1.3 Расчет ущерба водным биоресурсам от гибели икры и личинок рыб

Ихтиопланктон на участке исследований отсутствует [12]. Большие глубины, глинистые заиленные грунты и высокий уровень антропогенного воздействия уменьшают вероятность встречи личинок и икры рыб.

Таким образом, потери водных биоресурсов при гибели ихтиопланктона отсутствуют.

### 3.1.4 Расчет ущерба водным биоресурсам вследствие гибели зообентоса

Определение потерь водных биоресурсов от гибели бентоса производится по формуле 7 Методики 1 [1]:

$$N = B \times (1 + P/B) \times S \times K_E \times (K_3/100) \times d \times \theta \times 10^{-3}, (3)$$

где:

N – потери водных биоресурсов (в килограммах или тоннах);

B – средняя в период воздействия величина биомасса кормовых организмов бентоса на участке воздействия, (г/м<sup>2</sup>);

P/B – годовой коэффициент перевода биомассы кормовых организмов в продукцию кормовых организмов (продукционный коэффициент). В данном случае применяется показатель (1 + P/B), т.к. погибшие организмы бентоса недоступны для использования в пищу рыбами и/или другими его потребителями (механические повреждения при изъятии грунта). Гибель зообентоса (100 %) произойдет на поврежденных участках дна, а также на площадях дна за пределами зоны, покрытых слоем осадков с толщиной ≥50 мм, частичная гибель (50 %) - на площадях дна, покрытых слоем осадков с толщиной ≥10,0 - <50,0 мм. При определении потерь рыб-бентофагов

на участках седиментации взвеси с осадконакоплением до 50 мм, учитывая низкую скорость формирования осадка, применяется коэффициент  $P/V$  (погибшие организмы бентоса могут быть употреблены в пищу рыбами или другими потребителями). При переотложении взвеси с толщиной слоя осадка  $\geq 50$  мм, используется коэффициент  $1+P/V$  (погибшие организмы бентоса не доступны потребителям).

$S$  – площадь зоны воздействия, где прогнозируется гибель кормовых организмов бентоса ( $m^2$ );

$K_E$  – коэффициент эффективности использования пищи на рост,  $K_E = 1/K_2$  (является обратной величиной кормового коэффициента  $K_2$  для перевода продукции и биомассы кормовых организмов в рыбопродукцию, выраженного в %);

$K_3$  – коэффициент использования кормовой базы рыбами-бентофагами и другими бентофагами, используемые в целях рыболовства (%);

$d$  – степень воздействия или доля количества гибнущих организмов от общего их количества, в данном случае отношение величины теряемой биомассы к величине исходной биомассы (в долях единицы);

$\theta$  – величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия планируемой деятельности и время восстановления (до исходной биомассы) теряемых организмов кормового бентоса.

Определяется по формуле (8) Методики 1 как сумма:

$$\theta = T + \sum K_{B(t=i)},$$

где:

$\theta$  - величина повышающего коэффициента

$T$  - показатель длительности негативного воздействия, в течение которого невозможно или не происходит восстановление водных биоресурсов и их кормовой базы в результате нарушения условий обитания и воспроизводства водных биоресурсов, должен определяться количеством лет и(или) в долях года, принятого за единицу (как отношение  $n$  суток/365), вычисляться с точностью до второго знака после запятой;

$\sum K_{B(t=i)}$  — коэффициент длительности восстановления теряемых водных биоресурсов, определяемый как  $\sum K_{t=i} = 0.5_i$ , где  $i$  равно числу лет с даты прекращения негативного воздействия.

Длительность восстановления с даты прекращения негативного воздействия ( $i$  лет) для бентосных кормовых организмов и нерестового субстрата составляет 3 года. Для рыб, донных беспозвоночных и их ихтиопланктона (икра, личинки, ранняя молодь) с многолетним жизненным циклом, которые являются объектами (добычи) вылова, длительность восстановления их запаса должна приравниваться к среднему возрасту достижения ими половой зрелости.

Следовательно, итоговый ущерб от гибели бентоса при разовом воздействии и времени восстановления биомассы бентоса, составит:  $\sum N_B = N_B \cdot \theta = 1.5 N_B$ .

$10^{-3}$  – множитель для перевода граммов в килограммы или килограммов в тонны.

Повышающий коэффициент  $\sum K_{t=3}$  на время восстановления исходной биомассы бентоса (за 3 года) равен 1,5; период эксплуатации объекта постоянный,  $T$  – период воздействия (90 суток для ТК №9, 60 суток – для ТК №8). Таким образом, повышающий коэффициент

$$\theta = 1,5 + 90/365 = 1,747 \text{ (для ТК №9)}$$

$$\theta = 1,5 + 60/365 = 1,664 \text{ (для ТК №8)}$$

Расчет ущерба от гибели зообентоса приводится в таблице 13 и 14.

**Таблица 13. Расчет потерь водных биоресурсов от гибели зообентоса в результате восстановления отметок дна**

$B_0, \text{г/м}^2$	$1+P/V$	$d$	$S, \text{м}^2$	$\theta$	$1/k_2$	$k_3/100$	$10^{-3}$	$N, \text{кг}$
<b>2023 год</b>								
<b>Восстановление отметок дна причалов (согласно таблицы 5)</b>								
Причал № 5								
5,67	5	1	178,2	1,664	0,167	0,6	0,001	0,842
Причал № 6,7								



5,67	5	1	336	1,664	0,167	0,6	0,001	1,588
Причал № 10								
5,67	5	1	520	1,664	0,167	0,6	0,001	2,458
<b>Ремонтное выравнивание дна (согласно таблицы 6)</b>								
Причал № 5								
5,67	5	1	673	1,747	0,167	0,6	0,001	3,340
Причал № 6,7								
5,67	5	1	356	1,747	0,167	0,6	0,001	1,767
Причал № 10								
5,67	5	1	1040	1,747	0,167	0,6	0,001	5,161
Итого:								<b>15,156</b>
<b>2024 год</b>								
<b>Восстановление отметок дна причалов (согласно таблицы 5)</b>								
Причал № 5								
5,67	5	1	178,2	1,664	0,167	0,6	0,001	0,842
Причал № 6,7								
5,67	5	1	336	1,664	0,167	0,6	0,001	1,588
Причал № 10								
5,67	5	1	520	1,664	0,167	0,6	0,001	2,458
<b>Ремонтное выравнивание дна (согласно таблицы 6)</b>								
Причал № 5								
5,67	5	1	673	1,747	0,167	0,6	0,001	3,340
Причал № 6,7								
5,67	5	1	356	1,747	0,167	0,6	0,001	1,767
Причал № 10								
5,67	5	1	1040	1,747	0,167	0,6	0,001	5,161
Итого:								<b>15,156</b>
<b>2025 год</b>								
<b>Восстановление отметок дна причалов (согласно таблицы 5)</b>								
Причал № 5								
5,67	5	1	178,2	1,664	0,167	0,6	0,001	0,842
Причал № 6,7								
5,67	5	1	336	1,664	0,167	0,6	0,001	1,588
Причал № 10								
5,67	5	1	520	1,664	0,167	0,6	0,001	2,458
<b>Ремонтное выравнивание дна (согласно таблицы 6)</b>								
Причал № 5								
5,67	5	1	673	1,747	0,167	0,6	0,001	3,340
Причал № 6,7								
5,67	5	1	356	1,747	0,167	0,6	0,001	1,767
Причал № 10								
5,67	5	1	1040	1,747	0,167	0,6	0,001	5,161
Итого:								<b>15,156</b>
<b>2026 год</b>								
<b>Восстановление отметок дна причалов (согласно таблицы 5)</b>								
Причал № 5								
5,67	5	1	178,2	1,664	0,167	0,6	0,001	0,842
Причал № 6,7								
5,67	5	1	336	1,664	0,167	0,6	0,001	1,588
Причал № 10								
5,67	5	1	520	1,664	0,167	0,6	0,001	2,458

<b>Ремонтное выравнивание дна (согласно таблицы 6)</b>									
Причал № 5									
5,67	5	1	673	1,747	0,167	0,6	0,001	3,340	
Причал № 6,7									
5,67	5	1	356	1,747	0,167	0,6	0,001	1,767	
Причал № 10									
5,67	5	1	1040	1,747	0,167	0,6	0,001	5,161	
Итого:								<b>15,156</b>	
<b>2027 год</b>									
<b>Восстановление отметок дна причалов (согласно таблицы 5)</b>									
Причал № 5									
5,67	5	1	178,2	1,664	0,167	0,6	0,001	0,842	
Причал № 6,7									
5,67	5	1	336	1,664	0,167	0,6	0,001	1,588	
Причал № 10									
5,67	5	1	520	1,664	0,167	0,6	0,001	2,458	
<b>Ремонтное выравнивание дна (согласно таблицы 6)</b>									
Причал № 5									
5,67	5	1	673	1,747	0,167	0,6	0,001	3,340	
Причал № 6,7									
5,67	5	1	356	1,747	0,167	0,6	0,001	1,767	
Причал № 10									
5,67	5	1	1040	1,747	0,167	0,6	0,001	5,161	
Итого:								<b>15,156</b>	

\* - биомасса зообентоса равна 0, поскольку бентос не успел восстановиться после проведенных в 2023 г. работ на тех же участках производства работ.

Таким образом, ущерб водным биоресурсам от гибели зообентоса при ремонтном выравнивании дна составит: **15,156 кг за год в период с 2023 по 2027 гг.**

**Таблица 14. Потери водных биоресурсов вследствие гибели зообентоса в результате отложения взвеси**

Область воздействия	В корм. зообент., г/м <sup>2</sup>	d доля гибели	Площадь отложения взвеси, м <sup>2</sup>	Р/В, 1+Р/В	1/к <sub>2</sub>	θ	К <sub>3</sub> /100	10 <sup>-3</sup>	N, кг
<b>Ремонтное выравнивание дна</b>									
<b>2023 год</b>									
Причал № 5	5,67	0,5	388,71	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,772
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Причал № 6,7	5,67	0,5	411,91	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,818
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Причал № 10	5,67	0,5	463,93	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,921
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Итого:								<b>2,511</b>	
<b>2024 год</b>									
Причал № 5	5,67	0,5	388,71	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,772
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Причал № 6,7	5,67	0,5	411,91	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,818
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Причал № 10	5,67	0,5	463,93	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,921
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Итого:								<b>2,511</b>	
<b>2025 год</b>									

Причал № 5	5,67	0,5	388,71	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,772
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Причал № 6,7	5,67	0,5	411,91	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,818
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Причал № 10	5,67	0,5	463,93	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,921
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Итого:									<b>2,511</b>
<b>2026 год</b>									
Причал № 5	5,67	0,5	388,71	4	0,167	1,747	0,6	0,001	2,980
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Причал № 6,7	5,67	0,5	411,91	4	0,167	1,747	0,6	0,001	3,158
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Причал № 10	5,67	0,5	463,93	4	0,167	1,747	0,6	0,001	3,557
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Итого:									<b>2,511</b>
<b>2027 год</b>									
Причал № 5	5,67	0,5	388,71	4	0,167	1,747	0,6	0,001	2,980
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Причал № 6,7	5,67	0,5	411,91	4	0,167	1,747	0,6	0,001	3,158
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Причал № 10	5,67	0,5	463,93	4	0,167	1,747	0,6	0,001	3,557
	5,67	1,0	0	5	0,167	1,747	0,6	0,001	0
Итого:									<b>2,511</b>

Таким образом, ущерб водным биоресурсам от гибели зообентоса в результате отложения взвеси составит: **2,511 кг в год в период с 2023 по 2027 гг.**

**Таблица 15 - Потери водных биоресурсов вследствие гибели кормового зообентоса в результате соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных**

Область воздействия	В корм. зообент., г/м <sup>2</sup>	d доля гибели	Площадь отложения взвеси, м <sup>2</sup>	P/B, 1+P/B	1/к <sub>2</sub>	θ	K <sub>3</sub> /100	10 <sup>-3</sup>	N, кг
<b>Ремонтное выравнивание дна</b>									
<b>2023 год</b>									
Причал № 5	5,67	0,5	197,98	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,393
	5,67	1,0	285,89	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,418
Причал № 6,7	5,67	0,5	189,54	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,376
	5,67	1,0	284,48	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,412
Причал № 10	5,67	0,5	197,98	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,393
	5,67	1,0	285,98	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,419
Итого:									<b>5,412</b>
<b>2024 год</b>									
Причал № 5	5,67	0,5	197,98	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,393
	5,67	1,0	285,89	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,418
Причал № 6,7	5,67	0,5	189,54	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,376
	5,67	1,0	284,48	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,412
Причал № 10	5,67	0,5	197,98	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,393
	5,67	1,0	285,98	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,419
Итого:									<b>5,412</b>
<b>2025 год</b>									
Причал № 5	5,67	0,5	197,98	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,393
	5,67	1,0	285,89	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,418
Причал № 6,7	5,67	0,5	189,54	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,376

	5,67	1,0	284,48	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,412
Причал № 10	5,67	0,5	197,98	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,393
	5,67	1,0	285,98	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,419
Итого:									<b>5,412</b>
<b>2026 год</b>									
Причал № 5	5,67	0,5	197,98	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,393
	5,67	1,0	285,89	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,418
Причал № 6,7	5,67	0,5	189,54	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,376
	5,67	1,0	284,48	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,412
Причал № 10	5,67	0,5	197,98	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,393
	5,67	1,0	285,98	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,419
Итого:									<b>5,412</b>
<b>2027 год</b>									
Причал № 5	5,67	0,5	197,98	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,393
	5,67	1,0	285,89	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,418
Причал № 6,7	5,67	0,5	189,54	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,376
	5,67	1,0	284,48	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,412
Причал № 10	5,67	0,5	197,98	4	0,167	1,747	0,6	0,001	0,393
	5,67	1,0	285,98	5	0,167	1,747	0,6	0,001	1,419
Итого:									<b>5,412</b>

Ущерб водным биоресурсам от гибели зообентоса в результате соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных составит: **5,412 кг в год в период с 2023 по 2027 гг.**

Общий ущерб зообентосу составит: **15,156 + 2,511 + 5,412 = 23,079 кг в год в период с 2023 по 2027 гг.**

### 3.1.5 Общий ущерб, причиненный водным биоресурсам в результате аварии

В соответствии с п. 16 Методики последствия негативного воздействия планируемой деятельности на состояние водных биоресурсов должны определяться в каждом конкретном случае с учетом степени негативного воздействия повреждающих или летальных факторов на группы организмов, указанных в пункте 10 Методики.

При одновременной на одном и том же участке, в одном и том же объеме воды и на одной и той же площади дна частичной или полной гибели водных биоресурсов и других групп организмов, указанных в пункте 9 Методики, в результате негативного воздействия планируемой деятельности расчет вреда необходимо производить отдельно для каждой группы организмов и затем суммировать полученные результаты.

Вред рыбным запасам вследствие потерь пелагической икры и личинок рыб учитывается независимо от потерь кормовых организмов в тех же объемах воды, поскольку к моменту перехода ихтиопланктона на экзогенное питание состав кормового планктона радикально меняется в ходе естественной сукцессии планктонного сообщества. Кроме того, последствия от гибели кормовых организмов и ранних стадий рыб (икры и личинок) различны по времени их наступления: потери части кормового планктона сказываются на состоянии рыбных запасов уже в текущем году, либо на следующий год, а гибель рыб на ранних стадиях развития имеет более отдаленные последствия.

При определении последствий негативного воздействия от потерь кормового бентоса из его биомассы вычитается биомасса беспозвоночных, которые относятся к объектам добычи (вылова) водных биоресурсов и потери которых рассматриваются как отдельный компонент негативного воздействия на водные биоресурсы.

При наличии пищевых цепей «фитопланктон - рыба» (хамса) и «зоопланктон - рыба» результаты расчетов от потерь фитопланктона и зоопланктона (в одних и тех же объемах воды, шлейфах мутности), суммируются.

Суммарный вред водным биоресурсам от сокращения кормовой базы рыб и потери зообентоса при выполнении восстановительных работ в морском порту Приморск составит:

$1,937 \text{ кг зоопл.} + 23,079 \text{ кг зообентос} = 25,016 \text{ кг} = 0,025 \text{ т. в год в период с 2023 по 2027 гг.}$

**Общий ущерб ВБР за 5 лет в период с 2023 по 2027 гг. составит 125,08 кг или 0,125 т.**

### 3.1.6 Компенсационные мероприятия и определение затрат на их выполнение

В соответствии с п. 16 Методики1 [1] последствия негативного воздействия планируемой деятельности на состояние водных биоресурсов должны определяться в каждом конкретном случае с учетом степени негативного воздействия повреждающих или летальных факторов на группы организмов, указанных в пункте 10 Методики1 [1].

При одновременной на одном и том же участке, в одном и том же объеме воды и на одной и той же площади дна частичной или полной гибели водных биоресурсов и других групп организмов, указанных в пункте 9 Методики1 [1], в результате негативного воздействия планируемой деятельности расчет вреда необходимо производить отдельно для каждой группы организмов и затем суммировать полученные результаты.

Компенсационные мероприятия выполняются посредством искусственного разведения (воспроизводства) молоди ценных видов рыб. При определении направлений компенсационных мероприятий придерживаются принципа преимущества восстановления водных биоресурсов путем их искусственного воспроизводства. В случае, если искусственное воспроизводство тех видов водных биоресурсов, состояние запасов которых было нарушено, невозможно, то искусственное воспроизводство планируется в отношении других ценных для воспроизводства видов. Количество молоди искусственно воспроизводимых видов, которое необходимо выпустить в водоемы рыбохозяйственного значения, эквивалентно теряемым биоресурсам (в промышленном возврате).

В связи с тем, что наиболее ценным видом рыб в ихтиофауне Финского залива является атлантический лосось (семга), в качестве мероприятия для компенсации вреда водным биологическим ресурсам пролива Бьёркезунд предлагается выпуск в наиболее крупные реки (Нева, Луга, Нарва) – притоки Финского залива годовиков атлантического лосося со средней штучной навеской 18-20 г.

Расчет искусственно воспроизводимой количества годовиков лосося, необходимого для восстановления нарушенного состояния водных биоресурсов, выполнен по формуле (12) Методики1 [1]:

$$N_M = N / (p \times K_1), \quad (4)$$

где:

$N_M$  - количество воспроизводимых водных биоресурсов (личинки, молоди рыб, других водных биоресурсов), экз.;

$N$  - потери (размер вреда) водных биоресурсов, кг или т;

$p$  - средняя масса одной воспроизводимой особи водных биоресурсов в промышленном возврате, кг (принимается согласно Временным биотехническим показателям по разведению молоди (личинки) в учреждениях и на предприятиях, подведомственных ФАР и занимающихся искусственным воспроизводством водных биологических ресурсов, утверждаемым Росрыболовством РФ или по опубликованным данным с обязательным указанием источника опубликования);

$K_1$  - коэффициент пополнения промыслового запаса (промысловый возврат), %.

Коэффициент промыслового возврата для атлантического лосося составляет – 8 % (таблица 2 приложения к Методике2 [2]).

Средняя масса производителей атлантического лосося (семги) – 4,6 кг (согласно Приказу Министерства сельского хозяйства РФ от 30 января 2015 г. № 25 «Об утверждении Методики расчета объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов, необходимого для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыбоводных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства)»).

Для компенсации ущерба в размере **125,08 кг**, причиненного водным биоресурсам в период с 2023 по 2027 гг, необходимо воспроизвести и выпустить в притоки Финского залива **340 шт.** атлантического лосося (семги).

Ориентировочная стоимость выращивания молоди предложенных видов (на основе калькуляции стоимости молоди, реализуемой рыбоводным предприятиям - Северо-Западным филиалом ФГБУ «Главрыбвод» составляет 680 рублей (Приложение 3). Следовательно, ориентировочные затраты на воспроизводство годовиков атлантического лосося в количестве **340 шт.** составят **231 200 руб.**

Объем компенсационных затрат уточняется на момент заключения договора с непосредственным исполнителем работ на выполнение компенсационных мероприятий.

Затраты, необходимые для проведения восстановительных мероприятий, являются ориентировочными и уточняются в рамках договорных отношений с непосредственным исполнителем работ на выполнение таких мероприятий. Определение направлений и объемов компенсационных мероприятий необходимо согласовывать с Северо-Западным территориальным управлением Росрыболовства.

### **3.2 В режиме чрезвычайной ситуации (аварийный разлив нефтепродуктов)**

Размер вреда, который может быть причинен водным биоресурсам в результате аварии, зависит от многих факторов: объема разлива, вида и свойств нефтепродукта, климатических и метеорологических условий, а также мероприятий по локализации и ликвидации разлива. Исходя из этого, прогнозируемая оценка последствий негативного воздействия аварии на водные биоресурсы, как правило, всегда отличается от фактических величин причиненного им вреда.

В случае аварийного разлива нефтепродуктов расчет размера вреда, причиненного водным биоресурсам, и процедура его исчисления выполняются по результатам определения фактических данных и в соответствии с утвержденной Методикой<sup>2</sup> [2].

## **4 Мероприятия по предотвращению негативного воздействия на водные биоресурсы**



Для предотвращения загрязнения моря на акватории хозяйственной деятельности, в том числе в результате аварийных ситуаций, и недопущения негативного воздействия на водные биоресурсы и среду их обитания в районе выполнения перегрузочных и ремонтных работ, будет предусмотрено следующее:

- все операции по подходу, стоянке, швартовке, перевалке нефтеналивных грузов, отшвартовке и отходу судов осуществляются только по разрешению капитана соответствующего морского порта;
- перегрузочные работы производятся при погодных условиях, не превышающих предельных значений, установленных в соответствующем морском порту и определённых ОПМП (Приморск);
- обязательное выполнение требований к организации и производству работ, установленных «Правилами морской перевозки опасных грузов», Кодексом торгового мореплавания РФ, «Общими правилами плавания и стоянки судов в морских портах РФ и на подходах к ним», требованиями «Наставлений по предотвращению загрязнения с судов» (РД 31.04.23-94), международной конвенции МАРПОЛ 73/78 с Приложениями I-V, а также российского законодательства по предотвращению загрязнения морской среды, как среды обитания водных биологических ресурсов;
- недопущение сброса в море любых загрязняющих веществ и в любом виде (сточные воды всех категорий, любые нефтесодержащие смеси, мусор и пр.);
- контроль за экологической безопасностью при выполнении перегрузочных и ремонтных работ и своевременным проведением инструктажей с персоналом, задействованным в перегрузочных и ремонтных работах, осуществляется представителем ООО «ПТП»
- в случае получения предупреждения о наступлении штормовых условий все грузовые и ремонтные работы должны быть прекращены.

Строгое выполнение погрузочно-разгрузочных и ремонтных операций в соответствие с утвержденными технологическими картами, обеспечивающими безопасный прием, хранение и отгрузку нефтепродуктов в соответствии с действующими правилами и инструкциями, а также предусмотренные мероприятия по предотвращению загрязнения моря позволят снизить риск возникновения аварийных ситуаций, и предотвратить негативное воздействие на водные биоресурсы и среду их обитания, сохранить кормовую базу рыб.

## **Заключение**

ООО «ПТП» осуществляет хозяйственную деятельность во внутренних морских водах, территориальном море РФ в границах акватории морского порта Приморск (Финский залив, пролив Бьёркезунд).

Анализ принятых решений по реализации хозяйственной деятельности показал, что в штатной ситуации прямого негативного воздействия нефти и нефтепродуктов на водные биологические ресурсы не происходит, возможно влияние от восстановления отметок дна в районе причалов ГТС.

Основными видами воздействия на водные биоресурсы будут:

- локальные незначительные физические воздействия в виде шума двигателей судов и перегрузочных механизмов,
- физическое нахождение судов в акватории, а также турбулентное перемешивание морских вод в кильватерной струе при движении судов.

В случае восстановления глубин суммарный единовременный ущерб водным биоресурсам в период с 2023 по 2027 гг. равен **125,08 кг**.

Общий ущерб в стоимостном выражении, необходимых затрат на восстановление водных биологических ресурсов составил **231 200** рублей.

Существенный вред морской среде и негативное воздействие на водные биоресурсы возможны только в случае развития аварийной ситуации с поступлением нефтепродуктов в море. Аварийный разлив нефтепродуктов окажет существенное влияние на морскую среду и состояние водных биоресурсов и возможно прилегающих участков Финского залива.

Размер вреда, который может быть причинен водным биоресурсам в результате аварии, зависит от объема разлива, вида и свойств переваливаемого нефтепродукта, ряда сопутствующих климатических и метеорологических условий, а также мероприятий по локализации и ликвидации разлива.

В случае аварийного разлива нефтепродуктов расчет размера вреда, причиненного водным биоресурсам и среде их обитания, и процедура его исчисления выполняются по результатам определения фактических данных и в соответствии с утвержденной Методикой<sup>2</sup> [2].

## Приложения

## **Приложение 1. Заключение Федерального агентства по рыболовству**















## **Приложение 2. Моделирование распространения взвеси**

РОСТЭКОПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ



Директор ООО «РостЭкоПроект»

Маркова Е.В.

2022 г.

---

**Моделирование распространения и седиментации взвеси при проведении работ по восстановлению отметок дна гидротехнических сооружений, эксплуатируемых ООО «ПТП»**

Ростов-на-Дону

2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИСТОЧНИКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	4
1.1 Место проведения работ.....	4
1.2 Грунты.....	4
1.3 Течения.....	5
1.4 Восстановление отметок дна.....	5
2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРИМЕНЯЕМОЙ МОДЕЛИ .....	7
2.1 Решение уравнения конвекции-диффузии.....	7
2.2 Учет мультidisперсности взвеси.....	11
2.3 Высота отложений взвеси на дне.....	12
2.4 Проведение вычислений.....	13
3. РЕЗУЛЬТАТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	14
3.1 Причалы 6,7 .....	15
3.2 Причал 5 .....	19
3.3 Причал 10 .....	23
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	27

## ВВЕДЕНИЕ

Цель настоящей научно-исследовательской работы – определение параметров возможного воздействия на водную среду – время существования шлейфов мутности, их размеры, толщину и площади отложений при проведении работ по восстановлению отметок дна гидротехнических сооружений, эксплуатируемых ООО «ПТП».

При выполнении работы использовались исходные данные, предоставленные Заказчиком, а также материалы по аналогичным проектам.

В Разделе 1 приведены исходные параметры для математического моделирования, взятые из проектной документации, а также рассчитаны необходимые для моделирования величины.

В Разделе 2 кратко изложена математическая модель. Для моделирования распространения взвеси грунта в водной среде, расчёта объёмов загрязнённой воды, а также толщин и площадей отложений грунта на дне из взвеси при разносе течением используется программный комплекс МПРВ «ROSTOV» (модель переноса и распространения веществ в водной среде), (автор: Марков А.В.) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019661367, дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 28 августа 2019 г.

В Разделе 3 представлены графики и таблицы, полученные в результате моделирования распространения и седиментации взвешенных веществ.

## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИСТОЧНИКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ

### 1.1 Место проведения работ

Участок работ по восстановлению отметок дна гидротехнических сооружений находится в порту Приморск, расположенном в проливе Бьёркезунд, примерно в 120 км к северо-востоку от Санкт-Петербурга.

Восстановления дна выполняется у следующих причалов:

- причал №5 (собственник – ООО «Приморский торговый порт»);
- причал №6 (собственник – ООО «Транснефть – Порт Приморск»);
- причал №7 (собственник – ООО «Транснефть – Порт Приморск»);
- причал №10 (собственник – ООО «Транснефть – Порт Приморск»).



Рисунок 1. Место проведения работ.

### 1.2 Грунты



Донные грунты представлены песками от пылеватых до гравелистых. Плотность частицы песчаного грунта взята равной  $2660 \text{ кг/м}^3$  [Справочник проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Под ред. д-ра техн. наук проф. Е.А.Сорочана и к.т.н. Ю.Г.Трофименкова.-М.: Стройиздат, 1985]. Плотность грунта в естественном залегании —  $2300 \text{ кг/м}^3$  [РД 31.74.09-96, Нормы на морские дноуглубительные работы]. Плотность грунта, подставляемая в расчетную формулу, равна [Методические указания по расчету распространения зон мутности при дноуглублении и дампинге на акваториях ВМФ МОРФ, Издание официальное, Москва 2003.]:

$$2660 \text{ кг/м}^3 \cdot \frac{2300 \text{ кг/м}^3 - 1000 \text{ кг/м}^3}{2660 \text{ кг/м}^3 - 1000 \text{ кг/м}^3} = 2083.13 \text{ кг/м}^3.$$

Здесь плотность воды взята равной  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

Тип грунта	Размер, мм.	Размер, мм.	Размер, мм.	Размер, мм.	Размер, мм.	Размер, мм.	Размер, мм.
	10 – 5	5 – 2	2 – 1	1 – 0,5	0,5 – 0,25	0,25 – 0,1	< 0,1
Пески от пылеватых до гравелистых	11,3 %	1,53 %	0,85 %	1,9 %	8,24 %	54,37 %	21,81 %

Таблица 1. Гранулометрический состав грунтов.

### 1.3 Течения

Скорость течения на участках производства работ составляет  $0.01 \text{ м/с}$ , высота осаждения частиц при размыве гидромонитором взята равной  $3.5 \text{ метра}$ , направление течения взято равным  $200 \text{ градусов}$  по картушке магнитного компаса.

### 1.4 Восстановление отметок дна

В зависимости от фактических отметок дна работы по восстановлению отметок до проектных производятся послойно песком карьерным средней фракции и щебнем гранитным фракции 70-250мм. Подача материала под воду производится автокраном в мешках («биг-бэгах») по 1т. После погружения биг-бэга с песком/щебнем на дно в месте требуемой отсыпки необходимо водолазом произвести разрезание боковых стенок биг-бэга для выгрузки щебня/песка на дно. Такой способ позволяет избежать распространения мутности в водотоке.

В зависимости от площади восстановления отметок и высоты образовавшихся наносов работы по восстановлению отметок до проектных производятся водолазами вручную или гидромониторами. Производительность гидромонитора составляет 50м<sup>3</sup>/час. Объем разработки грунта у каждого причала в 2023 году, а также время, необходимое на производства работ указаны в таблице 2. Скорость поступления грунта в акваторию окажется равной:

$$\frac{50\text{м}^3 \cdot 2083.13 \text{ кг/м}^3}{3600\text{с}} = 28.93 \text{ кг/с.}$$

Участок производства работ	Объем разработк и, м <sup>3</sup>	Время производст ва работ, ч	Время производит ва работ, сек
Причалы 6,7	54	1,08	3888
Причал 5	29	0,58	2088
Причал 10	83,2	1,664	5990

Таблица 2. Объем работ по участкам

Аналогичный объем разработки гидромонитором производится в период с 2024 по 2027 год.

## 2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРИМЕНЯЕМОЙ МОДЕЛИ

### 2.1 Решение уравнения конвекции-диффузии

Взвесь, попавшая в воду при проведении работ в акватории, уносится течением и одновременно, под действием силы тяжести опускается на дно. При моделировании предполагается, что поступление взвеси происходит с постоянной скоростью и через какое-то время процесс становится установившимся. В дальней зоне концентрация взвеси уменьшается за счёт процесса турбулентного перемешивания и в результате осаждения твёрдых фракций. При этом взвешенные вещества рассматриваются, как не влияющая на фоновое поле скорости жидкости примесь, перенос которой определяется лишь заданной величиной скорости течения и интенсивностью турбулентной диффузии в акватории. В дальней зоне применим принцип суперпозиции. Последнее означает, что распространение взвеси можно представить в виде движения совокупности отдельных не взаимодействующих шлейфов взвеси, образованных частицами разных размеров. В процессе движения шлейфы увеличиваются в размере за счёт горизонтальной турбулентной диффузии, а концентрация взвешенных в них веществ падает. Концентрация взвеси в произвольной точке акватории при этом будет определяться в виде суммы концентраций пассивной примеси в отдельных шлейфах, включающих данную точку в рассматриваемый момент времени.

Для описания распространения взвеси в дальней зоне может быть использовано трёхмерное уравнение конвекции-диффузии. Однако, в данном случае использование трёхмерного численного моделирования для решения задач переноса взвеси неоправданно, так как размер ареала распространения взвеси существенно превышает глубину акватории и отсутствует детальная информация о вертикальных распределениях параметров водного потока.

Далее для расчетов используется двумерная (усреднённая по глубине) модель, полученная из трехмерного уравнения конвекции-диффузии плотности взвеси  $\varphi$ . Исходное уравнение взято в виде [напр. 1]:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{\partial u \varphi}{\partial x} + \frac{\partial v \varphi}{\partial y} + \frac{\partial w \varphi}{\partial z} + \xi \frac{\partial \varphi}{\partial z} - \frac{\partial}{\partial z} v \frac{\partial \varphi}{\partial z} - \mu \Delta \varphi = f \quad (1)$$

Здесь  $\mu$  — коэффициент горизонтальной диффузии,  $v$  — коэффициент вертикальной диффузии,  $f$  — производительность внешнего источника взвеси.  $\Delta \varphi$  — включает производные только по координатам в плоскости —  $x$  и  $y$ ,  $\xi$  — гидравлическая крупность взвеси в стоячей воде.

Начальные условия:

$$\varphi = 0 \text{ при } t = 0 \quad (2)$$

Граничные условия:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial z} = 0 \text{ на границах акватории } \Sigma$$

$$\xi \varphi - v \frac{\partial \varphi}{\partial z} = \xi \alpha \varphi \text{ на поверхности дна } \Sigma_H \quad (3)$$

$$\xi \varphi - v \frac{\partial \varphi}{\partial z} = 0 \text{ на поверхности воды } \Sigma_0$$

Значения параметра  $\alpha$  зависят от адсорбирующих свойств поверхности дна. При полностью адсорбирующей поверхности  $\alpha = \infty$  (т.е. на дне должно выставляться условие  $\varphi = 0$ ). Если считаются отсутствующими диффузионные потоки на дне, т.е.  $\partial \varphi / \partial z = 0$ , тогда  $\alpha = 1$ . Последнее условие из (3) означает отсутствие потока взвеси через поверхность сплошной фазы.

Сплошную среду считаем однородной и несжимаемой. Тогда компоненты  $u$ ,  $v$  и  $w$  вектора скорости  $\vec{u}$ :

$$\vec{u} = \vec{1}_x u + \vec{1}_y v + \vec{1}_z w \quad (4)$$

удовлетворяют уравнению непрерывности:

$$\operatorname{div} \vec{u} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \quad (5)$$

Кроме того, считаем, что:

$$w = 0 \text{ при } z = 0, z = H. \quad (6)$$

Введем усредненные по глубине акватории значения:

$$\bar{\phi} = \frac{1}{H} \int_0^H \phi dz, \bar{f} = \frac{1}{H} \int_0^H f dz. \quad (7)$$

Тогда вместо (1) получим:

$$\frac{\partial \bar{\phi}}{\partial t} + \frac{\partial u \bar{\phi}}{\partial x} + \frac{\partial v \bar{\phi}}{\partial y} + \bar{\sigma} \bar{\phi} = \mu \Delta \bar{\phi} + \bar{f} \quad (8)$$

где:

$$\bar{\sigma} = \frac{\xi \alpha}{H} \quad (9)$$

- усредненное по высоте количество взвеси, выпадающей на дно вследствие движения частиц взвеси под действием силы тяжести и наличия вертикальной диффузии.

Компоненты скорости будем считать усредненными по глубине акватории:

$$\bar{u} = \frac{1}{H} \int_0^H u dz, \bar{v} = \frac{1}{H} \int_0^H v dz \quad (10)$$

Кроме того, будем предполагать, что скорости зависят от координат  $x$  и  $y$  настолько медленно, что при проведении численных расчетов можно считать их постоянными в пределах части области, для которой уравнение записывается в приближенном виде.

Далее будем рассматривать двумерный вариант, опуская везде для простоты записи черту сверху.

Введем оператор:

$$L = u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} - \mu \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) \quad (11)$$

Тогда уравнение (8) можно переписать в виде:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + \sigma \phi + L\phi = f \quad (12)$$

Уравнение (12) необходимо решить с нулевыми начальными условиями и условием «непротекания», заданным на границах акватории:

$$\frac{\partial \phi}{\partial n} = 0 \quad (13)$$

Решение ищем в виде:

$$\phi = \int_0^t \Phi(x, y, t - \tau) d\tau \quad (14)$$

Подставляя в уравнение (12), получим следующую задачу для функции  $\Phi$ :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi}{\partial t} + \sigma \Phi + L\Phi &= 0 \\ \Phi(x, y, 0)_{t=\tau} &= f(x, y, \tau) \end{aligned} \quad (15)$$

Функцию  $\Phi$  будем искать в виде:

$$\Phi = e^{-\sigma(t-\tau)} \psi(x, y, t - \tau) \quad (16)$$

Подставляя (16) в (15), для функции  $\psi$  получим:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \psi}{\partial t} + L\psi &= 0 \\ \psi(x, y, 0)_{t=\tau} &= f(x, y, \tau) \end{aligned} \quad (17)$$

В виде (17) записаны всевозможные задачи определения функций  $\psi$  для различных значений начального момента времени  $\tau$ . При этом должны использоваться соответствующие этим моментам времени значения функции  $f(x, y, \tau)$ . В дальнейших расчетах положим  $\alpha = 1$ , что формально соответствует отсутствию диффузионных потоков взвеси в сторону дна. Фактически эти потоки при расчетах учитываются путем использования имеющихся в литературных источниках экспериментально определенных значений гидравлической крупности [2, 3]. Тогда вместо (9) можно записать:

$$\bar{\sigma} = \frac{\xi}{H} \quad (18)$$

Значение коэффициента горизонтальной турбулентной диффузии определяется по формуле Л.Д. Пухтыра и Ю.С. Осипова [4]:

$$\mu = 0.032 + 21.8u^2 \quad (19)$$

где  $u^2$  — значение скорости течения сплошной фазы в точке, где определяется коэффициент турбулентной диффузии. Необходимые для проведения расчетов компоненты скорости течения сплошной фазы  $u$  и  $v$  рассчитываются методом полных потоков [5].

## 2.2 Учет мультidisперсности взвеси

Поток взвеси внешнего источника содержит частицы разного диаметра, поступающие со скоростями, имеющими разные амплитуды  $f_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ . При этом:

$$f = \sum_{i=1}^n f_i \quad (20)$$

Поскольку стоит задача расчета стационарного режима, будем считать, что функция  $f$  задает постоянное в плоскости и не изменяющееся со временем распределение источников взвеси. Положим в задаче (17) амплитуду  $f = 1$ . Тогда бесконечный набор задач (17) вырождается в одну задачу, а её решение  $\psi_{ед}$  будет пригодно для любой скорости поступления дисперсной фазы — достаточно умножить его на соответствующее амплитудное значение  $f_i$ . Затем можно получить выражение для функции  $\phi_i$ ; для этого нужно умножить решение на экспоненциальный множитель, содержащий соответствующую частицам данного диаметра гидравлическую крупность  $\xi_i$ :

$$\phi_i = f_i e^{\frac{-\xi_i}{H}(t-\tau)} \psi_{ед} \quad (21)$$

Выражение для полной функции  $\phi$  можно получить, просуммировав выражения (21) по  $i$ :

$$\phi = \psi_{ед} \sum_{i=1}^n f_i e^{\frac{-\xi_i}{H}(t-\tau)} \quad (22)$$

Подставив (22) в (14), получим общее решение задачи (12), (13):

$$\phi = \int_0^t \sum_{i=1}^n f_i e^{-\frac{w_i}{H}(t-\tau)} \psi_{ед}(x, y, t - \tau) dt \quad (24)$$

Для расчетов удобнее использовать вместо функции  $\psi_{ед}$  функцию, рассчитанную для реальной амплитуды. Для этого умножим и разделим уравнение (24) на  $f$ . Тогда функция  $f \cdot \psi_{ед}$  будет снова решением задачи (17), а в качестве  $f_i$  будут использоваться относительные скорости поступления взвеси:

$$f_i = \frac{f_i}{f} \quad (25)$$

Тогда выражение (24) можно переписать в виде:

$$\phi = \int_0^t \sum_{i=1}^n f_i e^{-\frac{\xi_i}{H}(t-\tau)} \psi(x, y, t - \tau) dt \quad (26)$$

где функция  $\psi$  является решением задачи (17).

### 2.3 Высота отложений взвеси на дне

На единицу поверхности дна в единицу времени опускается количество взвеси, заключенное в параллелепипеде высотой  $h_i = \xi_i \cdot 1\text{с}$  и равное  $\phi_i \cdot h_i \cdot 1\text{м}^2$ . Тогда скорость изменения массы взвеси на дне для  $i$ -той составляющей взвеси можно записать в виде:

$$\frac{dm_i}{dt} = \phi_i \xi_i = \int_0^t f_i \xi_i e^{-\frac{\xi_i}{H}(t-\tau)} \psi(x, y, t - \tau) dt \quad (27)$$

Интегрируя (27) с нулевыми начальными условиями и суммируя по  $i$ , получим:

$$m(t) = \int_0^t \int_0^\theta \sum_{i=1}^n f_i \xi_i e^{-\frac{\xi_i}{H}(t-\tau)} \psi(x, y, t - \tau) dt d\theta \quad (28)$$

С другой стороны, для массы, скопившейся на единице площади дна, можно записать (предполагается, что частицы различных диаметров имеют одинаковую плотность, что обычно достаточно точно выполняется):

$$m = V\rho = l(1 - \varepsilon)\rho \quad (29)$$

где  $\varepsilon \approx 0.44$  — коэффициент пористости [6].



Из (29) получим выражение для толщины слоя взвеси на дне  $l$ :

$$l = \frac{m}{\rho(1-\varepsilon)} \quad (41)$$

## 2.4 Проведение вычислений

Численное решение уравнений производится с применением метода конечных разностей. Для получения решения для стационарного случая используется метод установления. Значение функции в следующий момент времени вычисляется исходя из результатов расчета в предыдущий момент времени. Вычисления прекращаются после того, как максимальное изменение значения функции — в нашем случае плотности взвеси — становится меньше заданного значения  $eps$ :

$$|\phi^{t+\Delta t} - \phi^t| < eps.$$

При решении уравнения использован метод переменных направлений по Марчуку [7]. Полученные уравнения решались по полунеявной схеме Кранка-Николсон. Для полученных по этой схеме уравнений выполняются необходимые условия для решения их методом трехточечной прогонки, которая и используется для проведения вычислений. Одновременно на каждом временном шаге методом трапеций вычисляются интегралы по времени.

При проведении расчетов накапливаются данные для вычисления интегральных параметров.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

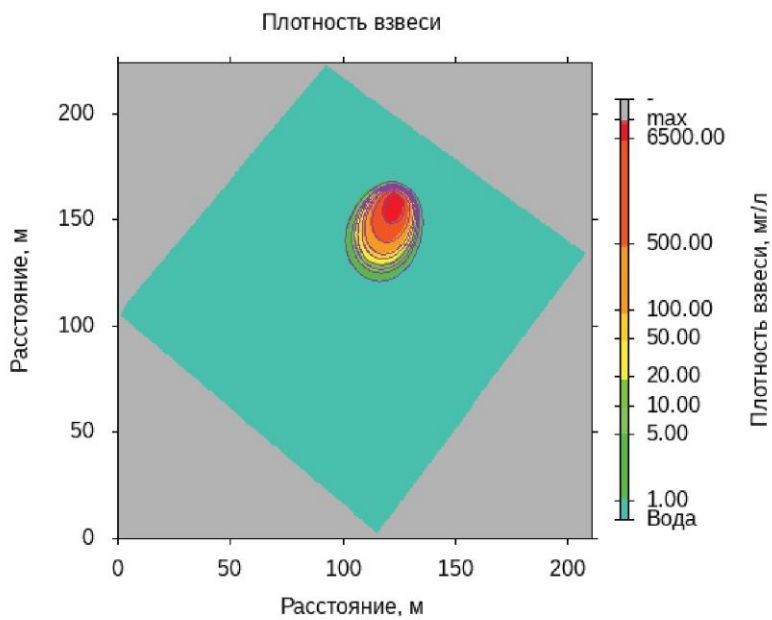
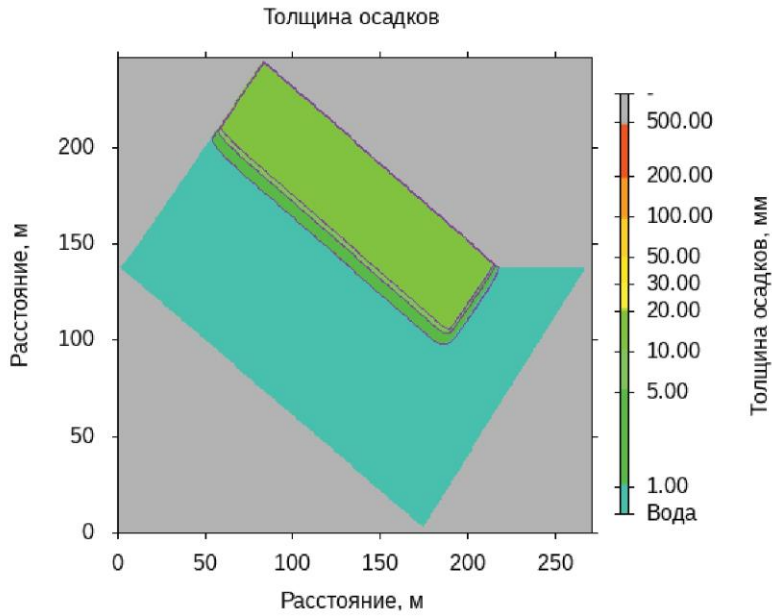
Основные результаты моделирования при проведении работ по восстановлению отметок дна гидротехнических сооружений, эксплуатируемых ООО «ПТП», представлены ниже.

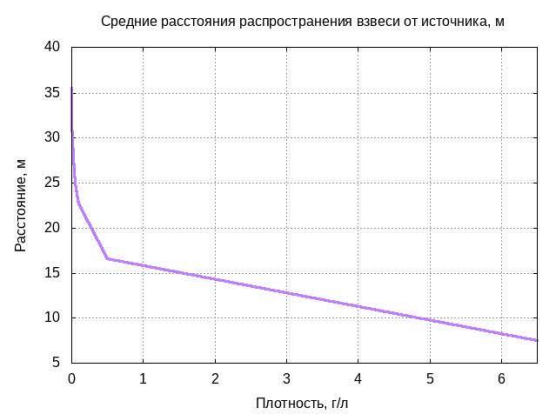
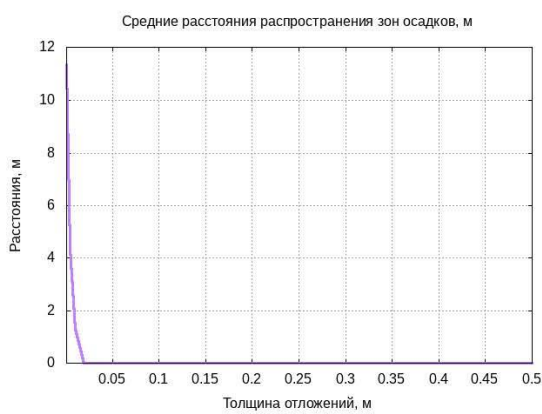
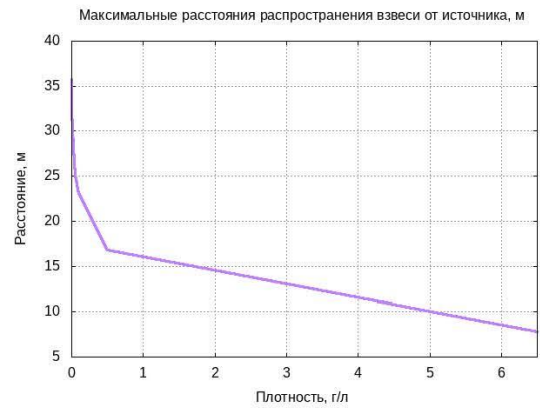
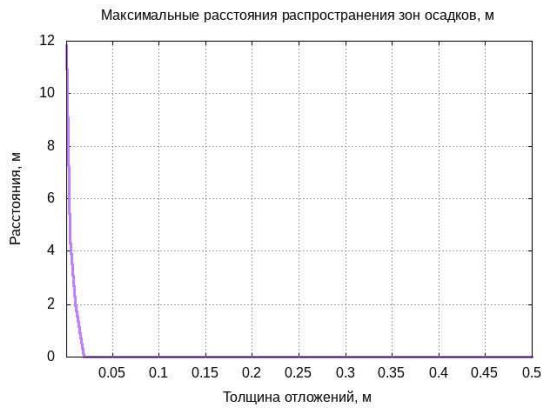
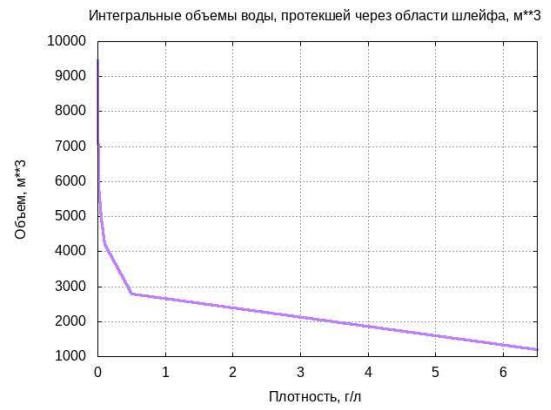
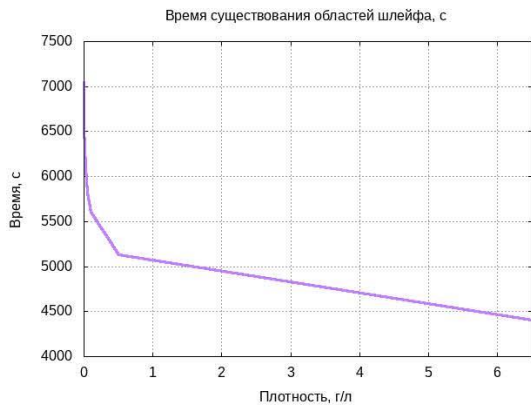
Для каждого участка производства работ, являющегося источником загрязнения, приведены рисунки с изолиниями толщины слоя выпавшего осадка взвешенных веществ, а также изображения облаков взвеси с разными концентрациями.

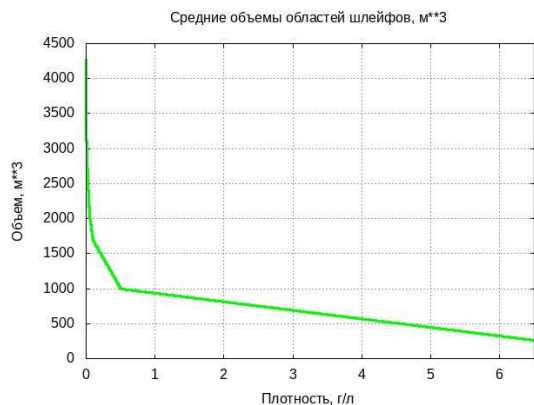
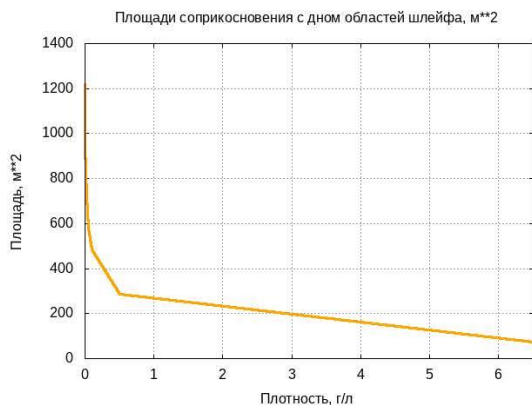
В таблицах для каждого участка представлены следующие значения:

- средние объемы областей шлейфов;
- площади соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин;
- средние расстояния распространения взвеси от источника;
- время существования областей шлейфа с различными концентрациями;
- среднее время существования областей шлейфа;
- максимальное значение плотности взвеси, мг/л;
- интегральные объемы воды, протекшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси;
- площади выпадения на дно взвешенных веществ с различной толщиной отложений;
- средние расстояния распространения зон осадков;
- максимальные расстояния распространения зон осадков.

### 3.1 Причалы 6,7







Средние объемы областей шлейфов, м**3							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
4269,55	3307,08	2912,01	2519,39	2035,70	1693,54	1000,62	263,39
Площади соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин, м**2							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
1219,87	944,88	832,00	719,83	581,63	483,87	285,89	75,25
Средние расстояния распространения взвеси от источника, м							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
35,54	31,68	29,82	27,85	24,91	22,69	16,65	7,48
Максимальные расстояния распространения взвеси от источника, м							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
35,70	32,08	30,36	28,11	25,14	23,07	16,78	7,83
Время существования областей шлейфа, с							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
7045,80	6534,00	6316,20	6100,20	5817,20	5606,40	5127,20	4404,80
Среднее время существования областей шлейфа, с							
5868,97							
Максимальное значение плотности взвеси, мг/л							

60242,2 2									
Интегральные объемы воды, протекшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, м**3									
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л		
9446,29	7456,85	6687,48	5861,88	4933,36	4206,94	2788,39	1195,89		
Площади выпадения на дно взвешенных веществ с различной толщиной отложений, м**2									
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм	
2192,20	916,33	388,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Средние расстояния распространения зон осадков, м									
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм	
11,33	4,37	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Максимальные расстояния распространения зон осадков, м									
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм	
11,84	4,51	2,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

### 3.2 Причал 5

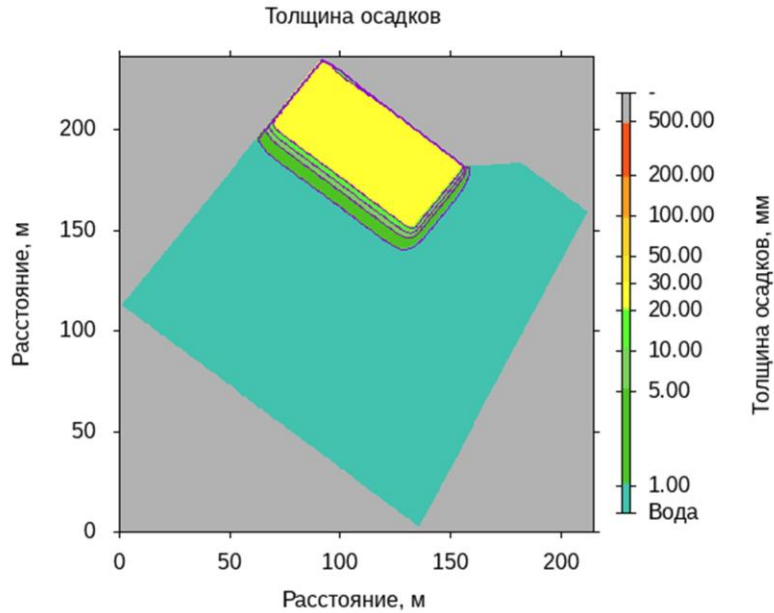


Рисунок 4. Слой выпавшего осадка взвешенных веществ.

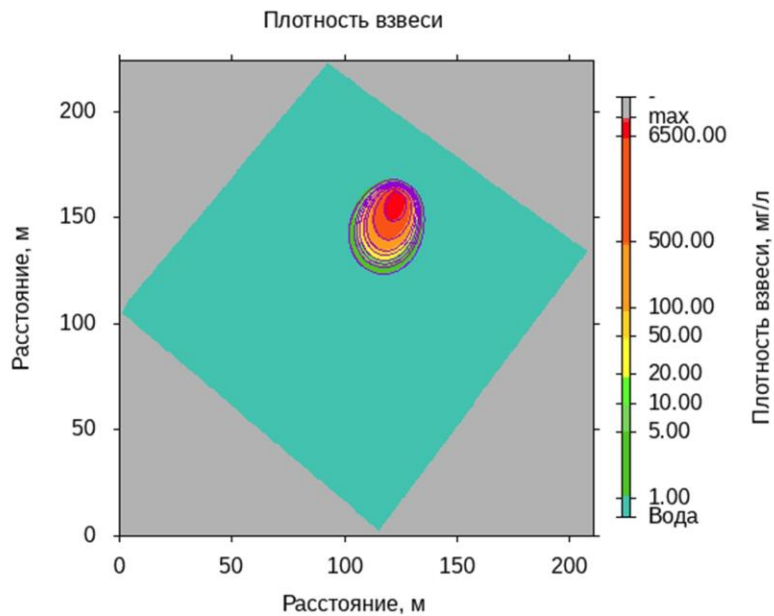
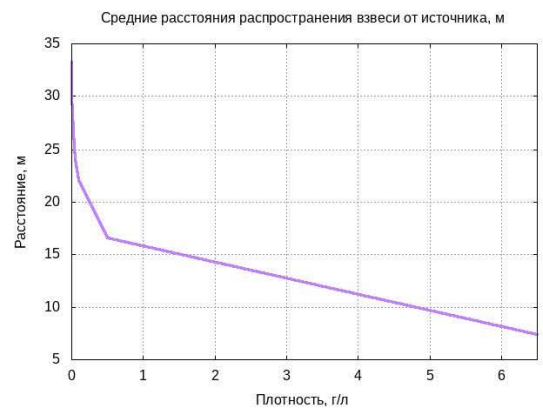
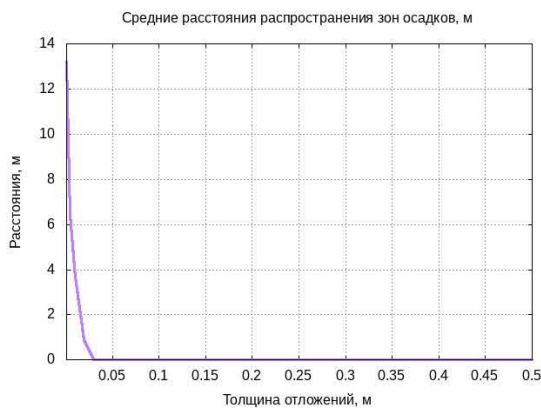
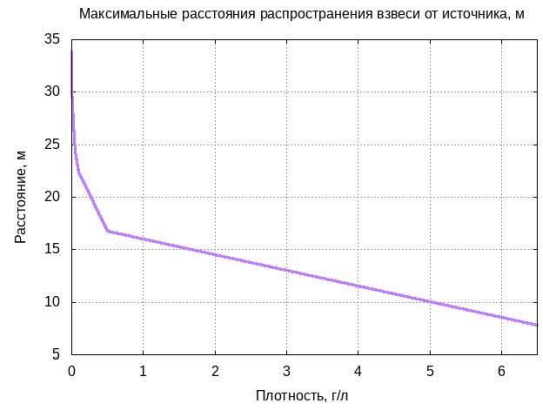
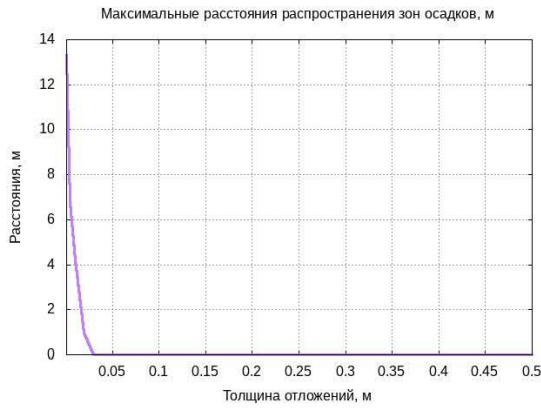
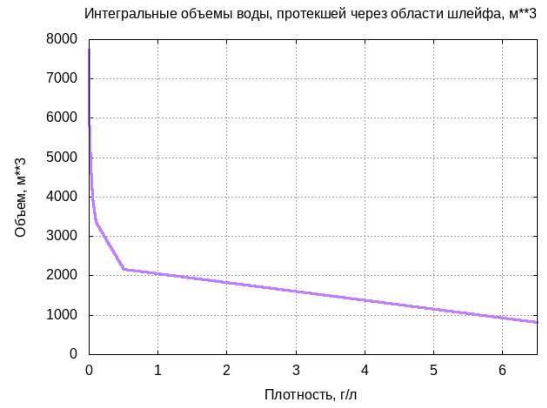
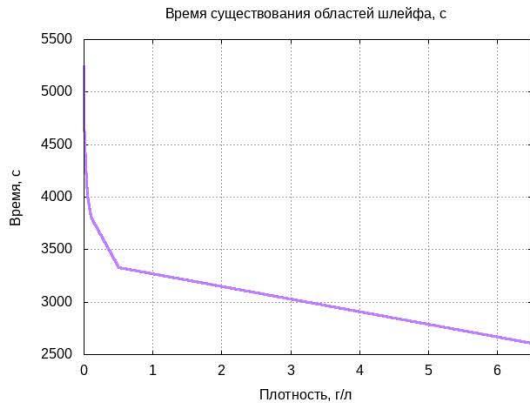
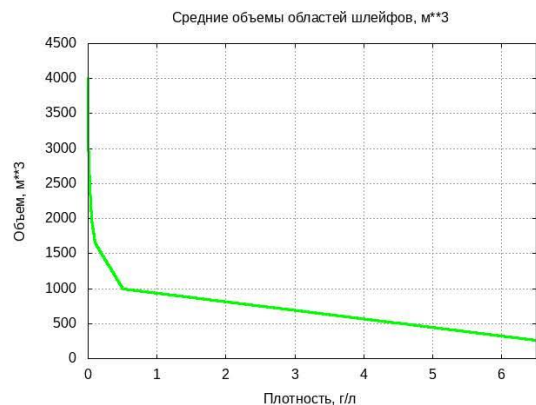
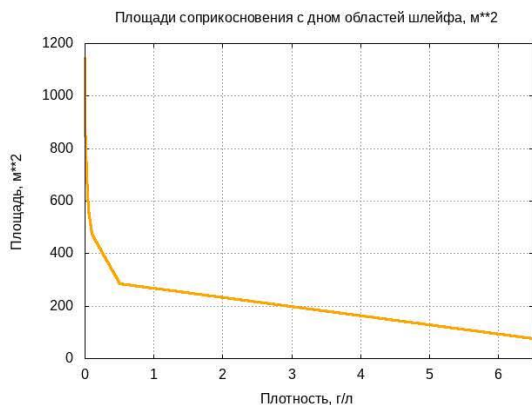


Рисунок 5. Объёмы облака с концентрациями взвешенных веществ, превышающими заданные значения.







Средние объемы областей шлейфов, м**3							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
4001,24	3142,16	2787,70	2430,77	1987,70	1659,08	995,69	262,15
Площади соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин, м**2							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
1143,21	897,76	796,48	694,51	567,91	474,02	284,48	74,90
Средние расстояния распространения взвеси от источника, м							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
33,29	30,02	28,48	26,61	24,08	22,04	16,59	7,38
Максимальные расстояния распространения взвеси от источника, м							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
33,80	30,36	28,76	26,92	24,31	22,42	16,78	7,83
Время существования областей шлейфа, с							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
5245,80	4734,00	4516,20	4300,00	4017,20	3806,40	3327,20	2604,60
Среднее время существования областей шлейфа, с							
4068,92							
Максимальное значение плотности взвеси, мг/л							

60242,1 0									
Интегральные объемы воды, протекшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, м**3									
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л		
7724,82	6148,74	5430,99	4786,88	3988,74	3365,52	2155,84	813,55		
Площади выпадения на дно взвешенных веществ с различной толщиной отложений, м**2									
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм	
1400,72	700,17	411,91	109,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Средние расстояния распространения зон осадков, м									
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм	
13,17	6,41	3,68	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Максимальные расстояния распространения зон осадков, м									
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм	
13,31	6,77	4,23	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

### 3.3 Причал 10

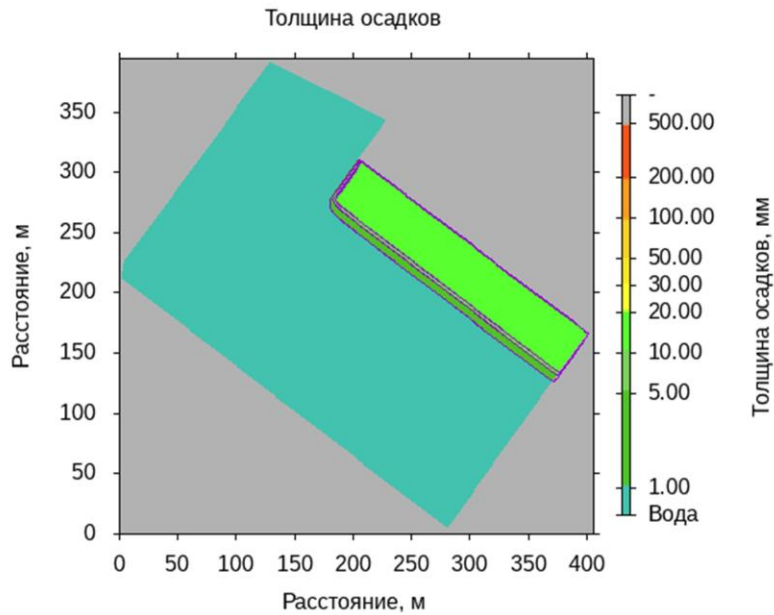


Рисунок 6. Слой выпавшего осадка взвешенных веществ.

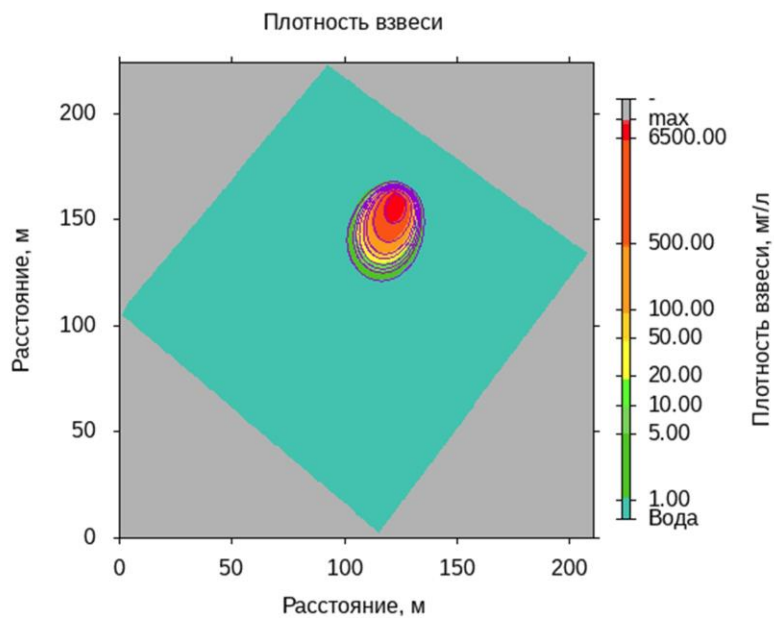
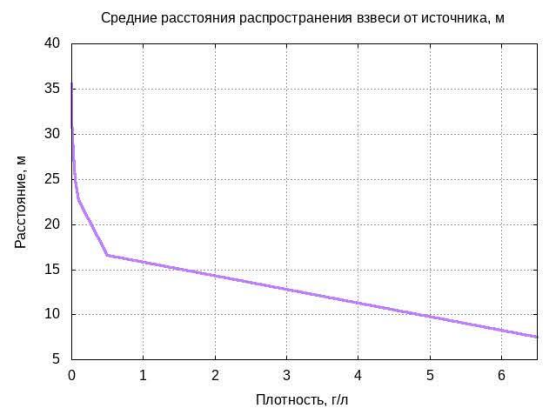
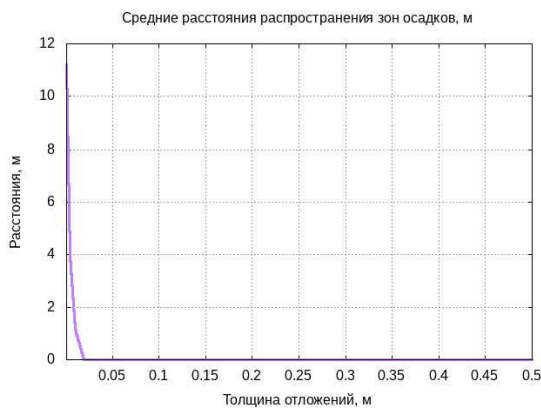
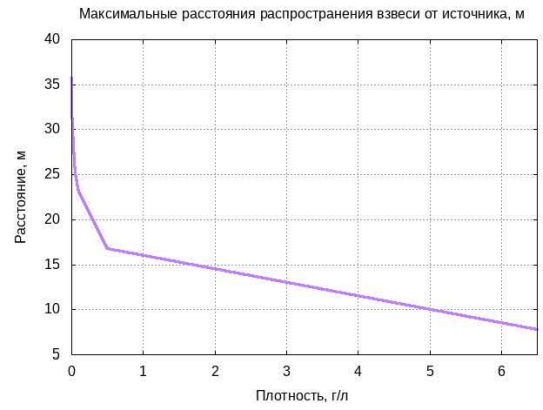
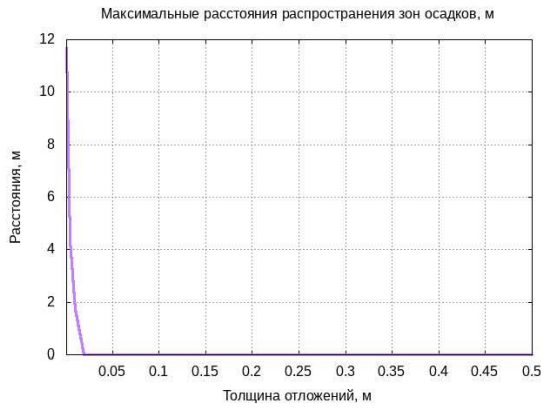
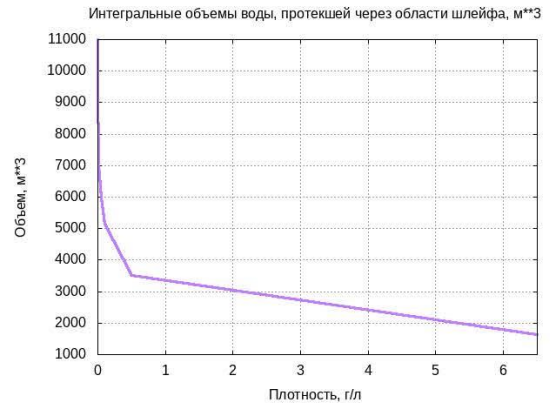
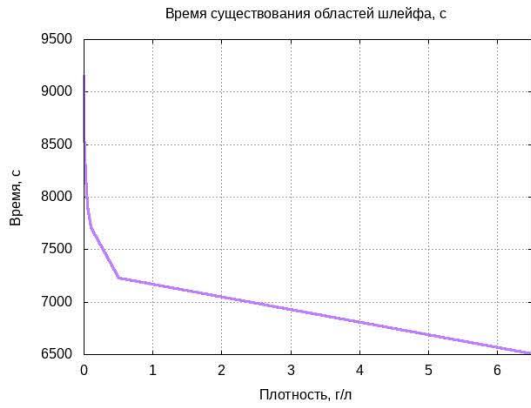
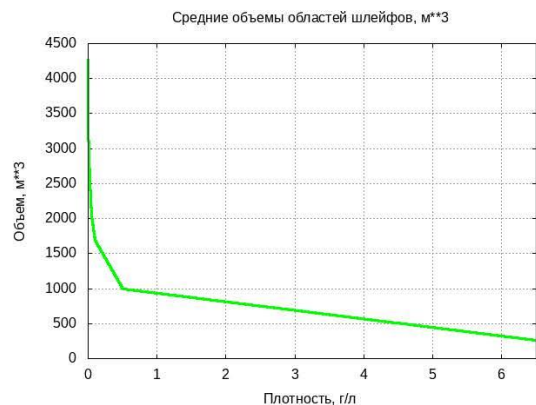
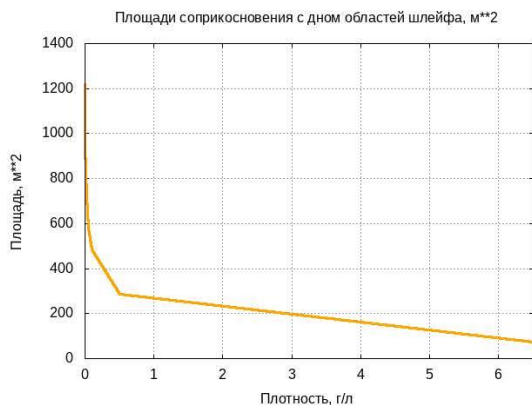


Рисунок 7. Объёмы облака с концентрациями взвешенных веществ, превышающими заданные значения.





Средние объемы областей шлейфов, м**3							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
4269,55	3307,08	2912,01	2519,39	2035,70	1693,54	1000,62	263,39
Площади соприкосновения с дном областей шлейфа с концентрацией выше заданных пороговых величин, м**2							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
1219,87	944,88	832,00	719,83	581,63	483,87	285,89	75,25
Средние расстояния распространения взвеси от источника, м							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
35,54	31,68	29,82	27,85	24,91	22,69	16,65	7,48
Максимальные расстояния распространения взвеси от источника, м							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
35,70	32,08	30,36	28,11	25,14	23,07	16,78	7,83
Время существования областей шлейфа, с							
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л
9147,80	8636,00	8418,20	8202,20	7919,20	7708,40	7229,20	6506,80
Среднее время существования областей шлейфа, с							
7970,97							
Максимальное значение плотности взвеси, мг/л							

60242,2 2									
Интегральные объемы воды, протекшей через области шлейфа с заданной концентрацией взвеси, м**3									
> 1 мг/л	> 5 мг/л	> 10 мг/л	> 20 мг/л	> 50 мг/л	> 100 мг/л	> 500 мг/л	> 6500 мг/л		
10990,6 8	8791,83	7943,93	7013,64	5980,41	5149,28	3521,32	1640,88		
Площади выпадения на дно взвешенных веществ с различной толщиной отложений, м**2									
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм	
2868,52	1138,26	463,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Средние расстояния распространения зон осадков, м									
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм	
11,19	3,98	1,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Максимальные расстояния распространения зон осадков, м									
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм	
11,66	4,34	1,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ю. Юрезанская, В. Котеров. Моделирование переноса взвешенных веществ на океаническом шельфе. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2011 г.;
2. Министерство автомобильных дорог РСФСР Государственный дорожный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт Гипродорнии. Руководство по составу материалов раздела проекта (рабочего проекта) «Охрана окружающей среды». Часть I. Автомобильные дороги и мостовые переходы. Одобрено Минавтодором РСФСР протокол № 23 от 18 апреля. Москва 1984 г.;
3. Министерство связи СССР, Главсвязьпроект, Институт по изысканиям и проектированию сооружений связи Гипросвязь. Методическое руководство по проектированию РП.1.204-1-84. Кабельные переходы связи через водные преграды с учетом требований охраны окружающей среды. Москва, 1984 г.;
4. Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Приказ от 17 декабря 2007 г. № 333 Об утверждении методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей;
5. А.И. Фельзенбаум. Теоретические основы и методы расчета установившихся морских течений. Издательство Академии Наук СССР. 1960 г.;
6. Г.М. Островский. Прикладная механика неоднородных сред. Санкт-Петербург. 2000 г.;
7. Г.И. Марчук. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. М.: Наука 1982 г.;
8. Предоставленные заказчиком данные при проведении работ по восстановлению отметок дна гидротехнических сооружений, эксплуатируемых ООО «ПТП».

**Приложение 3. Прейскурант цен на поставку объектов аквакультуры  
Северо-Западного филиала ФГБУ «Главрыбвод»**



Приложение № 5  
к приказу ФГБУ «Главрыбвод»  
от «23» мая 2022 г. № 106

## ПРЕЙСКУРАНТ

цен на поставку объектов аквакультуры (продукции аквакультуры),  
оказание услуг, выполнение работ, в рамках приносящей доход деятельности  
на основании договоров, заключаемых Северо-Западным филиалом  
ФГБУ «Главрыбвод» с физическими и юридическими лицами на 2022 год

### (Северо-Западный филиал ФГБУ «Главрыбвод»)

Раздел I		
Разработка, издание и реализация справочных и информационных материалов по вопросам аквакультуры (рыбоводства) и иной полиграфической продукции		
№ п/п	Наименование работ (услуг)	Стоимость (руб.)
1	Подготовка и изготовление рыбопромыслового журнала	551,76
2	Составление паспорта рыбопромыслового участка, в том числе определение границ рыбопромыслового участка	21 755,90

Раздел II			
Осуществление работ по выращиванию и разведению объектов аквакультуры			
№ п/п	Наименование рыбоводной продукции	Ед. измерения	Отпускная цена (руб.)
1	2	3	6
1	Годовиков лососевых видов рыб лосося атлантического ((семги), кумжи (форели)), средней взвешенной навеской до 25 граммов	шт	680,00
2	Сеголеток сиговых видов рыб, средней взвешенной навеской 15 граммов	шт	177,00
3	Сеголеток судака, средней взвешенной навеской от 3 до 10 граммов	шт	140,00
4	Молодь хариуса европейского средней взвешенной навеской от 0,02 до 0,1 граммов	шт	25,84
5	Молодь хариуса европейского средней взвешенной навеской от 0,15 до 0,2 граммов	шт	31,60
6	Молодь хариуса европейского средней взвешенной навеской от 0,3 до 0,5 граммов	шт	40,99
7	Молодь сига средней взвешенной навеской от 0,02 до 0,06 граммов	шт	25,84
8	Молодь сига средней взвешенной навеской от 0,07 до 0,08 граммов	шт	28,00
9	Личинка щуки, средней взвешенной навеской 0,01 граммов	шт	1,51
10	Личинка миноги, средней взвешенной навеской до 0,0005 граммов	шт	1,47
11	Личинка ряпушки, средней взвешенной навеской до 0,001 граммов	шт	0,47



## **Приложение 4. Библиография**

1. Методика определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния» (утв. приказом Росрыболовства от 6 мая 2020 г. № 238).
2. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам (утв. приказом Минсельхоза России от 31 марта 2020 г. № 167).
3. Joint I. R., Pomroy A.J. Primary production in a turbid estuary // *Estuar. cstl Shelf Sci.*, 1981. Vol. 13. P. 303-316.
4. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. - М : Изд-во ВНИРО, 2001. - 247 с.
5. Матвеев А.А., Волкова В.М. Формирование загрязнения рыбохозяйственных водоемов взвешенными минеральными частицами // *Дноуглубительные работы и проблемы охраны рыбных запасов и окружающей среды рыбохозяйственных водоемов.* - Астрахань, 1984. – С 69-70.
6. Лесников Л.А. Влияние перемещения грунтов на рыбохозяйственные водоемы // *Тр. ГосНИОРХ*, 1986. Вып. 255. - С 11-17.
7. Maurer D., Keck R.T., Tinsman J.C, Leathem W.A. Vertical migration and mortality of benthos in dredged material. Part 1: Mollusca // *Marine Environmental Research*, 1980-81. Vol. 4. P. 299-319.
8. Maurer D., Keck R.T., Tinsman J.C., Leathem W.A., Wethe C, Lot·d C, Church T.M. Vertical migration and mortality of marine benthos in dredged material: a synthesis // *Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol.*, 1986. Vol. 771, N 1. P. 49-63.
9. Калиничева В.Г Влияние взвешенных веществ на рыб (икра, личинки, сеголетки) // *Труды ГосНИОРХ*, 1986. Вып. 255. С. 3 - 10.
10. Матишов Г. Г., Шпарковстий И.А., Назимов В.В. Воздействие дноуглубительных работ на биоту Баренцева моря при обустройстве Штокмановского газоконденсатного месторождения. // *Доклады АН Т.* 345, №1. – С. 138 - 141.
11. ООО «Морстройтехнология». Капитальный ремонт причалов №№3, 4. Замена пала П-28. Раздел 8 «Перечень мероприятий по охране окружающей среды». Книга 2. Оценка воздействия на водные биоресурсы и среду их обитания в результате реализации проекта. 1588-2020-00-ООС.2.СУБ. Том 8.2. Санкт-Петербург. 2021 г.
12. Отчетная техническая документация по результатам инженерных изысканий по объекту: «Нефтеналивной терминал в г. Приморске. Нефтеналивной причал кад. № 47:01:0000000:23836 (причалы № 1 и № 2). Реконструкция. 2 этап. Увеличение несущей способности палов № 1-4, 7. 3 этап. Увеличение несущей способности палов № 8-14». Раздел 3. Инженерно-гидрометеорологические и инженерно-экологические изыскания. Часть 2. Инженерно-экологические изыскания. Книга 1. Текстовая часть. Том 3.2.1. Шифр – ТПП-126/24/18-ИЭИ.1000 «ФЕРТОИНГ», 2018 г.
13. Берг Л.С. 1940. Рыбы Финского залива. *Известия ВНИОРХ* 23: – с.3-46.
14. Галкина Н.П., Широков Л.В. 1978. О распределении и численности личинок рыб в восточной части Финского залива // *Изв. ГосНИОРХ*, вып.129. Л. – 43-52с.
15. Кудерский Л.А. 1999. Состав и многолетние изменения рыбного населения в Невской губе и восточной части Финского залива // *Финский залив в условиях антропогенного воздействия.* Под ред. В.А Румянцева, В.Г. Драбковой. СПб, – с.257-303.
16. Алимов А.Ф. Голубков С.М. Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы /– Москва, КМК, 2008. – 477 с., ил.
17. NASA Ocean Color <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/data/aqua/>
18. Отчет по инженерно-экологическим изысканиям по объекту: «Нефтеналивной терминал в г. Приморске. Нефтеналивной причал кад. №47:01:0000000:23836 (причалы №№ 1, 2). Реконструкция», АО «Ленморниипроект», 2017 год
19. Выполнение рыбохозяйственного раздела (включая мероприятия по охране водных биологических ресурсов, расчет ущерба, наносимого водным биоресурсам и рыбным

запасам) по объекту «Нефтеналивной терминал в г. Приморске. Технологические трубопроводы НБ1, НБ2. Техническое перевооружение». Отчет о НИР. 2016. Фонды ФГБНУ «ГосНИОРХ»

20. Природоохранный Атлас Российской части Финского залива