

ГРУППА КОМПАНИЙ



	АО «ЮЖНИИМФ»	353900, г. Новороссийск, ул. Набережная им. адм. Серебрякова, 5	тел. (8617) 60-12-14 тел. (8617) 60-12-16 institute@ujnimf.ru
	ЧУ ОДПО «Научно-образовательный центр ЮЖНИИМФ»	353900, г. Новороссийск, ул. Набережная им. адм. Серебрякова, 5	тел. (8617) 60-12-15 тел. (8617) 60-12-16 sdo@ujnimf.ru
	ООО «ЮЖНИИМФ-Сервис»	353924, г. Новороссийск, ул. Рыбацкая, 102	тел. (8617) 60-12-14 тел. (8617) 60-12-16 msv@ujnimf.ru
	ООО «Научно-исследовательский комплекс «ИКТИН-ЛАБ»	353900, г. Новороссийск, ул. Карла Маркса, 6	тел. (800) 511-66-74 тел. (8617) 60-12-14 infolab@iktingroup.ru

Экз. № _____

Выполнение изыскательских и проектных работ на реконструкцию объектов Северного грузового района морского терминала Углегорск морского порта Шахтерск: Южный мол, Северная оградительная стенка, Западный мол

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел ПД № 8. Мероприятия по охране окружающей среды

Подраздел ПД № 2. Водные биологические ресурсы

011/03/2021-ООС.ВБР

Том 6

**Новороссийск
2022**



Акционерное общество

**Южный морской научно-исследовательский
и проектно-конструкторский институт имени
Адмирала Флота Советского Союза И.С. Исакова**

353900, Краснодарский край, г. Новороссийск,
ул. Революции 1905 г. / Набережная им. адмирала Серебрякова, д. № 1/5

приёмная (8617) 60-12-14 e-mail: institute@ujniimf.ru ИНН/КПП 2315185366 / 231501001
учебный центр (8617) 60-12-15 institute@южниимф.рф ОКПО 21792519
бухгалтерия (8617) 60-12-16 web: http://ujniimf.ru ОГРН 1142315000266

Экз. № _____

**Выполнение изыскательских и проектных работ на
реконструкцию объектов Северного грузового района
морского терминала Углегорск морского порта
Шахтерск: Южный мол, Северная оградительная стенка,
Западный мол**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел ПД № 8. Мероприятия по охране окружающей среды

Подраздел ПД № 2. Водные биологические ресурсы

011/03/2021-ООС.ВБР

Том 6

**Генеральный директор
АО «ЮЖНИИМФ»**

**Главный инженер проекта,
начальник СПП АО «ЮЖНИИМФ»**



С.В. Маценко

К.В. Высоцкий

**Новороссийск
2022**

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

011/03/2021-ООС.ВБР

Содержание

	ОРГАНИЗАЦИЯ И СОСТАВ ПРОЕКТА	5
1	ОБЩАЯ ЧАСТЬ	7
2	КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩЕГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ	8
2.1	Фитопланктон	8
2.2	Зоопланктон	15
2.3	Зообентос	19
2.4	Ихтиопланктон	22
2.5	Промысловые водоросли и беспозвоночные	24
2.6	Ихтиофауна и рыбохозяйственное значение акватории	27
2.6.1	Редкие и охраняемые виды рыб и беспозвоночных	29
2.6.2	Наличие и характеристика рыбоводных заводов и предприятий марикультуры	31
2.7	Морские млекопитающие	33
2.7.1	Видовой состав и численность морских млекопитающих	33
2.7.2	Редкие и охраняемые виды морских млекопитающих	37
3	ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАНИРУЕМОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ	39
3.1	При осуществлении реконструкции	39
3.2	В режиме эксплуатации	42
4	РАСЧЕТ УЩЕРБА, НАНОСИМОГО ВОДНЫМ БИОРЕСУРСАМ	43
4.1	Расчет ущерба водным биоресурсам от снижения продуктивности фитопланктона	43
4.2	Расчет ущерба водным биоресурсам от гибели зоопланктона	44
4.3	Расчет ущерба водным биоресурсам от гибели икры и личинок рыб	45
4.4	Расчет ущерба водным биоресурсам вследствие гибели зообентоса	46
4.5	Общий ущерб водным биоресурсам при проведении работ	47
5	СВЕДЕНИЯ О ПЛАНИРУЕМЫХ МЕРАХ ПО СОХРАНЕНИЮ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И СРЕДЫ ИХ ОБИТАНИЯ	48

СОГЛАСОВАНО				

Взам. инв. №

Подпись и дата

011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разработал		Антонова С.А.		<i>Антонова</i>	05.22	Перечень мероприятий по охране окружающей среды. Водные биологические ресурсы	Страница	Лист	Листов
Проверил		Пиень В.Ю.		<i>Пиень</i>	05.22		П	3	109
ГИП		Высоцкий К.В.		<i>Высоцкий</i>	05.22		АО «ЮЖНИИМФ»		
Нач. отд.		Пиень В.Ю.		<i>Пиень</i>	05.22				
Н. контр.		Высоцкий К.В.		<i>Высоцкий</i>	05.22				

6 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ 50

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 52

ПРИЛОЖЕНИЯ 53

Приложение 1. Моделирование распространения взвеси 54

Приложение 2. Заключение Федерального агентства по рыболовству 103

Приложение 3. Библиография 104

Инф. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР						011/03/2021-00С.ВБР	Лист
		Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись		
Взам. инв. №								
Подпись и дата								

Организация и состав проекта

№ тома	Шифр раздела	Исполнитель (АО «ЮжНИИМФ», если не указано иное)	Наименование раздела	Арх. №
Проектная документация				
1	011/03/2021-ПЗ		Раздел ПД № 1. Пояснительная записка	
2	011/03/2021-ПЗУ		Раздел ПД № 2. Схема планировочной организации земельного участка	
3	011/03/2021-КР		Раздел ПД № 4. Конструктивные решения	
4	011/03/2021-ПОС		Раздел ПД № 7. Проект организации строительства	
5	011/03/2021-ООС.ОВОС		Раздел ПД № 8. Мероприятия по охране окружающей среды	
			<i>Подраздел ПД № 1. Оценка воздействия на окружающую среду. Сводные результаты ОВОС</i>	
6	011/03/2021-ООС.ВБР		Подраздел ПД № 2. Водные биологические ресурсы	
7	011/03/2021-ООС.ПМ		<i>Подраздел ПД № 3. Планируемые мероприятия</i>	
8	011/03/2021-ПБ		Раздел ПД № 9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности	
9	011/03/2021-СМ		Раздел ПД № 12. Смета на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объекта капитального строительства	
			Раздел ПД № 13. Иная документация в случаях, предусмотренных законодательными и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации	
10	011/03/2021-ДБГ		<i>Подраздел ПД № 1. Декларация безопасности гидротехнических сооружений</i>	
			<i>Подраздел ПД № 2. Перечень мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, мероприятий по противодействию терроризму</i>	
11	011/03/2021-ГОЧС		<i>Подраздел ПД № 3. Безопасность мореплавания</i>	
12	011/03/2021-БМ		<i>Подраздел ПД № 4. Средства навигационного оборудования</i>	
13	011/03/2021-СНО			

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

5

14	011/03/2021-ИР		<i>Подраздел ПД № 5. Использование инновационных решений в области конструирования гидротехнических сооружений, применения прогрессивных защитных покрытий, безопасности мореплавания</i>	
Отчетная документация по результатам инженерных изысканий				
15	011/03/2021-ИГДИ		Технический отчет об инженерно-геодезических изысканиях	
16	011/03/2021-ИГИ		Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях	
17	011/03/2021-ИГМИ		Технический отчет об инженерно-гидрометеорологических изысканиях	
18	011/03/2021-ИЭИ		Технический отчет об инженерно-экологических изысканиях	
19	011/03/2021-ИГФИ	АО «Сахалинский трест инженерно-строительных изысканий»	Технический отчет об инженерно-геофизических изысканиях	
20	011/03/2021-ИГДИ.2	АО «Сахалинский трест инженерно-строительных изысканий»	Технический отчет об инженерно-геодезических изысканиях	
21	011/03/2021-ИГИ.2	АО «Сахалинский трест инженерно-строительных изысканий»	Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях	
22	011/03/2021-ИЭИ.2		Технический отчет об инженерно-экологических изысканиях	

Инф. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

6

1 Общая часть

Настоящая проектная документация разрабатывается в целях выполнения работ по Реконструкции объектов Северного грузового района морского терминала Углегорск морского порта Шахтерск: Южный мол, Северная оградительная стенка, Западный мол (далее Объект) в соответствии с Техническим заданием (приложение 1 к разделу 1 «Пояснительная записка» настоящей проектной документации).

Целями разработки материалов настоящего раздела являются:

- обоснование соответствия планируемых к применению технологических решений в области экологической безопасности и охраны окружающей среды;
- обеспечение экологической безопасности населения, проживающего на территории города Углегорск;
- проведение планируемых технологических операций в соответствии с нормами экологической безопасности;
- сохранение биологического разнообразия, чистоты воздуха, источников водоснабжения и других природных объектов, исторического наследия народа;
- внедрение высокопроизводительного мало- или безотходного технологического оборудования и техники.

Основными задачами материалов настоящего раздела являются:

- анализ состояния акватории, на которую может оказать влияние реконструкция Объекта (состояние природной среды, наличие и характер антропогенной нагрузки и т.п.);
- выявление возможных воздействий от реконструкции Объекта на окружающую среду;
- оценка воздействий на окружающую среду от реконструкции и последующей эксплуатации Южного мола, Северной оградительной стенки, Западного мола;
- определение мероприятий, уменьшающих, смягчающих или предотвращающих негативные воздействия;
- определение компенсационных мероприятий в случае нанесения негативного воздействия на окружающую среду в результате реализации реконструкции Объекта.

Описание особенностей проведения работ в условиях действующего предприятия, обоснование принятой организационно-технологической схемы, определяющей последовательность проведения работ, описание потребности в кадрах, машинах, механизмах и оборудовании, а также мероприятия и проектные решения по определению технических средств и методов работы, обеспечивающих выполнение нормативных требований охраны труда и окружающей среды при производстве работ приводится в разделе 6 («Проект организации строительства») и разделе 7 («Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства») настоящей документации.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

7

2 Краткая характеристика существующего состояния водных биологических ресурсов

Характеристика современного состояния водных биологических ресурсов Татарского пролива приведена по результатам анализа и обобщения мониторинговых исследований Сахалинского филиала ФГБНУ «ВНИРО» и других опубликованных данных, а также по результатам натурных исследований.

2.1 Фитопланктон

Фитопланктон является начальным звеном в круговороте органического вещества в океане, а процесс продуцирования органики определяет последующие трофические связи среди всех организмов.

Исследования по фитопланктону в Татарском проливе связаны с именами Г.И. Гайл и М.М. Гайл, сотрудников Сахалинского филиала ТИНРОс начала 1950-х гг. Проводимые ими работы были направлены на изучение таксономического состава фитопланктона Татарского пролива, а также планктонных водорослей-индикаторов различных водных масс, участвующих в формировании гидрологического режима Японского и Охотского морей в связи с подходом сельди. Таким индикатором послужило развитие *Thalassiosira nordenskioldii*, *Chaetoceros spp.*

В работах М.М. Гайл (1959–1962, 1963–1964), связанных с регулярными исследованиями фитопланктона на стандартном разрезе через Татарский пролив от поселка Антоново до приморского берега, представлены основные виды, такие, как: *Thalassiosira nordenskioldii*, *Chaetoceros*, *Lacinosus*, *Climacodium biconcavum*, *Bacteriastrum clelicatum*, *Hemiaulus Haucki*, *Rhizosolenia Stolterfothi*, *Ceratium macroceros*, *Goniaulax turbenii*, *Pontosphaera Huxley*.

В целом, в Татарском проливе Сахалина отмечаются планктонные сообщества, характеризующиеся наличием прибрежных видов, а также видов, присущих континентальному шельфу Охотского и Японского морей. Фитопланктон (свободно плавающие растения и микроводоросли) обычно характеризуется наличием диатомовых водорослей главным образом двух родов *Chaetoceros* и *Thalassiosira* (от 70 до 100% всех видов); важность других флагеллятов и зеленых водорослей возрастает лишь временно в летнее время года. Структура фитопланктонных сообществ постоянно меняется в результате изменений интенсивности и продолжительности светового дня, ледового покрытия, температуры, обилия питательных веществ, штормов и уровня выедания зоопланктоном, свободно плавающими животными (беспозвоночными и молодью рыбы).

По данным наблюдений, проведенных в 1980 г., средняя концентрация биомассы планктона по обеим сторонам острова Сахалин оценивалась от десятков до тысяч мг/м³ в зависимости от времени года [58]. Наибольшие значения наблюдались поздней весной после установления термоклина, умеренные значения – в летние месяцы, вторичный пик имел место в сентябре-октябре в связи с осенним перемешиванием более глубоких и богатых питательными веществами вод и поверхностных вод.

В переходной зоне от прибрежного мелководья к континентальному шельфу состав и обилие фитопланктона уменьшаются с одновременным ростом доли крупных форм зоопланктона и сокращением биомассы меньших форм растительного зоопланктона (фитофагов или микрозоопланктона).

Вдоль северо-западных берегов Татарского пролива фитопланктон исследован в различные сезоны года (Гайл, 1936). Диатомовый комплекс в январе-марте (у о-вов Петрова и Медного) холодноводный, он состоит из *Corethron hystrix*, *Thalassiosira nordenskioldii*, *Chaetoceros atlanticus*, *Coscinodiscus oculus-iridis* и *Denticula sp.* С апреля состав диатомей резко изменяется, наступает весенний сезон (апрель-июнь), в котором господствуют

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	011/03/2021-00С.ВБР	Листм

умеренно тепловодные виды: *Detonula confervacea*, *Leptocylindrus danicus*, *Stephanopyxis nipponica*, *Rhizosolenia styliformis* – и хетоцеросы: *Chaetoceros diadema*, *Ch. atlanticus*, *Ch. vanheurckii*, *Ch. constrictus*, *Ch. peruvianus*. Летний сезон (июль - первая половина сентября) характеризуется умеренно тепловодным и тепловодным диатомовым комплексом, в который входят *Skeletonema costatum*, *Cerataulina bergonii*, *Coscinodiscus marginatus*, *Thalassiosira excentrica*, *Rhizosolenia delicatula*, *hebetata*, *R. stolterforthii*, *Nitzschia seriata*, *Thalassionema nitzschioides*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Ch. decipiens*, *Cft. gracilis*, *Ch. densus*. Осенью (октябрь-ноябрь) качественный состав фитопланктона беднеет, и в нем появляются холодно-водные виды: *Thalassiosira nordenskioldii*, *T. decipiens*, *Coscinodiscus polychorda*, *Corethron hystrix*, *Coscinodiscus curvatulus*, *Asterionella japonica*, *Chaetoceros teres*. Всего в этом районе обнаружено 72 вида и разновидности диатомей.

Южнее северо-западных берегов Татарского пролива сезонная смена (в 1929 г.) протекала несколько иначе. Зимой подо льдом вегетировал преимущественно *Coscinodiscus oculus-iridis*. В последних числах февраля в массе развилась *Nitzschia frigida*. Ранней весной господствовал арктический комплекс: *Nitzschia frigida*, *Achnanthes taeniata*, *Navicula heuflerianar* в апреле этот комплекс пополнился *Amphiprora hyperborea* и *Fragilaria oceanica*. В течение апреля арктические компоненты выпали из планктона, а количественное развитие двух последних видов нарастало, и в мае наблюдался весенний расцвет их вегетации. Весенний комплекс был богат качественно и количественно, в нем насчитывалось 28 видов с преобладанием арктических форм: *Fragilaria oceanica*, *Thalassiosira bioculata*, *T. fragilis*, *T. hyalina*, *T. gravida*, *T. nordenskioldii*, *Amphiprora hyperborea*, *Bacterosira fragilis*. Летний сезон характеризовался умеренно тепловодным комплексом, в котором количественного развития достигали *Skeletonema costatum*, *Rhizosolenia hebetata f. semispina*, *Thalassionema nitzschioides*, *Chaetoceros decipiens*, *Ch. concavicornis*, *Ch. compressus*, *Thalassiosira decipiens* и другие, менее постоянные и единичные виды.

Исследование особенностей развития фитопланктонных сообществ в летне-осенний период 2015 г. показало, что в прибрежной зоне юго-западного (Татарский пролив) и южного (зал. Анива) побережий о-ва Сахалин отмечено массовое развитие преимущественно диатомовых, криптофитовых и динофитовых водорослей. Видовой состав фитопланктона двух обследованных районов представлен 465 видами, разновидностями и формами водорослей из девяти отделов. В качестве преобладающих по численности и биомассе отмечены 107 видов, разновидностей и форм диатомовых, зеленых, криптофитовых, динофитовых и эвгленовых водорослей, и из них 24 вида водорослей выступали как численные доминанты, а остальные – только в роли субдоминантов.

У юго-западного побережья численность водорослей с июня по октябрь изменялась от $1,147 \times 10^3$ кл./л (август) до $1683,318 \times 10^3$ кл./л (июль); максимальная биомасса водорослей формировалась в июле – $2174,9$ мг/м³, минимальная отмечена в августе – $6,5$ мг/м³.

По численности преобладали диатомовые водоросли, редко – криптофитовые.

В прибрежной зоне острова Сахалин отмечены потенциально токсичные и вредоносные водоросли: у юго-западного побережья, в основном, с умеренной или низкой численностью зарегистрированы виды рода *Pseudo-nitzschia* (массовая вегетация зафиксирована у вида *Ostreopsis siamensis* в сентябре на полигоне Антоново) [61].

В целом фитопланктон Татарского пролива формируют восемь отделов микроводорослей: диатомовые (Bacillariophyta), динофитовые (Dinophyta), золотистые (Chrysophyta), криптофитовые (Cryptophyta), зеленые (Chlorophyta), сине-зеленые (Cyanophyta), эвгленовые (Euglenophyta) и рафидофитовые (Raphidophyta). Всего было обнаружено 210 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей. Разнообразием видового состава отличались диатомовые (117 видов и внутривидовых таксонов) и динофитовые (70 таксонов), составлявшие вместе 89% от общего количества видов. Остальные отделы представлены небольшим числом видов: зеленые - семью, криптофитовые - шестью, золотистые - пятью, сине-зеленые - тремя и эвгленовые и рафидофитовые - одним видом.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

В августе фитопланктон имел незначительное развитие (50-60 тыс. кл./л) [53]. В прибрежье доминировали динофитовые водоросли, как по численности, так и по биомассе: *Ceratium fusus*, *Heterocapsa triquetra* [99]. Кроме них по биомассе доминировали динофитовые водоросли: *Proterothropsis vigilans*, по численности: *Prorocentrum minimum*, *Oxytoxum gracile*, *Heterocapsa rotundatum* криптофитовая *Plagioselmis sp.* Вертикальное распределение фитопланктона в фотическом слое характеризовалось наличием одного или нескольких максимумов, что в некоторой степени определялось температурными условиями и градиентом солености. В августе скопления фитопланктона располагались преимущественно в верхнем прогревом слое на горизонте 10 м, над слоем 15–20 м, где был отмечен температурный «скачок» в условиях отсутствия выраженного градиента солености [99].

Осенью отмечается увеличение состава тепловодного фитопланктона *Bacteriastrum delicatulum*, *Hemiaulus hauckii*, *Rhizosolenia stolterforthii*, *Ceratium macroceros*, *Goniaulax turbynei* (Гайл, 1965). В третьей декаде сентября для Татарского пролива средняя биомасса составляла 259,85 мг/м³ [73].

Таким образом, основное воздействие на развитие фитопланктона может быть оказано в начале активной весенней вегетации - с середины марта и в период октябрь-ноябрь, когда происходит осеннее увеличение развития фитопланктона, по сравнению с летним.

В северной части Татарского пролива сообщество фитопланктона характеризовалось относительно невысокими количественными показателями: численность колебалась в пределах 60,583 - 299,397 тыс. кл./л, биомасса 32,847 - 284,011 мг/м³, составляя в среднем 146,486 тыс. кл./л и 147,637 мг/м³, соответственно [60].

Микроводоросли развивались, преимущественно, в нижних слоях воды в основном за счет оседания скоплений *Chaetoceros debilis* Cl., а также преобладания некоторых диатомовых: *Navicula septentrionales* (Grun.) Gran., видов родов *Licmophora*, *Fragilaria*. Значения средней численности и биомассы фитопланктона были в 1,6 раза выше, чем у поверхности.

Среди отделов основную долю в общую биомассу вносили диатомовые микроводоросли, достигая на большей части акватории 88-92% от общей биомассы. На отдельных станциях, наряду с диатомовыми основной вклад вносили динофитовые микроводоросли (30-46%). Доля других отделов микроводорослей в общей биомассе не превышала 8% [60].

Среди микроводорослей по биомассе доминировали *Ch. debilis* Cl. (20-60%), *Ch. radicans* (20%), *Chaetoceros sp.* (23%), *Thalassiosira nordenskioldii* Cl. (31%), *Gyrodinium sp.* (42%) [60].

В период исследований в начале апреля 2021 г. в составе фитопланктона исследуемой акватории порта Углегорск и за его пределами в районе открытого моря было обнаружено 16 видов водорослей из 5 отделов: *Bacillariophyta*, *Dinophyta*, *Euglenophyta*, *Cryptophyta*, *Suanophyta* и несколько не определенных до вида таксономических форм. Во всем районе исследования наиболее широко представлены были диатомовые (9 видов) и динофитовые водоросли (13), среди других отделов отмечено 1-2 вида (Таблица 4).

Максимальным видовым разнообразием (15 видов) отличался прибрежный район – район порта (ст. 1-4). Высокое видовое разнообразие здесь обязано более тщательному изучению этого района (4 станции). В районе фоновой станции (ст. 5) таксономический состав был крайне беден (7 видов).

Небольшие глубины (2-3 м) и высокая гидродинамическая активность в прибрежной зоне моря, вероятно, стали причиной относительно равномерного распределения величин численности во всем районе исследования (154-171 тыс. кл./л) Максимальные величины биомассы фитопланктона (1494 мг/м³) были отмечены в районе порта (ст. 1-4) (Таблицы 2, 3). В районе фоновой станции (ст.5) эти значения были в 2 раза ниже (733 мг/м³).

Диатомовые водоросли в этот период формировали основу количественных величин развития ранневесеннего планктонного фитоценоза как в районе порта, так и в районе открытого моря (93-98 % общей численности и >99 % биомассы).

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	011/03/2021-00С.ВБР	Лист

Повсеместно в акватории порта (ст. 1-4) доминировали крупноклеточные бореальные виды диатомовых водорослей *Odontella aurita* и *Odontella* sp. (32 % общей численности и 73 % биомассы), обычные для этого времени года в прибрежной зоне моря. На уровне субдоминант развивались другие виды холодноводного комплекса *Achnanthes taeniata*, *Bacterosira fragilis*, *Thalassiosira cf. nordenskioldii*, *Thalassiosira gravida*, *Nitzschia frigida*, *Meridion circulare* и др. (более 50 % общей численности). Такие крупные виды диатомовых как *Thalassiosira gravida* и *Gyrosigma cf. simile* формировали значительную часть биомассы (19 %). Крптофитовые и динофитовые водоросли в сумме составили 7 % численности и менее 1 % биомассы фитопланктона. Роль эвгленовых и синезеленых водорослей была значительно скромнее: менее 1 % общей численности и биомассы.

В планктоне открытого моря (ст. 5) интенсивное развитие получили следующие виды диатомовых водорослей: *Thalassiosira cf. nordenskioldii*, *Achnanthes taeniata*, cf. *Asterionella* sp. (61 % общей численности и 14 % биомассы). Виды родов *Odontella* и *Gyrosigma* формировали основу биомассы (75 %), при этом в сумме они составили 20 % общей численности. Другие отделы водорослей формировали здесь не многим более 2 % общей численности и менее 1 % биомассы.

Таблица 1. Видовой состав фитопланктона в акватории порта Углегорск и за его пределами в апреле 2021 г.

Район исследования	Порт Углегорск				Открытое море
	ст. 1	ст. 2	ст. 3	ст. 4	ст. 5
Отделы и виды водорослей / № станции					
Bacillariophyta:					
<i>Coscinodiscus</i> sp.	+	+	-	-	-
<i>Chaetoceros</i> sp.	-	+	-	-	-
<i>Thalassiosira cf. nordenskioldii</i> Cleve 1873	+	+	+	+	+
<i>Thalassiosira gravida</i> P.T. Cleve, 1896	+	+	+	-	+
<i>Odontella</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) C.Agardh 1832	+	+	+	+	+
<i>Achnanthes taeniata</i> Grunow 1880	+	+	+	-	+
<i>Bacterosira fragilis</i> (Gran) Gran 1900: 114	+	+	+	-	+
cf. <i>Asterionella</i> sp.	+	+	-	+	+
<i>Melosira varians</i> C.Agardh 1827	+	-	-	+	-
<i>Navicula</i> sp.	-	-	-	+	-
<i>Nitzschia tenuirostris</i> Mer.	+	+	+	+	-
<i>Neodenticula seminae</i> (Simonsen & T.Kanaya) Akiba & Yanagisawa 1986	-	+	-	-	-
<i>Licmophora</i> sp.	-	+	+	-	+
cf. <i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh 1831	+	+	-	+	-
<i>Synedra</i> sp.	-	-	-	+	-
<i>Nitzschia frigida</i> Grunow in Cleve & Grunow 1880	+	+	+	+	+
<i>Fragilaria oceanica</i> Cleve, 1873	+	-	-	-	-
<i>Pleurosigma elongatum</i> W.Smith, 1852	-	-	+	-	-
<i>Gyrosigma cf. simile</i> (Grunow) Cleve 1901	+	+	+	+	+
Dinophyta :					
<i>Gymnodinium</i> sp.	-	-	-	+	-
<i>Heterocapsa</i> sp.	-	-	-	+	-

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

12

Cryptophyta :								
<i>Plagioselmis prolonga</i> Butcher ex G.Novarino, I.A.N.Lucas & S.Morrall, 1994	-	+	-	+	-			
Cyanophyta :								
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	-				+
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg 1992	+	-	+	-				-
Euglenophyta :								
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg, 1830	-	+	-	-				-

Примечание: «+» - вид обнаружен. «-» - вид не обнаружен; названия видов даны в соответствии с мировой классификацией Algaebase.

(<https://www.algaebase.org/search/species/>).

Таблица 2. Распределение величин численности (кл./л) фитопланктона в акватории порта Углегорск и за его пределами в апреле 2021 г.

Район исследования	Порт Углегорск						Открытое море	
	ст. 1	ст. 2	ст. 3	ст. 4	среднее	%	ст. 5	%
Отделы и виды водорослей / № станции								
<i>Coscinodiscus</i> sp.	732	519			313	0,19		
<i>Chaetoceros</i> sp.		11948			2987	1,86		
<i>Thalassiosira</i> cf. <i>nordenskioldii</i>	25072	4675	12897	7557	12550	7,81	27261	15,97
<i>Thalassiosira gravida</i>	6588	9259	3968		4954	3,08	839	0,49
<i>Odontella</i> sp.	11712	11948	26786	24291	18684	11,62	15098	8,85
<i>Odontella aurita</i>	31660	34805	34392	32389	33311	20,72	7130	4,18
<i>Achnanthes taeniata</i>	11712	22857	31746		16579	10,31	23906	14,00
<i>Bacterosira fragilis</i>	7320	11948	23810		10769	6,70	9227	5,41
cf. <i>Asterionella</i> sp.	14641	14545		18354	11885	7,39	54522	31,94
<i>Melosira varians</i>	7869			8637	4127	2,57		
<i>Navicula</i> sp.				3239	810	0,50		
<i>Nitzschia tenuirostris</i>	4575	5714	5291	6478	5515	3,43		
<i>Neodenticula seminae</i>		2597			649	0,40		
<i>Licmophora</i> sp.		11948	7937		4971	3,09	6710	3,93
cf. <i>Meridion circulare</i>	13725	9091		3239	6514	4,05		
<i>Synedra</i> sp.				2159	540	0,34		
<i>Nitzschia frigida</i>	9699	6753	661	8637	6438	4,00	9227	5,41
<i>Fragilaria oceanica</i>	6588				1647	1,02		
<i>Pleurosigma elongatum</i>			661		165	0,10		
<i>Gyrosigma</i> cf. <i>simile</i>	7137	7013	7275	4318	6436	4,00	13001	7,62
Bacillariophyta	159033	165623	155423	119298	149844	93,20	166920	97,79

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

13

Gymnodinium sp.				4318	1080	0,67		
Heterocapsa sp.				4318	1080	0,67		
Dinophyta				8637	2159	1,34		
Plagioselmis prolunga		6494		25911	8101	5,04		
Cryptophyta		6494		25911	8101	5,04		
Oscillatoria sp.							3775	2,21
Planktolyngbya limnetica	183		661		211	0,13		
Cyanophyta	183		661		211	0,13	3775	2,21
Euglena viridis		1818			455	0,28		
Euglenophyta		1818			455	0,28		
Всего:	159216	173935	156085	153846	160770	100,00	170695	100,00

Таблица 3. Распределение величин биомассы (мг/м³) фитопланктона в акватории порта Углегорск и за его пределами в апреле 2021 г.

Район исследования	Порт Углегорск						Открытое море	
	ст. 1	ст. 2	ст. 3	ст. 4	среднее	%	ст. 5	%
Отделы и виды водорослей / № станции								
<i>Coscinodiscus</i> sp.	48,49	45,88			23,59	1,58		
<i>Chaetoceros</i> sp.		2,25			0,56	0,04		
<i>Thalassiosira</i> cf. <i>nordenskioldii</i>	85,99	22,94	40,11	39,15	47,05	3,15	73,68	10,06
<i>Thalassiosira gravida</i>	232,73	327,08	124,60		171,10	11,45	32,92	4,49
<i>Odontella</i> sp.	300,25	220,90	392,50	463,37	344,26	23,04	180,15	24,59
<i>Odontella aurita</i>	481,03	941,55	747,25	817,57	746,85	49,97	158,16	21,59
<i>Achnanthes taeniata</i>	1,47	2,54	5,98		2,50	0,17	7,51	1,02
<i>Bacterosira fragilis</i>	2,21	4,50	8,97		3,92	0,26	1,74	0,24
cf. <i>Asterionella</i> sp.	4,54	2,74		11,53	4,70	0,31	26,92	3,67
<i>Melosira varians</i>	3,09			4,39	1,87	0,13		
<i>Navicula</i> sp.				9,07	2,27	0,15		
<i>Nitzschia tenuirostris</i>	0,11	0,11	0,10	0,27	0,15	0,01		
<i>Neodenticula seminae</i>		3,53			0,88	0,06		
<i>Licmophora</i> sp.		3,73	2,48		1,55	0,10	1,88	0,26
cf. <i>Meridion circulare</i>	2,75	3,18		0,78	1,68	0,11		
<i>Synedra</i> sp.				4,15	1,04	0,07		
<i>Nitzschia frigida</i>	39,29	29,71	2,06	20,73	22,95	1,54	26,42	3,61
<i>Fragilaria oceanica</i>	3,71				0,93	0,06		
<i>Pleurosigma elongatum</i>			14,47		3,62	0,24		
<i>Gyrosigma</i> cf. <i>simile</i>	123,07	102,03	124,76	86,37	109,06	7,30	220,64	30,11
Bacillariophyta	1328,71	1712,67	1463,28	1457,38	1490,51	99,74	730,02	99,64

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

14

<i>Gymnodinium</i> sp.				1,08	0,27	0,02		
<i>Heterocapsa</i> sp.				5,79	1,45	0,10		
Dinophyta				6,87	1,72	0,11		
<i>Plagioselmis prolunga</i>		0,22		0,87	0,27	0,02		
Cryptophyta		0,22		0,87	0,27	0,02		
<i>Oscillatoria</i> sp.							2,67	0,36
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	0,06		0,21		0,07	0,00		
Cyanophyta	0,06		0,21		0,07	0,00	2,67	0,36
<i>Euglena viridis</i>		7,61			1,90	0,13		
Euglenophyta		7,61			1,90	0,13		
Всего:	1328,77	1720,50	1463,49	1465,12	1494,47	100,00	732,68	100,00

Средняя биомасса фитопланктона, принятая в расчете ущерба, составляет 1494,47 мг/м³.

2.2 Зоопланктон

Характеристика зоопланктона является одним из наиболее важных факторов, влияющих на пространственно-временную динамику скоплений рыб-планктофагов, в частности таких, как: сельдь, минтай, терпуг, молодь лососевых, являющихся традиционными объектами промысла в водах Сахалина.

Планктон Татарского пролива систематически изучается начиная с пятидесятых годов XX века. Результаты обработки сетных уловов не дают исчерпывающих сведений о составе и распределении макропланктона (эуфаузиевых, гипериид, щетинкочелюстных), которые служат кормом для основных промысловых рыб Татарского пролива. В желудках сельди, минтая, горбуши эуфаузииды составляют более 90%, гиперииды - 70%, щетинкочелюстные - 30% от общей массы пищевого комка [56, 81].

Видовой состав зоопланктона в Татарском проливе в зависимости от сезона формируют ориентировочно от 16 до 70 форм планктонных, меропланктонных и некто-бентических беспозвоночных. Увеличение количества видов наблюдается от побережья к мористой части и от весны к лету за счет появления в пелагиали большого количества личинок донных беспозвоночных, размножения планктонных ракообразных, в частности, копепод, а также горизонтальных и вертикальных суточных и сезонных миграций голопланктона [80].

По осредненным за все сезоны данным в число первых 10 наиболее массовых видов в Татарском проливе входят: сагитты *Sagitta elegans* s.l., из копепод – это каляноиды *Calanus glacialis*, *Metridia pacifica*, *Pseudocalanus minitus* s.l., *Neocalanus plumchrus*, *Neocalanus cristatus*, *Eucalanus bangii* и циклопоида *Oithona similis*, амфипода *Themisto japonica* и эуфаузида *Thysanoessa longipes*. Суммарная доля этих видов составляет в среднем 86% по массе.

В Татарском проливе биологическая зима (декабрь-февраль) характеризуется невысокими значениями биомассы зоопланктона. Зимой наибольшее значение имеют мелкие копеподы: *P. minutus*, *O. similis*, *O. borealis*, *S. minor*, *P. parvus* – 71% в сумме от общей биомассы [60].

В переходный зимне-весенний период (март) биомасса планктона в эпипелагиали уменьшается до годового минимума – вдвое ниже, чем осенью, и почти втрое ниже, чем летом. Планктон в это время концентрируется в подповерхностном слое (200-100 м). Основу биомассы составляют копеподы: *P. minutus*, *O. similis* и *Metridia pacifica*, преднерестовые эуфаузииды (традиционно доминирующий в Японском море *Th. longipes* и нерестический *Th. inermis*), а также сагитты. Из тепловодных видов копепод в марте в Татарском проливе встречаются *P. parvus*, *O. plumifera*, *M. tenuicornis*, *Euchaeta marina*, составляющие в сумме лишь 1 мг/м³ [60].

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

15

Биологическая весна (конец марта-май) наступает с возникновением устойчивой вертикальной стратификацией вод при поверхностной температуре более 1 °С. В апреле происходит интенсивное нарастание численности и биомассы зоопланктона, особенно копепод и эвфаузиид. В мае количество планктона достигает 600 мг/м³. На мелководье концентрации зоопланктона в 5-6 раз выше, чем в мористой части. На смену доминирующим в марте видам приходят *C. glacialis* и *N. plumchrus*. *M. pacifica* в Татарском проливе сохраняет высокую численность (120 экз/м³) с апреля по июнь. Тепловодные виды весной в проливе немногочисленны. В мае эвфаузииды поднимаются с глубин в прибрежную мелководную часть пролива. Возрастает их доля в планктоне (42,6% по массе). Гепереиды в марте представлены, в основном (63%), крупными половозрелыми особями *Th. japonica*. В мае их доля снижается до 0,1%. Щетинкочелюстные с марта по май сохраняют высокую численность и биомассу (около 20%). Средняя биомасса зоопланктона за сезон составляет 461 мг/м³ [60].

Биологическое лето длится с июня по август [80]. В июне происходит затухание размножения зоопланктона весеннего комплекса. Общая биомасса зоопланктона выше, чем весной. В начале лета большая часть планктона сосредоточена в верхнем 50 м слое, в конце лета максимальные концентрации приурочены к глубинам 25-100 м [70]. Общая биомасса зоопланктона имеет наибольшие значения в июне – 770 мг/м³, в июле биомасса зоопланктона снижается за счет резкого уменьшения количества копепод. В августе общая биомасса зоопланктона вновь возрастает, что связано с ростом молодежи новой генерации копепод. Из копепод летом лидируют 4 вида: *P. minutus* (25%), *N. plumchrus* (22%), *M. pacifica* (20%) и холодноводный *C. glacialis* (13%) (70-78 мг/м³ в июне-июле и 170 мг/м³ в августе). Максимальные биомассы зоопланктона в это время наблюдаются в центральной глубоководной части пролива, а минимальные – в шельфовой зоне у о. Сахалин и в зоне поступления теплого течения [84]. В прибрежье биомасса планктона в 5 раз ниже, чем в глубоководной центральной части пролива [34]. К концу лета возрастает численность тепловодных видов планктона: *C. pacificus*, *M. tenuicornis*, *P. parvus*; единично встречаются субтропические виды *O. conifer*, *Corycaeus* sp., синофоры и сальпы. Максимальная численность последних (148 экз./м³) наблюдается в южной части пролива трансформированных вод Цусимского течения. Средняя биомасса зоопланктона за сезон оставляет 687 мг/м³ (табл. 4).

Таблица 4. Состав и биомасса (мг/м³) зоопланктона в Татарском проливе в 1970-1990-е гг. [41]

Сезон	Размерные фракции				Крупная фракция				
	мел- кая	сред- няя	круп- ная	всего	копе- поды	гипе- реиды	эвфау- зииды	сагитты	прочие
Весна	119	41	301	461	208	9,6	96,5	91,2	55,7
Лето	262	107	318	687	478,1	28,3	18,6	138,7	23,2

В июне 1973 года концентрация зоопланктона выше 500 мг/м³ наблюдалась в центральной части района с увеличением до 600 у сахалинского побережья. Его высокая биомасса наблюдалась большей частью там, где было мало или не очень мало фитопланктона. Скопления зоопланктона состояли в основном из взрослых и молодежи щетинкочелюстных, веслоногих групп каляноида и эвфаузиид в стадиях калиптопис и фурлиция.

Концентрация зоопланктона в июле составляла 130-994 при средней 414 мг/м³. Массовыми в планктоне были веслоногие, щетинкочелюстные, аппендикулярии, а в прибрежье и на севере – ветвистоусые – *Podon* sp. и *Evadne* sp.

В целом, величина средней биомассы зоопланктона в течение летнего сезона была не ниже 200 мг/м³ [68].

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	011/03/2021-00С.ВБР	Лист

Биомасса зоопланктона в течение года в прибрежных мелководных участках изменялась в пределах 85-320 мг/м³ [80, 79, 42], составляя в среднем весной не более 142,2 мг/м³, летом 225,1 мг/м³, и имеет довольно стабильные невысокие значения между годами.

В летнем зоопланктоне преобладает мелкая и средняя фракции, состоящие из мелкоразмерных видов и неполовозрелых стадий, что является причиной высоких плотностей, значительно меньших биомасс. Зоопланктон имеет выраженный копепоидный характер – копеподы летом формируют более 60% от общей биомассы зоопланктона (табл. 5). По численности среди копепоид преобладают мелкоразмерные виды, в основном эпипелагические, неритические и дальнеритические (*Acartia longiremis*, *A. hudsonica*, *Eurytemora herdmanni*, *Centropages abdominalis*, *Oithona similis*, *Pseudocalanus newmani*), в меньшей степени – надшельфовые (*Metridia* sp., juv., *Calanus finmarchicus* f. *glacialis*). Во время оптимального прогрева воды в прибрежных водах на доминирующие позиции выходят виды-индикаторы теплых водных масс – *Paracalanus parvus*, *Labidocera* sp., *Centropages tenuicornis*.

Помимо копепоид, в прибрежье довольно значительна доля меропланктона, представленного личинками моллюсков, десятиногих и усонюгих раков, иглокожих и полихет. Доля личиночного планктона может достигать 30% от общей биомассы зоопланктона.

Таблица 5. Таксономический состав и основные количественные показатели зоопланктона

Группа	Число видов	Биомасса мг/м ³	Доля от общей биомассы, %
Copepoda	18	142	63,1
Mollusca	2	66,75	29,7
Hydrozoa	4	6,3	2,8
Polychaeta	2	4,7	2,1
Echinodermata	3	2	0,9
Tunicate	4	1,35	0,6
Cladocera	1	0,9	0,4
Decapoda	3	0,7	0,3
Cirripedia	1	0,2	0,1
Amphipoda	1	0,2	0,1

Биологическая осень длится с сентября по ноябрь и характеризуется как период максимального теплозапаса, наибольшей продуктивности вод, высокого видового разнообразия за счет тепловодного и неритического зоопланктона [80], а также увеличения продукции эвфаузиид [67]. После снижения биомассы до 470 мг/м³ в августе-сентябре, в октябре наблюдается второй годовой максимум биомассы – 600 мг/м³ [97].

В течение осенне-зимнего периода группа второстепенных видов копепоид (*P. elongatus*, *O. similis*, *O. borealis*, *S. Minor*, *P. parvus*) преобладают над доминировавшими в весенне-летний период видами. Видовой спектр копепоид дополняют тепловодные и неритические виды, их общая численность и биомасса составляют соответственно 5203 экз./м³ и 137 мг/м³ [80]. В среднем с сентября до конца марта средняя биомасса планктона – 420 мг/м³. Таким образом, среднегодовая биомасса зоопланктона в Татарском проливе – около 500 мг/м³.

В период исследований В начале апреля 2021 г. зоопланктон в районе расположения гидротехнических сооружений насчитывал всего 12 таксономических единиц, из них голопланктон составил пять таксонов, остальные 7 – представители бентосной фауны, которые в уловах зоопланктона оказались в результате небольших глубин в районе исследования (2-3 метра) и тотального облова (таблица 6).

Из голопланктона зафиксированы копеподы на различных стадиях развития: науплиальной, копепоидитной и взрослой. В акватории порта было отмечено 4 представителя

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

17

копепод и 6 таксонов меропланктона, за его пределами – 2 представителя копепод и 3 таксона меропланктона. Надо отметить, что *Acartia clausi* и *Amphypoda* встречались только в районе открытого моря.

Средние величины численности и биомассы зоопланктона в акватории порта составили 76,7 экз./м³ и 1,787 мг/м³. В открытом море величины численности были в 1,5 раза выше – 113,3 экз./м³; значения биомассы (28,216 мг/м³) вследствие присутствия в планктоне крупных форм *Harpacticoida* и *Amphypoda* в 16 раз превышали показатели порта.

В целом представители голопланктона формировали 26% численности и 24% биомассы зоопланктона в порту и соответственно 12 и 2% от этих величин в открытом районе моря. Наиболее встречаемый вид *Pseudocalanus minutus* обнаружен на станциях №№ 1, 2 и 5 со значениями численности 6,7-13,3 экз./м³ и биомассы 0,36-0,72 мг/м³. Количественно доминировал в акватории порта *Paracalanus parvus* (8,3 экз./м³ при биомассе 0,043 мг/м³). Следует отметить присутствие в пробе на станции № 4 рачков *Oithona similis*. За пределами порта значения численности и биомассы голопланктона относительно равномерно распределялись между двумя видами: *Pseudocalanus minutus* и *Acartia clausi*.

Среди представителей меропланктона в акватории порта наиболее многочисленными были *Harpacticoida*, *Polychaeta* (18 и 28 % от общей численности; 19 и 40 % биомассы), порядка 10 % биомассы формировали *Ostracoda*. За пределами порта ведущую роль в сообществе меропланктона играли *Harpacticoida* (65 % от общей численности и 49 % биомассы), значительное количественное развитие получили крупные личинки бокоплавов (*Amphypoda zoea*) – 12 % от общей численности и 47 % биомассы. *Nematoda* и *Polychaeta* в сумме формировали 11 % численности зоопланктона.

Таблица 6 – Распределение величин численности и биомассы зоопланктона в акватории порта Углегорск и за его пределами в апреле 2021 г.

Таксоны/ №№ станций	ст.1		ст.2		ст.3		ст.4		среднее		ст.5	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
ГОЛОПЛАНКТОН - HOLOPLANKTON												
Тип Членистоногие - Arthropoda												
Подтип Ракообразные - Crustacea												
Класс Максиллоподы - Maxillopoda												
Подкласс Веслоногие - Copepoda												
<i>Pseudocalanus minutus</i> (Kroyer, 1845)	6,7	0,733	13,3	0,720					5,0	0,363	6,7	0,360
<i>Paracalanus parvus</i> (Claus, 1863)			20,0	0,092	13,3	0,080			8,3	0,043		
Copepoda, nauplii							6,7	0,008	1,7	0,002		
<i>Oithona similis</i> (Glaus, 1866)							20,0	0,084	5,0	0,021		
<i>Acartia clausi</i> (Giesbrecht, 1889)											6,7	0,307
Всего голопланктона:	6,7	0,733	33,3	0,812	13,3	0,080	26,7	0,092	20,0	0,429	13,3	0,667

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

18

МЕРОПЛАНКТОН - MEROPLANKTON												
Harpacticoida spp.	6,7	0,093			20,0	0,280	46,7	1,053	18,3	0,357	73,3	14,013
Acarine sp.			6,7	0,267					1,7	0,067		
Nematoda sp.	13,3	0,005							3,3	0,001	6,7	0,003
Polychaeta sp.	6,7	0,467			6,7	0,440	100,0	2,000	28,3	0,727	6,7	0,200
Foraminifera sp.					6,7	0,093			1,7	0,023		
Ostracoda sp.					13,3	0,733			3,3	0,183		
Amphypoda zoea											13,3	13,333
Всего мезопланктона:	26,7	0,565	6,7	0,267	46,7	1,547	146,7	3,053	56,7	1,358	100,0	27,549
ИТОГО:	33,3	1,298	40,0	1,079	60,0	1,627	173,3	3,145	76,7	1,787	113,3	28,216

Примечание: N – численность, экз./м³; B – биомасса, мг/м³.

Биомасса зоопланктона, принятая в расчете ущерба, составляет 1,787 мг/м³.

2.3 Зообентос

Донная фауна северной части Татарского пролива характеризуется рядом отличительных черт, обусловленных мелководностью района, преобладанием илисто-песчаных грунтов и относительно суровым гидрологическим режимом, при котором даже летом здесь можно встретить участки холодной воды с отрицательными температурами. В связи с этим в этой части пролива преобладают широко распространенные северо-тихоокеанские и арктико-бореальные виды, которые являются здесь массовыми.

Наибольшие скопления в донной фауне северной части Татарского пролива образуют моллюски, полихеты и ракообразные. По существу для всей северной части Татарского пролива можно установить примерно 3 группировки – моллюски, полихеты и ракообразные: *Stenodiscus cruspatus*, *Corgono cephalus*, актинии, мшанки, губки, гидроиды (мало), десятиногие раки, звезды [35].

Распределение биомассы бентоса было с различной подробностью описано рядом авторов [54, 57, 84]. Существует довольно полное описание распределения количественных показателей бентоса для локальных участков верхней сублиторали [39,78].

Описание донных сообществ верхней сублиторали юго- западного побережья острова Сахалин достаточно подробно описано у Голикова с соавторами [35, 39]. Характерной чертой юго-западного побережья Сахалина до Горнозаводска на север является наличие почти параллельной берегу рифовой гряды. Гряда отчленяет от моря узкую (150-200 м) полосу - «лагуну». На верхних отделах сублиторали преобладает поясной тип распределения биоценозов, который наиболее четко выражен на литорали и за пределами «лагуны»; в «лагуне» же отмечается некоторая мозаичность.

В зависимости от типа грунта видовое разнообразие зообентоса пролива изменяется. Так, на чисто песчаном грунте донное население исключительно бедное (всего 3-13 г/м², или 515 экз.). Наиболее широко представлены здесь моллюски, среди которых характерны *Turbonilla petri*, *Liocyma fluctuosa*, *Macra sachlinensis* (мелкие), *Solen Siligua*, *Tellina lutea*.

Далее до глубины 0,7 м узкой полосой (ширина до 60 м) на заиленном песке простирается биоценоз *Zostera marina*. В этом биоценозе в фитали среди животных преобладают мелкие гастроподы *M. iridescens*, в эпифауне - крупные актинии *Metridium senile fimbriatum*, в инфауне - двустворчатые моллюски *Macoma balthica* и полихеты. Основу видового списка здесь составляют брюхоногие моллюски, амфиподы и многощетинковые черви (14, 12 и 13 видов из 64, соответственно), по биомассе преобладают макрофиты - 97% всей биомассы бентоса, составляющей 7004 г/м².

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	011/03/2021-00С.ВБР	Лист

На галечниково-гравийных грунтах основную роль в образовании суммарной биомассы играют корковые и кораллиновые багрянки и голотурия *Cucumaria japonica*. На песчанистых грунтах основу биомассы бентоса слагают двустворчатые моллюски *Spisula sachalinensis*, *Megangulus lutea*, *Mercenaria stimpsoni* и плоские морские ежи *Echinarachnius parma*.

За пределами мелководной «лагуны» на прибойной части гряды до глубины 2,5-3,5 м простираются мощные заросли *Laminaria japonica* (ширина пояса ламинарии составляет около 300 м). В зообентосе данного биоценоза преобладают *Bispira polymorpha* и *Pugettia quadridens*. В соотношении систематических групп по числу видов наиболее представлены макрофиты, брюхоногие моллюски и полихеты, по биомассе преобладают макрофиты - 93,5% всей биомассы бентоса, составляющей 3430 г/м².

На илистом песке встречаются группировки моллюсков и полихет при явном преобладании биомассы последних. Из полихет наиболее характерными видами являются *Chaetozone setosa*, *Scoloplos armiger*, *Syllis oerstedii*, *Ophelia*, *Terebellides stromi*, *Gattiana cirrosa*; из моллюсков преобладают *Astarte banksi*, *Joldia johanni*, *Liocyma*, *Lyonsia*, *Cardium groenlandicum* и *Solariella obscura*, а также мелкие Cumacea и Amphipoda. Биомасса зообентоса здесь достигает 263 г/м² или 9325 экз. Ближе к середине пролива с увеличением в грунте песка биомасса становится более бедной, увеличивается число песчанолюбивых видов [35, 54].

Мейобентос (животные размером до 1 мм) был представлен 3 таксономическими группами гидробионтов: Nematoda (круглые черви), Ostracoda (ракушковые раки), Foraminifera (фораминиферы) (таблица 7).

Таблица 7 – Численность и биомасса представителей мейобентоса рыхлых грунтов

Таксоны мейобентоса/ №№ станций	№ 1		№ 2		№ 3		№ 4		№ 5	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Nematoda	200	0,01136	100	0,00568	500	0,0284	300	0,01704	280	0,01590
Ostracoda	300	0,00775	600	0,0136	800	0,0222	1200	0,0367	600	0,01548
Foraminifera	400	0,00125	700	0,00206	1100	0,00178	900	0,00429	720	0,00223
Всего:	900	0,02036	1400	0,02134	2400	0,05238	2400	0,05803	1600	0,03361

Примечание: «-» - вид не обнаружен; N- численность, экз./м²; B-биомасса, г/м²

Средняя численность и биомасса мейобентоса в акватории порта Углегорск (станции №№ 1-4) составили 1775 экз./м² (от 900 до 2400 экз./м²) и 0,038 г/м² (от 0,0203 до 0,058 г/м²). Количественно доминировали остракоды и фораминиферы (41 и 44 % от общей численности), нематоды обнаружены в небольшом количестве (15 %). Основу биомассы (53 и 41 %) формировали остракоды и нематоды, фораминиферы составили всего 6 % от общей биомассы мейобентоса.

Макрозообентос

Видовой состав всего района исследований включает 8 видов гидробионтов: 5 амфипод, по одному виду изопод, кумовых раков и полихет (таблица 8).

Таблица 8 – Численность и биомасса макрозообентоса рыхлых грунтов

Таксоны/ №№ станций	№ 1		№ 2		№ 3		№ 4		№ 5	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

<u>Malacostraca</u> (Class, класс) – Высшие ракообразные										
<u>Amphipoda</u> (Order, отряд) – Разноногие ракообразные, Бокоплавы										
сем. <i>Cancridae</i> – (<i>Gammarus</i> sp.)	40	1,60	–	–	–	–	2200	145,20	40	2,00
сем. <i>Hyalidae</i> (<i>Hyale</i> sp.)	–	–	–	–	–	–	240	7,20	–	–
сем. <i>Atylidae</i> (<i>Nototropis</i> sp.)	–	–	–	–	–	–	80	1,20	–	–
сем. <i>Uristidae</i> (<i>Anonyx</i> sp.)	–	–	–	–	–	–	40	14,40	–	–
сем. <i>Talitridae</i> (<i>Orchestia</i> sp.)	–	–	–	–	40	0,20	–	–	40	0,24
<u>Isopoda</u> (Order, отряд) – Равноногие ракообразные										
сем. <i>Sphaeromatidae</i> (<i>Gnorimosphaeroma</i> sp.)	–	–	–	–	–	–	40	1,20	–	–
<u>Cumacea</u> (Order, отряд) <i>Cumacea</i> sp.	–	–	40	0,04	–	–	–	–	40	0,04
<u>Polychaeta</u> (Class, класс) - Многощетинковые черви										
сем. <i>Spionidae</i> (<i>Spionidae</i> sp.)	–	–	40	0,2	–	–	–	–	40	0,24
Всего:	40	1,60	80	0,24	40	0,20	2600	169,20	160	2,52

Примечание: «–» - вид не обнаружен; N- численность, экз./м²; В-биомасса, г/м²; названия видов даны в соответствии с мировой классификацией WoRMS (<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p>).

Донные отложения на станциях №№ 1-3 представлены плотным илистым грунтом с малым количеством песка мелкого гравия и растительных осадков.

Сообщества макрозообентосных животных на этих станциях бедны как в количественном, так и в качественном отношении. В состав макрозообентоса на станциях №№ 1 и 3 входят по одному виду амфипод, на станции № 2 отмечено два вида донных животных: *Cumacea* sp. и *Spionidae* sp. Все гидробионты встречены в единичных экземплярах. Общая численность макрозообентоса на этих станциях варьировала в пределах 40-80 экз./м², биомасса – 0,20-1,6 г/м².

Грунт на станции № 4 представляет собой ил с большим количеством растительных остатков. Здесь отмечено самое большое видовое разнообразие макроэпибионтов (5 видов), а также наибольшие величины общей численности бентоса (2600 экз./м² при биомассе 169,2 г/м²) за счет обилия амфипод. Основную роль в формировании общей численности биомассы играла амфипода *Gammarus* sp. (2200 экз./м²; 145,2 г/м²).

Средняя биомасса мейобентоса составила 0,038 г/м², макрозообентоса – 42,81 г/м².

Инф. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР	Взам. инв. №	Подпись и дата							011/03/2021-00С.ВБР	Лист
				Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

2.4 Ихтиопланктон

Сборы ихтиопланктона в Татарском проливе осуществлялись в основном в зимний и весенний гидрологические сезоны во время наиболее интенсивного икрометания минтая (*Theragra chalcogramma*) [45, 46, 47, 48]. В период весенних съемок была получена информация по особенностям размножения южной палтусовидной камбалы *Hippoglossoides dubius* [76], ряда других видов камбал, размножающихся в весенний период, рогатковых сем. Cottidae и некоторых других рыб [65]. В летний и осенний периоды сборы ихтиопланктона проводили реже. Эти исследования, как правило, были направлены на изучение рыб субтропического комплекса - сайры *Cololabis saira* и анчоуса *Engraulis japonicus*, совершающих протяженные миграции в северном направлении (Байталюк, Давыдова, 2004) или сопровождали гидрологические исследования северного переноса вод Цусимским течением [82, 83].

Значительную ценность по-прежнему представляют комплексные исследования ихтиопланктона, проведенные в 50-60-х годах прошлого столетия и до настоящего времени не имеющие аналогов. Результаты этих исследований, касающиеся распределения и развития икры и личинок представителей семейства камбаловых Pleuronectidae, изложены в фундаментальном труде Т.А. Перцевой-Остроумовой (1961).

Шельф (0-200 м). Ихтиопланктонные съемки, проведенные у берегов западного Сахалина, показали, что икра и личинки рыб концентрируются в прибрежной зоне с глубинами менее 150-200 м. В отличие от других районов присахалинских вод, в водах западного Сахалина, по крайней мере, в 80-е годы прошлого столетия, высокая численность ихтиопланктона наблюдалась, как в весенний, так и в зимний периоды. Такая динамика численности была обусловлена продолжительным временем икрометания северо-япономорской популяции минтая, который длится с ноября по май [47]. Причем в течение всего периода размножения этой группировки отчетливо выделяются периоды зимнего и весеннего нереста. Основной район зимнего нереста занимает акваторию от берегов северо-западного Хоккайдо до широты 47°40' с. ш. у берегов западного Сахалина. Весенний нерест характерен для побережья Сахалина к северу от 48° с.ш. [47]. В 70-80-е годы 20 века численность минтая находилась на высоком уровне. В эти годы в феврале-марте концентрации икры минтая достигали 1000-2000 экз./м² [45]. В апреле площади распределения икры сокращались, максимальная численность не превышала 1000 экз./м². Последние годы характеризуются резким снижением воспроизводства минтая в Татарском проливе. В апреле 2002 г. максимальная численность икры в проливе не превышала 14 экз./м². Личинки встречались только локально в районе пос. Де-Кастри на севере пролива. В мае этого же года суммарная численность икры в Татарском проливе несколько снизилась, а площади, занимаемые икрой, сместились в прибрежную зону.

В весенний период, на фоне снижения численности ихтиопланктона за счет сокращения концентраций икры минтая, происходит увеличение его видового состава, как следствие появления икры весенненерестящихся камбал - южной палтусовидной *Hippoglossoides dubius* и четырехбугорчатой *Pleuronectes quadrituberculatus*, а также личинок семейства рогатковых Cottidae и других непромысловых семейств [65]. Нерестилища большинства видов камбал находится в мелководной северной части Татарского пролива. В районе работ численность их икры и личинок не высока. В мае 2002 г. нерест палтусовидной камбалы был зафиксирован в прибрежной зоне к северу от пос. Томари. Уловы икры не превышали 17-22 экз./м².

Для минтая и южной палтусовидной камбалы Татарского пролива в 2002-2004 гг. прослеживалась общая закономерность: развитие икры происходило преимущественно в прибрежной зоне, тогда как наиболее плотные скопления половозрелых особей формировались на глубинах от 200 до 500 м [60].

Взам. инв. №							
Подпись и дата						Лист	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР					22	
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	011/03/2021-00С.ВБР	Лист

Рогатковые составляют существенную часть весенне-зимнего ихтиопланктона. В конце гидрологической зимы доля личинок рогатковых достигает почти 90% от общей численности личинок, в весенний период (апрель-май) снижается до 36-47%.

На осенне-зимний период приходится икрометание волосозуба *Arctoscopus japonicus* [73]. Крупные демерсальные икринки выметываются на глубинах от 10-15 до 2-3 м. Инкубационный период приходится на зимние месяцы, выклев личинок происходит весной. Личинки и мальки длиной 30-90 мм отмечаются как над глубинами 20-40 м [55]., так и в прибрежном водорослевом поясе бухт над глубинами менее 1 м [73, 82]. По мере развития к лету молодь волосозуба перемещается на мелководье.

Из неритических видов в период весенних нерестовых миграций высокой численности достигают тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii*, зубатая корюшка *Osmerus dentex*, мойва *Mallotus villosus*, саланкс *Salangichthys microdon*. Икрометание сельди происходит в прибрежных зарослях zostеры [71]. Мойва откладывает икру в приливоотливной зоне на песчаных грунтах [36]. Корюшка и саланкс заходят для нереста в реки [44]. Личинки этих видов имеют длительную планктонную стадию, поэтому могут встречаться в ихтиопланктоне в течение всего летнего периода.

По составу и численности летнего ихтиопланктона имеются фрагментарные данные, собранные на гидрологических разрезах в 1999 и 2010 гг. Результаты этих съемок показали значительное влияние на структуру ихтиопланктона тепловодного комплекса – японского анчоуса *Engraulis japonicus*, сайры *Cololabis saira*, морских коньков *p. Hippocampus* (Moukhametova, 2002). Из резидентных видов рыб в планктоне отмечены икра и личинки дальневосточной длинной *Glyptocephalus stelleri*, желтоперой *Limanda aspera*, длиннорылой *Limanda punctatissima*, остроголовой *Cleisthenes herzensteini* и некоторых других видов камбал.

Мелководная акватория Татарского пролива не изучена совершенно, несмотря на расположенные здесь нерестилища многих видов камбал, доминирующих в ихтиоценозе Татарского пролива [49]. и являющихся важными объектами прибрежного промысла.

Исследования литорали и верхнего горизонта сублиторали в июле показали, что прибрежная зона до 1-2 метровой глубины являются местом обитания личинок керчаков *p. Muoxocephalus*, терпугов *p. Hexagrammos*, японского волосозуба *Arctoscopus japonicus* маслоклювых *Pholidae*, стрихеевых *Stichaeidae*, камбаловых *Pleuronectidae* также зоной выноса икры рыб, размножающихся над большими глубинами – преимущественно японского анчоуса и ряда видов камбал.

Летний период в Татарском проливе в последние годы характеризуется массовыми нагульными и нерестовыми миграциями субтропических видов – сардины *Sardinops melanosticta*, сайры, скумбрии *Scomber japonicas* анчоуса [75]. Суммарный вклад икры и личинок в структуру ихтиопланктонного комплекса в годы высокой численности анчоуса достигает 89%.

На долю одного из важных промысловых видов – желтоперой камбалы *Limanda aspera* приходится около 8% суммарной численности в летний период и около 3,4% - в осенний период. В конце августа и в сентябре в массе появляются личинки этого вида. Их вклад в структуре ихтиопланктонного комплекса может достигать 12%.

Кроме желтоперой камбалы происходит нерест дальневосточной длинной, остроголовой, длиннорылой, желтополосой камбал. В зависимости от периода съемки, доля икры большинства видов камбал варьировала от 0,5 до 7%.

Осенью в ихтиопланктоне начинают встречаться личинки терпугов – восьмилинейного *Hexagrammos octogrammus* и южного одноперого *Pleurogrammus azonus* и получешуйника Гилберта *Hemilepidotus gilberti*. По мере охлаждения прибрежных вод, личинки откочевывают в центральную часть Татарского пролива и к ноябрю на мелководье уже редки. В июле личинки и молодь вновь появляются в прибрежных зарослях над глубинами около 1-2 м.

Взам. инв. №		Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	011/03/2021-00С.ВБР	Лист
Подпись и дата									
Инв. № подл.									

011/03/2021-00С.ВБР

При проведении исследований в апреле 2021 г. в отобранных пробах ихтиопланктона не удалось обнаружить личинки. Данный факт связан с проведением полевых работ в первых числах апреля в период низких температур морской воды и до начала нереста рыб.

По имеющимся литературным данным ихтиопланктонные комплексы мелководий Сахалина слабо изучены и очень динамичны. На малых глубинах развитие икры и личинок рыб происходит в условиях высокой прибойности и значительных колебаний температуры и солености. Дополнительным негативным фактором может стать техногенное воздействие, как результат строительства и поддержания прибрежной инфраструктуры, интенсификации судоходства, сброса сточных вод и аварийных разливов. В шельфовой зоне Сахалина с мая по октябрь 2019 г. отмечен нерест 19 видов рыб из шести семейств. От общего числа видов 63 % приходилось на камбаловых Pleuronectidae. В биотопическом составе преобладали элиторальные (50 %) виды, размножение которых происходит в основном за пределами прибрежных мелководий [95]. Массовыми видами, размножающимися в шельфовой зоне моря в холодное время года являются минтай *Gadus chalcogrammus* и северная палтусовидная камбала *Hippoglossoides robustus*. Икра минтая обнаруживается даже при отрицательной температуре морских вод, однако в прибрежной полосе численность икры обычно низка, что связано с высоким опреснением данной области в результате попадания территориальных вод в период таяния снегов [95]. Интенсивный нерест палтусовидной камбалы начинается при температуре воды от 3-4°C, что несколько выше, чем в период отбора проб (2°C).

2.5 Промысловые водоросли и беспозвоночные

Промысловые водоросли

На большинстве участков Татарского пролива песчаная, песчано-илистая сублитораль на глубине 0,5-1,5 м плавно переходит в скалистую платформу с гребенчатым рельефом, с резкими перепадами глубин, которая простирается до 7-9 м. глубины. Глубже простираются пески, с редкими выходами валунов, на 15 м грунт представлен исключительно песком.

На песчаном мелководье находится сообщество, основу которого составляет морская трава *Zostera marina* (с удельной биомассой 0,3 кг/м²), занимающее площадь около 1,04 км². На *Z. marina* поселяется эпифит *Pneophyllum zostericolum*. В этом сообществе встречаются также *Sargassum myaibei*, *Analipus japonicus*, *Mazzaella cornucopiae*, *Corallina pilulifera*, *Laurentia japonica* [60].

На твердых грунтах, на глубинах от 0,5 до 5 м располагается монодоминантное трехъярусное растительное сообщество, образованное разновозрастными водорослями *Laminaria japonica* (удельная биомасса - 1,369 кг/м²). Верхний ярус представлен разновозрастными растениями *Laminaria japonica* и субдоминантами *Laminaria cichorioides*. В среднем ярусе встречаются *Neorhodomela larix*, *Chondrus pinnulatus*, *Tichocarpus crinitus*, *Mazzaella cornucopiae*. В нижнем ярусе доминируют кораллиновые водоросли: *Clathromorphum circumscriptum*, *Lithothamnion phymatodeum*, *Bossiella cretacea*, *Bossiella compressa* и *Corallina pilulifera*.

На глубине 5 м грунт сложен коренными породами. В основном это скальное плато с расщелинами и гребнями (неровности грунта от 0,5 до 1,5 м). Внутри расщелин может быть галька и гравий. Иногда, регистрировались валуны и камни. Основа фитомассы сформирована 5 макрофитами: *Phyllospadix iwatensis*, *Desmarestia viridis*, *Costaria costata*, *Laminaria japonica*. От 5 до 10 м в нижнем ярусе распространяется сообщество кораллиновых водорослей *Clathromorphum circumscriptum*, *Lithothamnion phymatodeum*, *Bossiella cretacea*, *Bossiella compressa* сплошным ковром покрывающее скалы и валуны. Проективное покрытие сообщества кораллиновых водорослей колеблется от 10 до 50% (в среднем, 30%). Общая средняя биомасса макрофитов в горизонте 5 м составляла 1 458 г/м² [60].

Промысловая водоросль ламинария японская (*Laminaria japonica*) встречалась, формируя водорослевый пояс совместно с костарией ребристой (*Costaria costata*). Ширина пояса

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	011/03/2021-00С.ВБР	Лист

водорослей не превышала 50-60 м. заросли костарии (*Costaria costata*) в основном расположены на глубинах 3,5-5 м. Наибольшая удельная биомасса была у морской травы филлоспадикса – 3,8 кг/м² [60].

Данные по видовому составу, численности и биомассе промысловых беспозвоночных и водорослей непосредственно на акватории Северного грузового района морского порта Углегорск отсутствуют.

Промысловые беспозвоночные

Всего основу макробентоса Татарского пролива формируют представители 40 видов гидробионтов, из которых 1 вид – это полухордовые, 6 видов – макрофиты, а остальные виды – беспозвоночные.

В водах и донных осадках шельфа острова Сахалина встречается большое разнообразие крупных видов беспозвоночных, которые являются предметом промыслового или традиционного рыболовства. Доминирующую роль в формировании макробентоса играют двустворчатые моллюски, морские ежи, многощетинковые черви и сипункулиды. На дне также встречается несколько видов крабов. Важными с промысловой точки зрения являются следующие бентические виды [58]:

- камчатский краб (*Paralithodes camtschaticus*);
- синий краб (*Paralithoces platypus*);
- колючий краб (*Paralithodes brevipes*);
- краб-стригун (*Chionoecetes opilio*);
- волосатый краб (*Erimacrus isenbeckii*);
- гастроподы (улитки или stentors; Haliotidae и Buccinidae);
- морские гребешки (*Pectens*);
- моллюски «клеммы» (*Corbicula*, *Spisula*, *Macra*, *Callista* и *Venerupis*);
- морские ежи (*Strongylocentrotidae*);
- дальневосточный морской огурец (или трепанг; *Stichopus japonicus*);
- японский морской огурец (*Cucumari japonica*);
- гигантские осьминоги и песчаные осьминоги (*Opistoteuthis californica* и *O. dofleini*).

Промысловые объемы различных видов, главным образом, сосредоточены в пяти районах, которые находятся:

- a) Северо-восточное побережье острова Сахалин;
- b) залив Терпения;
- c) залив Анива;
- d) юго-западное побережье – от мыса Крильон на севере до Бошняково;
- e) северо-западное побережье – от Александровска-Сахалинского на севере до залива Тык.

Промысловый сбор пелагических макро-беспозвоночных в настоящее время ограничивается отловом нескольких видов креветок и кальмаров. В водах глубиной от 25 до 250 м ежегодно отлавливаются сотни и даже тысячи тонн различных видов беспозвоночных. Основными видами, вылавливаемыми у восточного и западного побережья острова Сахалин, являются:

- северные креветки (*Sclerocrangon boreas*);
- гребешковые креветки (*Sclerocrangon salebrosa*);
- гренландские креветки (*Lebbeus groenlandicus*);
- полосатые креветки (*Pandalus hypsinotus*; наиболее ценный вид);
- северный чилим (*Pandalus borealis eous*; наиболее многочисленный вид);
- горбатые креветки (*Pandalus goniurus*; наиболее широко распространенный и традиционный вид креветки);
- травяные креветки (*Pandalus latirostris*);

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

25

– тихоокеанский кальмар (*Todarodes pacificus*).

Общее представление о промысловых видах беспозвоночных рассматриваемого района может быть составлено на основании данных о структуре представителей бентосных сообществ, подготовленных ФГБНУ «СахНИРО» в рамках разработки проекта «Проект «Сахалин-1». Дальневосточный завод по производству сжиженного природного газа (СПГ). Морской терминал отгрузки СПГ». Программа комплексных морских инженерных изысканий».

Серый морской еж *Strongylocentrotus intermedius*.

Серый морской еж в районе исследований среди других представителей промыслового макробентоса имеет абсолютное доминирование по частоте встречаемости. В 2009 г. он встречался на 65 станциях наблюдений из 100, что на 5% больше, чем в 2007 г. Поселения морских ежей распределены в диапазоне глубин от 2,5 до 20 м. Максимальная плотность животных в 2009 г. составляла 60 экз./м². Средние плотности по отдельным станциям наблюдений колебались от 0,12 до 50 экз./м² (средняя плотность составила 4,79 экз./м²). Биомасса морских ежей изменялась от 11,7 до 4040 г/м² (средняя биомасса 346,75 г/м²). По сравнению с другими акваториями, где обитает серый морской еж, здесь при сравнительно низкой удельной плотности наблюдаются высокие удельные биомассы, что связано с большой индивидуальной массой местных морских ежей.

Как известно размер и масса находятся в тесной взаимосвязи, поэтому большие индивидуальные массы находят отражение и в размерной структуре поселений. На участке отмечены наиболее крупные животные. Диаметр панциря морских ежей варьировался от 34 до 80 мм. Средневзвешенное значение составляло 56,9±0,37 мм (модальные группы 51-55 и 56-60 мм). Частотное распределение по диаметру панциря носит мономодальный характер. Преобладали животные с диаметром от 51 до 65 мм. доля которых составляла 75,7%. Средний диаметр панциря промысловых особей составлял 57,3±0,35 мм. Доля промысловых особей по станциям варьировалась от 81,8 до 100% и в среднем составляла 97,2%. Доля промысловых особей здесь была наибольшей, и по сравнению с 2007 г. увеличилась с 87,7% до 97,2%.

Кукумария японская *Cucumaria japonica*.

Частота встречаемости кукумарии японской в разные годы колеблется, и в среднем кукумария отмечается в 8% случаев (в 2006 г. в 6%). Поселения приурочены преимущественно к галечно-каменистым и каменистым грунтам. Голотурии образуют стабильные поселения начиная с 10 м. Скопления животных с наибольшей плотностью, от 1 до 20 экз./м². были отмечены в интервале глубин от 15 до 20 м. Средняя удельная плотность кукумарии в скоплениях на обследованной акватории составляла 7 экз./м² при варьировании от 0,05 до 20 экз./м². Средняя плотность по району исследований составила 1,87 экз./м². Биомасса изменялась от 5,95 до 357,6 г/м² (средняя биомасса составляла 110,7 г/м²). Масса голотурий изменялась от 24 до 450 г (средняя масса составляла 168,1±8 г).

Приморский гребешок *Mizuhopecten yessoensis*.

В силу отсутствия благоприятных грунтов в данном районе приморский гребешок не образует скоплений. За несколько лет исследований моллюск регистрировался лишь единично. В 2007 г. гребешок был встречен у г. Углегорск на участке между м. Хакуй и м. Змеиный на глубине 18 м. В 2009 г. в районе м. Тихоновича (5 км к северу от пос. Шахтерск) на глубине 14,2 м на небольшой «поляне» с песчано-гравийным грунтом было обнаружено несколько особей приморского гребешка на площади около 100 м². Средняя плотность скопления составляла 0,2 экз./м², средняя удельная биомасса 91,2 г/м².

Трубач *Neptunea arthritica*.

Брюхоногий моллюск *Neptunea arthritica* – это один из наиболее массовых представителей промыслового макробентоса. В районе порта Шахтерск он встречался с частотой 8%. Моллюски обитают преимущественно на каменистых и скалистых грунтах. Единично встречались на песчаных грунтах на глубинах от 1 до 20 м. Наибольшие по плотности поселения были сосредоточены в интервале от 2 до 15 м, где удельная плотность

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

										011/03/2021-00С.ВБР	Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата						26

изменялась от 1 до 6 экз./м². На глубинах более 15 м плотность поселений моллюска значительно уменьшается до 0,01 экз./м². Средняя удельная плотность трубочей в скоплениях на обследованной акватории составляла 2 экз./м² при варьировании от 0,02 до 6 экз./м². Средняя плотность по району исследований составила 1,1 экз./м². Удельная биомасса изменялась от 0,6 до 184,2 г/м² (средняя биомасса составляла 33,77 г/м²).

Камчатский краб

В зимний период в прибрежной зоне с отрицательной температурой воды крабы практически не встречаются. В это время они находятся на больших глубинах. Весной, с прогревом вод верхнего слоя, крабы мигрируют в прибрежные районы, где встречаются на глубинах от 5-7 м. Относительно плотные скопления встречаются на глубинах более 20 м. В октябре-ноябре, по мере охлаждения прибрежных вод, крабы уходят на большие глубины внешней части шельфа и склона.

Плотность скоплений крабов в северных районах Татарского пролива зал. Чихачева не превышает 30 экз./км², или 48 кг/км². В начале 2000-х годов скопления камчатского краба сместились в более южные районы Приморья, на севере пролива в промысловом количестве крабы не встречались. В сентябре 2001 г. мальки краба размером около 1 см встречались в заливе Чихачева.

Основной центр воспроизводства западно-сахалинской части популяции камчатского краба расположен на севере Ильинского мелководья (47°30'-48°40' с.ш.) на глубине 30-50 м. Район с меньшим количеством молоди крабов находится в южной части ареала этой популяции (46°00'-46°20' с.ш.).

В 1993-1998 гг. произошли изменения структуры западно-сахалинской популяции, что выразилось в смещении на север на 40-60 миль основного района размножения краба, в ослаблении роли центрального района (на Ильинском мелководье) и усилении северного района воспроизводства в Александровском заливе.

Плодовитость самок камчатского краба колеблется от 30 до 570 тыс. икринок. Личинки выходят в планктон в середине-конце марта. Продолжительность личиночного развития 73-78 дней. Самки линяют в период с третьей декады марта до начала мая. Спаривание и откладка икры – в первой декаде мая.

У западного Сахалина в периоды высокой численности краба вылов его иногда превышал 10 тыс. т в год, а вылов порядка 5 тыс. т был вполне обычным (хотя уловы сильно колебались). При нормальном состоянии западно-сахалинская популяция может обеспечивать годовой вылов краба в пределах 1-5 тыс. т. В настоящее время численность самцов промыслового размера находится на очень низком уровне, в основном из-за перелова вследствие браконьерства. В 2010 г. в Западно-Сахалинской подзоне разрешен вылов 1,0 т камчатского краба.

Промысловые водоросли и беспозвоночные на учатке исследований в районе Северного грузового района морского терминала Углегорск не отмечены.

2.6 Ихтиофауна и рыбохозяйственное значение акватории

В шельфовых водах западного Сахалина по численности преобладают представители семейства камбаловых, рогатковых и липаровых рыб [50]. Видовой состав ихтиофауны в прибрежной северной части Японского моря включает 200, а у западного побережья Сахалина, по меньшей мере, 92 вида донных и придонных рыб [32, 33]. В Татарском проливе список видов рыб, включая пелагических, может достигать 100 видов и более в зависимости от сезона года [50].

В верхней сублиторали (глубины до 10 м) количество видов на порядок меньше, чем в открытой части пролива. Как показывают наблюдения последних лет, на мелководье на глубинах число видов может достигать 18-23. Основу биомассы составляют представители ограниченного числа семейств, в основном это корюшковые *Osmeridae*, камбаловые (*Pleuronectidae*), рогатковые (*Cottidae*), стихевые (*Stichaeidae*), лисичковые (*Agonidae*). По

Взам. инв. №						
Подпись и дата						
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	011/03/2021-00С.ВБР
						27

частоте встречаемости обычно доминируют до 70-100% представители семейств карповых (*Cyprinidae*), корюшковых (*Osmeridae*) и камбаловых (*Pleuronectidae*). Характерными видами для мелководной зоны с песчаными и скалистыми грунтами являются также рыбы семейств бельдюговых (*Zoarcidae*), батимастровых (*Bathymasteridae*), терпуговых (*Hexagrammidae*) – опистоцентры, люмпены, люмпенусы, батимастер, зайцеголовый терпуг, терпуг Стеллера и другие виды, не имеющие промыслового значения. Эти виды рыб могут зачастую составлять основу уловов [78, 40].

Типичный видовой состав рыб в летний период на глубинах до 10 м у юго-западного побережья о. Сахалин представлен в таблице 9 [60]. Данный видовой состав в течение лета и осени может несколько изменяться в зависимости от гидрологической обстановки и физиологического состояния рыб, но в целом отражает структуру ихтиоценоза в прибрежной зоне.

Таблица 9. Видовой состав рыб на глубинах до 10 м в августе 2004 г.

Семейство	Научное название	Русское название	ЧВ, %
Cyprinidae	<i>Tribolodon hakuensis</i>	Крупночешуйная красноперка	100
Osmeridae	<i>Hypomesus japonicus</i>	Морская малоротая корюшка	100
Salmonidae	<i>Salvelinus leucomaenis</i>	Кунджа	100
Scorpaenidae	<i>Sebastes minor</i>	Малый окунь	100
Hexagrammidae	<i>Hexagrammos octogrammus</i>	Восьмилинейный терпуг	75
Cottidae	<i>Myoxocephalus jaok</i>	Керчак-яок	75
	<i>Myoxocephalus stelleri</i>	Керчак Стеллера	75
	<i>Microcottus sellaris</i>	Седловидный бычок	50
	<i>Argyrocottus zanderi</i>	Серебристый бычок	50
Agonidae	<i>Brachyopsis segaliensis</i>	Сахалинская лисичка	50
Zoarcidae	<i>Neozoarces steindachneri</i>	Широкорот Штейндахнера	50
Stichaeidae	<i>Opisthocentrus ocellatus</i>	Глазчатый опистоцентр	50
	<i>Pholidapus dybowskii</i>	Безногий опистоцентр	25
Pholididae	<i>Pholis pictus</i>	Расписной маслюк	25
Icosteidae	<i>Arctoscopus japonicus</i>	Японский волосозуб	25
Pleuronectidae	<i>Pleuronectes (Liopsetta) obscurus</i>	Темная камбала	25
	<i>Pleuronectes schrenki</i>	Камбала Шренка	25

Согласно экспертной оценке, представленной на основе исследований, выполненных на прибрежной акватории юго-западного побережья Сахалина, в летне-осенний период в прибрежной зоне на глубинах до 10 м плотность скоплений наиболее массовых видов рыб может находиться на следующем уровне:

- звездчатая камбала – 0,011 кг/м²;
- желтоперая, желтобрюхая камбала – 0,005 кг/м²;
- малоротые корюшки – 0,005 кг/м²;
- красноперки – 0,002 кг/м²;
- бычки, представители р. Керчаков – 0,0025 кг/м²;
- представители семейств бельдюговые, стихеевые, лисичковые – 0,005 кг/м².

Краткие результаты комплексной съемки Татарского пролива.

Сотрудники Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии провели комплексную съемку в Татарском проливе.

Траловые учетные работы, сопровождаемые океанологической съемкой, проводились в Татарском проливе вдоль западного побережья Сахалина (Западно-Сахалинская подзона) и у южных Курильских островов. Всего с 18 июня по 30 июля 2018 г. было выполнено 195

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	011/03/2021-00С.ВБР	Лист 28

траловых станций, из них 100 – у западного Сахалина в общем диапазоне глубин от 18 до 581 м, и 95 – у Южных Курил на глубинах от 20 до 438 м. Проведенные исследования позволили получить сведения по условиям обитания, распределению, биологии и состоянию запасов целого ряда массовых и промысловых видов рыб и беспозвоночных.

В районе работ у западного побережья Сахалина было отмечено 87 видов рыб из 21 семейства. Наиболее массовыми представителями ихтиофауны были камбаловые, тресковые и рогатковые. Минтай и треска свои посленерестовые скопления образовывали вдоль края шельфа – верхних участков островного склона от района северо-западнее Монерона до свала у Чехово-Ильинского мелководья, но основное поле концентраций этих видов отмечалось севернее мыса Ломанон на шельфе с глубинами 40-46 м. Все камбалы и большинство видов из семейства рогатковых находились на традиционных участках своего размножения, а затем нагула – на мелководном шельфе Татарского пролива на глубинах до 100 м. Основу ихтиомассы обследованного района, по предварительным расчетам, составили минтай и треска (36 и 15,1% соответственно) [85].

У южных Курильских островов ихтиофауна включала 95 видов рыб из 23 семейств. К числу наиболее массовых представителей фауны относились также виды из семейств камбаловые, тресковые и рогатковые. Основные концентрации рыб (минтая, трески, камбал, рогатковых бычков) были отмечены в пределах Южно-Курильского пролива и в южной части океанских вод Итурупа. Немногочисленные учетные станции в охотоморских водах островов Итуруп и Кунашир показали присутствие плотных нагульных концентраций трески, минтая и одноперого терпуга и в этих водах. Более 40% от общей ихтиомассы и в данном районе также пришлось на треску и минтай (34,6% и 8,7% соответственно).

В уловах у Южных Курил отмечено 64 вида беспозвоночных из 28 семейств, в том числе 7 видов крабов (из них 6 – промысловые виды), 11 видов креветок, 40 видов моллюсков и 5 видов иглокожих, исключая офиур и морских звезд. Наиболее распространенным видом в районе исследований был камчатский краб, отмеченный на 48,4% станций. Значительную частоту встречаемости имели также брюхоногий моллюск *Fusitriton oregonensis* (38,9%) и палевый морской еж (37,9%). Наибольшие учетные численность и биомасса были выявлены для камчатского краба, значительные – для кукумари и палевого морского ежа.

По предварительным расчетам, результаты оценки запасов рыб и беспозвоночных по ряду объектов промысла оказались заметно выше данных прошлых лет учета в обоих районах исследований. [85].

2.6.1 Редкие и охраняемые виды рыб и беспозвоночных

Данный раздел подготовлен на основании данных, указанных в Красных книгах Сахалинской области [51, 52].

На территории, планируемой к проведению работ, может обитать/обитает **Сахалинский таймень** – *Parahucho perryi* [52].

Отряд Лососеобразные – Salmoniformes, семейство Лососевые – Salmonidae, синонимия – Hucho perryi.

Статус и категория редкости в пределах Сахалинской области. 3-я категория – локальный эндемичный вид Дальнего Востока с сокращающейся численностью, нуждающийся в охране.

Статус вида на территории Российской Федерации и соседних субъектов Российской Федерации. Популяция о. Сахалин внесена в Красную книгу России. 2-я категория – сокращающиеся в численности популяции эндемичного для Дальнего Востока вида.

Краткое описание. Крупная рыба, зарегистрирована особь длиной 210 см. Тело покрыто крупной чешуей. В море окраска серебристая, с началом нерестового хода тело приобретает красноватый оттенок. Лучей в плавниках: спинном – 9-14, анальном – 8-12; жаберных тычинок – 12-14; пилорических придатков – 157-224.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

						011/03/2021-00С.ВБР	Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Модернизация основного производственного оборудования и водосистемы позволила предприятию перейти на новую биотехнику разведения лососей с применением терморегуляции развития эмбрионов и подращивания молоди до более высоких навесок, что будет способствовать повышению эффективности его работы. Коэффициенты возврата горбуши в последние годы на Урожайном рыбоводном заводе достигают 1,23-2,3%. Средние коэффициенты возврата до 1997 года не превышали 0,7 %.

Калининский лососевый рыбоводный завод.

Расположен на юго-западном побережье о. Сахалин. Базовым водоемом завода является река Калининка, впадающая в Татарский пролив. Площадь естественных нерестилищ реки составляет незначительную величину – 16,2 тыс. м², располагаются они в нижнем течении на участке до 4 км от устья. Рыбоводный завод построен японцами в 1925 году как экспериментальный. В отличие от других предприятий он был сделан капитальнее: имел два инкубационных цеха, основные производственные сооружения, мальковые каналы, питомники, водоподающие и отводные каналы были бетонированы. Водоснабжение имел смешанное-основное – ключевое и вспомогательное – речное (Официальный сайт ФГБУ «Сахалинрыбвод»).

В период с 1946 до 1951 года Калининский рыбоводный завод использовался как экспериментальная база лаборатории лососевых, Сахалинского филиала ТИНРО, а с 1951 года передан в ведение Сахалинрыбвода.

В период военных действий 1945 года завод был основательно разрушен, после войны проводились работы по его восстановлению. К 1954 году был введен в эксплуатацию второй инкубационный цех, а в последующие годы построены дополнительно два новых цеха-питомника с зависимым водоснабжением и выростные пруды для подращивания молоди лососей. Завод специализируется на воспроизводстве осенней кеты. Сведения о выпуске рыбоводной продукции за годы действия японской администрации не сохранились.

В 1951 году заводом выпущено молоди кеты 6,5 млн штук, в дальнейшем наращивание объемов шло постепенно: к 1961 году выпуск молоди достиг 30,8 млн штук, а к 1975 – 89,3 млн. штук покатников. В этот же период (с 1953 до 1978 г.) Калининский ЛРЗ ежегодно передавал живую оплодотворенную икру другим рыбоводным предприятиям, как внутри Сахалинской области, так и в другие районы страны для целей акклиматизации. В 1978 году 10 млн. живой икры было передано в США.

Специалистами рыбоводного завода постоянно проводились работы по совершенствованию биотехнологии искусственного воспроизводства кеты, отработывалась методика подращивания молоди, впервые на Сахалине ими была разработана и внедрена в производство методика проведения профилактических и лечебных ванн для борьбы с болезнями молоди лососей.

С начала 90-х годов прошлого столетия коллектив завода перешел на освоение новой, более прогрессивной биотехнологии рыборазведения, основанной на создании наиболее оптимальных условий при инкубации икры, выдерживании личинок с помощью регулирования температурного режима воды, интенсивного подращивания молоди перед выпуском в реку гранулированными кормами до высоких навесок (в 2-3 раза выше, чем у «дикой» молоди). Была снижена плотность посадки личинок и молоди на 1 м² питомной площади, уменьшены объемы инкубируемой икры, т.е. принято направление на повышение эффективности искусственного воспроизводства кеты, за счет совершенствования биотехнологии, взамен качественного наращивания объемов рыбоводной продукции. Результаты этого направления в работе уже проявились. Калининским ЛРЗ совместно с Сокольниковским и Ясноморским рыбоводными заводами, расположенными по соседству, создано промысловое стадо кеты. Вылов ее в юго-западном районе Сахалина составил в 2000 году – 988,1 тонн, в 2001 году – 3464,9 тонн, в 2002 году – 1775,9 тонн.

В зоне деятельности Калининского ЛРЗ вылов кеты составил в 2000 году 542,0 тонн, в 2001 году – 1835,4 тонн, в 2002 году – 757,3 тонн. Несмотря на некоторые колебания по годам в целом уловы кеты здесь имеют промысловое значение (Официальный сайт ФГБУ «Сахалинрыбвод»).

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

Буюкловский лососевый рыболовный завод.

Расположен на р. Буюклинке, притоке самой крупной реки Сахалина – Поронай. Основан японцами в 1924 году. Основными видами разведения являлись кета и горбуша.

Объем инкубируемой икры не был постоянным и в отдельные годы достигал 10 млн. шт. по кете и 5 млн. шт. по горбуше. С начала 1980-х годов завод полностью перешел на воспроизводство кеты, ежегодно выпуская от 17 до 37 млн. покатной молоди.

С 1987 года на заводе проводятся работы по созданию собственного стада кижуча, молодь которого в количестве от 0,5 до 1,4 млн. штук выпускается сеголетками массой 3-5 гр. и двухлетками массой до 15 гр.

После проведенного в 1997 году широкомасштабного технического перевооружения завод оснащен современным оборудованием: инкубаторами разной модификации, пластиковыми бассейнами, садками, приборами контроля.

Реконструкция водосистемы позволила увеличить расход воды, проводить регулирование температурного режима при инкубации икры и выдерживании личинок. Независимое водоснабжение секций питомника, заданный график развития рыболовной продукции, обеспеченность качественными кормами позволяют получать стандартную, физиологически готовую к скату молодь в количестве 30-45 млн. шт. икры с навеской 0,7-0,8 грамм. Современный пункт отлова рыбы и сбора икры расположен за пределами территории завода на реке Буюклинке. Подходы производителей кеты к пункту обеспечивают сбор икры в количестве 40 мл штук и более.

Формирование заводской популяции кеты дает возможность вести ее промысловое изъятие в бассейне р. Поронай. Только на заводском пункте отлова производителей, т.е. в конечной точке миграционного пути, вылов кеты ежегодно составляет от 48 до 345 тонн, не считая промышленного и браконьерского лова в морской прибрежной зоне и реке, а также в качестве прилова к другим видам.

Пугачевский лососевый рыболовный завод.

Основан японцами в 1924 году, его мощность была рассчитана на выход 13 млн. покатников горбуши, фактически выпуск по годам варьировал от 2 до 19 млн. штук покатников. Завод расположен в бассейне реки Пугачевки, на берегу одного из основных нерестовых притоков – р. Сенька. Протяженность реки Сенька 15 км, нерестовая площадь определена в 35 тыс. м².

В Советское время в период с 1947 по 1964 год завод выпускал в реку в среднем около 9 млн. покатников (колебания от 1,6 до 4,4 млн. штук). После капитального ремонта с реконструкцией с 1965 года объемы производства постепенно возрастали и к 70-м годам достигли 55 млн.шт.

Объектом разведения на заводе является горбуша. В период с 1958 по 1977 год с этого предприятия передавалась икра на акклиматизацию в различные регионы страны, всего было передано свыше 110 млн икринок горбуши. Кроме того, около 100 млн. штук перевезено на другие рыболовные предприятия внутри Сахалинской области.

В 90-е годы 20 века была реконструирована система водоснабжения, построен новый цех, Пугачевский ЛРЗ перешел на новую биотехнику разведения тихоокеанских лососей с использованием современного оборудования и приборов контроля. Мероприятия по совершенствованию искусственного воспроизводства и максимальное сохранение естественного нереста в последнее время привели к увеличению численности горбуши в зоне деятельности завода, ежегодные промысловые уловы здесь составляют от 800 тонн и выше до 1,7 тыс. тонн.

2.7 Морские млекопитающие

2.7.1 Видовой состав и численность морских млекопитающих

К настоящему времени специальных исследований по морским млекопитающим в целом по Японскому морю и на акватории Татарского пролива, в частности, не проводилось.

Взам. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР						Лист
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

011/03/2021-00С.ВБР

Форма тела. Тело стройное, шея умеренно длинная, морда вытянутая, по форме похожа на собачью. При наблюдении сверху, с большого расстояния, форма тела сигарообразная, за редким исключением, лежит прямо, не изгибаясь.

Окраска. Пестрая, с темными различной величины и формы пятнами. Общий фон окраски ларги сильно изменчив – от желтоватого, довольно светлого до темного почти черного. Брюхо окрашено обычно светлее и имеет меньшее количество пятен. При наблюдении сверху окраска варьирует от светло-серого до темно-серого, пятнистость не видна. У нелинявших животных окраска темно-желтого или бурого цвета.

Поведение. Пугливый и очень осторожный тюлень. В ледовый период больших концентраций не образует. В сезон размножения часто образует триады самец, самка и щенок. По льду передвигается прямо, не изгибаясь. В неледový период стадное животное, держится обычно вблизи устьев нерестовых рек. Вверх по рекам заходит на сотни км. Во время отлива образует кратковременные залежки на берегу. Осенью ларга способна формировать крупные береговые лежбища.

Распространение. В зоне континентального шельфа и побережья ларга распространена очень широко. В Беринговом море образует детные скопления в восточной части моря. В западной части моря основные районы скопления – Карагинский и Анадырский заливы. Встречается на прибрежных льдах восточного побережья Камчатки, Чукотки. В Чукотском море встречается вблизи берега. Распространение к западу ограничено Чаунской губой. На северо-восток распространяется в море Бофорта. В Охотском море ценные залежки образует на крупнобитых белых льдах в северной части моря и у восточного Сахалина. В Японском море щенится на островах в заливе Петра Великого и в Татарском проливе. В летний период концентрируется вблизи устьев рек вдоль всего побережья Дальневосточных морей. В конце лета и осенью на прибрежных отмелях и камнях ларга образует береговые лежбища.

Питание. Основу питания составляют образующие массовые скопления рыбы, среди которых преобладают лососевые, сельдь, навага, минтай. Беспозвоночные животные имеют второстепенное значение, причем их чаще поедают молодые животные.

Размножение. Сроки размножения зависят от места обитания с января по май. Спаривание происходит вслед за деторождением. Каждый год рождается один детеныш после 11 месяцев беременности. Для щенки самка выбирает крупную ровную или заторошенную чистую льдину. В период щенки и лактации располагается недалеко от края льдины у разводий и промоин, ложась головой к воде одиночками или парами.

Численность и хозяйственное значение. В Беринговом море насчитывается около 107 тыс. ларг, в том числе в Карагинском, Озерновском и Камчатском заливах – 55 тыс., в Анадырском заливе – 52 тыс. В Чукотском море численность не известна. В Охотском море около 140 тыс. голов. В Японском море в зал. П. Великого около 1 тыс., в Татарском проливе порядка 10 тыс. ларг. Несмотря на относительную многочисленность ларга большого промыслового значения не имеет.

Морской котик. Сведения о заходах морских котиков на север о. Сахалин и в Татарский пролив поступали еще в 1985 году [91], в данной работе указывались также предположения о возможном существовании в прошлом лежбищ котиков в этих местах. Однако впоследствии это не подтвердилось [89]

Сравнительно недавно С.А. Блохин (2006) при обследовании северной части Японского моря на японском исследовательском судне «Кайко Мару» 21 мая – 25 июня 2006 г. регистрировал 15 встреч с морскими котиками преимущественно по акватории главного фарватера Татарского пролива, южнее 48° с.ш. Территориальные воды им не обследовались.

Результатам детального обследования Татарского пролива в мае – июле 2015 года стала регистрация северных морских котиков по всей его акватории.

Всего в мае – июле 2015 г. в Татарском проливе было встречено 23 морских котика. Из них вдоль западного побережья юга Сахалина на участке прибрежной акватории между мысами Старомаячный и Крильон встречено 11 котиков.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

2.7.2 Редкие и охраняемые виды морских млекопитающих

Согласно [52] в районе расположения морского терминала Углегорск может обитать сивуч. В соответствии с Красной книгой России – серый кит (описание приведено выше) [92].

Сивуч (*Eumetopias jubatus*) относится к отряду Хищные – Carnivora, семейству Ушастые тюлени – Otariidae. Синонимия – северный морской лев.

Статус и категория редкости в пределах Сахалинской области. 5 категория – после длительного периода стагнации вид начал восстанавливаться, однако в настоящее время его численность далека от исходной.

Статус вида на территории Российской Федерации и соседних субъектов Российской Федерации. Занесен в Красную книгу РФ, Красные книги Хабаровского края, Камчатки, Магаданской области. Категория 2 – вид с неуклонно сокращающейся численностью.

Распространение. Эндемик северной части Тихого океана. В водах России распространен от Командорских о-вов и Камчатского п-ова на юг через Курильские о-ва, включая Охотское море, до северной части Японского моря. В России известно 13 репродуктивных лежбищ, из которых 9 расположены в пределах Сахалинской области: 7 лежбищ на Курильских о-вах (о-ва Анциферова, Райкоке, Ловушки, Среднего, Брат-Чирпоев, м. Рикорда на о. Итуруп, ск. Шишки), а также на о-вах Тюленьем и Монерон.

Места обитания и биология. Во всех частях ареала сивуч тяготеет к морским побережьям и островам, на которых во все сезоны года использует береговые лежбища. Различают молодняковые, холостяковые и репродуктивные (продуцирующие) лежбища.

Самки достигают половой зрелости в возрасте не менее 3 лет, а первого щенка способны родить в четырехлетнем возрасте. В возрасте 5 лет рождает не менее половины самок этого возраста. Самцы включаются в репродуктивный цикл после достижения физической зрелости – не ранее 7-8-летнего возраста. Деторождение происходит с конца мая до начала июля с пиком в первой половине июня. Продолжительность беременности около 11,5 мес. Лактационный период длится чаще всего год, но некоторые самки продолжают подкармливать молодых до трехлетнего возраста. Основу питания сивучей составляют рыбы, преимущественно донные и придонные (терпуг, минтай, треска, сельдь, лососевые, камбалы и др.) и головоногие моллюски, главным образом кальмары.

Численность, лимитирующие факторы и угрозы. Численность сивучей на Курильских о-вах на протяжении первой половины XX века неизвестна. В 1955-56 гг. на Курилах было учтено около 15-17 тыс. животных. В 1970-х гг. началось уменьшение численности по всему ареалу, поставившее вид на грань исчезновения в некоторых районах обитания. За период 1975-1982 гг. численность поголовья сивучей уменьшилась в 2-3 раз. На протяжении 1980-х гг. численность здесь продолжала уменьшаться, достигнув к концу XX века исторического минимума. В 2000 г. при обследовании почти всех береговых лежбищ было учтено 4947 сивучей, из которых 1756 щенков. В 2007 г. зарегистрировано 2673 щенка, что свидетельствует о начавшемся процессе выхода популяции из затяжной депрессии.

Принятые и необходимые меры охраны. Многие береговые лежбища в пределах Сахалинской области находятся в пределах ООПТ.

Следует сделать более серьезные шаги в направлении охраны лежбища, существующего на волноломе г. Невельска. Целесообразно придать некоторым островам, на которых происходит воспроизводство, статус ООПТ. Крайне желательно продолжение многолетнего мониторинга за состоянием численности сивуча в российской части ареала для выработки правильной стратегии охраны вида.

Таблица 10. Виды и статус морских млекопитающих

Виды ММ	Красная книга РФ(1)	Красная книга СО(2)	Красный список МСОП(3)
Серый кит <i>Eschrichtius robustus</i>	1 категория	–	LC
Сивуч <i>Eumetopias jubatus</i>	2 категория	5 категория	EN

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

37

Виды ММ	Красная книга РФ(1)	Красная книга СО(2)	Красный список МСОП(3)
<p>Примечания: Категория и статус животного: (1) по Красной Книге РФ: 1 категория – находящиеся под угрозой исчезновения; 2 категория – сокращающиеся в численности. (2) по Красной книге Сахалинской области: 5 категория – восстанавливаемые и восстанавливающиеся. (3) МСОП – Международный Союз Охраны Природы: EN – вид, находящийся под угрозой исчезновения LC – вид, находящийся под наименьшей угрозой исчезновения.</p>			

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

3 Оценка воздействия планируемой деятельности на водные биологические ресурсы

3.1 При осуществлении реконструкции

Ввиду отсутствия на рассматриваемой территории объектов загрязнителей, способных вызвать загрязнение подземных вод, а также систем выпуска сточных вод в подземные горизонты, производственная деятельность, связанная с выполнением ремонтных работ в штатной ситуации и эксплуатацией влияния на качество подземных вод не оказывает.

При проведении работ аварийные ситуации, способные повлечь за собой нанесение ущерба окружающей природной среде, маловероятны. Одной из наиболее вероятных, является незначительный пролив ГСМ от работающих судов с последующим попаданием в поверхностные воды. Рассмотренная аварийная ситуация относится к локальной аварии. Выполнение запланированных мероприятий по предотвращению негативного воздействия на водные биоресурсы исключает возможность попадания нефтезагрязненного стока в водный объект.

На период ремонта 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 демонтажных и монтажных работ возможно негативное воздействие на водные биологические ресурсы.

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 [29].

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

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

постоянной (в течение сезона) концентрации взвеси более 20 мг/л. Та же пороговая концентрация воздействия взвеси отмечалась и в экспериментах [30,31].

В качестве критических для организмов зоопланктона принимаются концентрации взвеси в воде >20 мг/л (50% гибели) и >100 мг/л (100% гибели), учитывая, что частицы взмученного грунта могут повреждать фильтрационный пищеводный 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 с концентрациями взвеси, приближающимися к 100 мг/л и превышающими эту величину (100% потерь зоопланктона).

Для оценки воздействия на водные биоресурсы демонтажных и монтажных 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. Результаты моделирования представлены в приложении 1.

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. [32].

По другим сведениям, многие формы бентоса, в особенности роющие организмы инфавны (подвижные двустворчатые моллюски-детритофаги, брюхоногие моллюски, многие виды полихет, голотурии и др.) способны выходить на поверхность грунта после погребения их слоем донных осадков [33,34]. 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 [33,34].

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 (*Ilyanassa 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 — илисто-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

Инф. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	011/03/2021-00С.ВБР	Лист

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.

100% гибель бентоса принимается на всей площади производства работ, которая подвергается непосредственному механическому воздействию.

Воздействие на ихтиофауну.

Пелагическая икра, личинки и ранняя молодь 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 [35]. 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 [30]. Гибель 50% ранней молоди лососевых рыб прогнозируется при содержании взвеси буровых отходов в морской воде более 100 мг/л [36]. 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 [30].

Исходя из пессимистической экспертной оценки, для расчета ущерба водным биоресурсам пороговые величины воздействия взвеси на ихтиопланктон могут быть приняты такими же, как и для зоопланктона - 50% потерь при концентрациях взвеси в пределах более 20 мг/л и 100% — при концентрациях, близких к 100 и превышающих 100 мг/л.

Инф. № подл.	Взам. инф. №
011/03/2021-00С.ВБР	
Изм.	Подпись и дата
Колуч.	
Лист	
№ док.	
Подпись	
Дата	

3.2 В режиме эксплуатации

В период эксплуатации хозяйственно-бытовое водоснабжение/водоотведение отсутствует, потребление воды не предусматривается. Деятельность во время эксплуатации объектов реконструкции не наносит ущерб водным биологическим ресурсам.

Таким образом, при соблюдении принятых технологических решений деятельность на этапе эксплуатации Объекта будет оказывать допустимое воздействие на водный объект.

Инф. № подл. 011/03/2021-00С.ВБР	Подпись и дата	Взам. инв. №					011/03/2021-00С.ВБР	Лист
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.		

		1	27,46	1,272				0,0036
этап 3								
8,915	0,808	0,5	101,65	0,376	0,029	0,5	0,001	0,0020
		1	40,3	0,373				0,0016
этап 4								
8,915	0,808	0,5	143,05	0,117	0,029	0,5	0,001	0,0009
		1	92,35	0,114				0,0011
Итого:								0,015

Таким образом, ущерб водным биоресурсам от гибели фитопланктона: **0,015 кг.**

4.2 Расчет ущерба водным биоресурсам от гибели зоопланктона

Определение потерь водных биоресурсов от гибели зоопланктона в шлейфах взвеси (донных осадках, буровых отходов и т.д.) и/или загрязнении химическими веществами в расчет по формуле 5 Методики (2011) принимаются величины объема воды (W_{np}), протекающей через области шлейфов с летальными концентрациями веществ:

$$N = B \times (1 + P/B) \times W_{np} \times 1/k_2 \times (K_3/100) \times d \times 10^{-3} \quad (3)$$

где:

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

B - средняя многолетняя для данного сезона (сезонов, года) величина общей биомассы кормовых планктонных организмов, г/м³;

P/B - коэффициент для перевода биомассы кормовых организмов в продукцию кормовых организмов (продукционный коэффициент);

W_{np} - объем воды, протекающий через области шлейфов с летальными концентрациями веществ, м³;

K_E (или $1/k_2$) - коэффициент эффективности использования пищи на рост (доля потребленной пищи, используемая организмом на формирование массы своего тела);

K_3 - средний для данной экосистемы (района) и сезона (года) коэффициент (доля) использования кормовой базы, %;

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;

10^{-3} - показатель перевода граммов в килограммы.

Инф. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР	Взам. инв. №	Подпись и дата							Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	011/03/2021-00С.ВБР			44	

Таблица 12. Расчет ущерба водным биоресурсам вследствие потерь зоопланктона

$V, \text{г/м}^3$	$(1+P/V_{\text{свт.}})$	d	$W_{\text{пр}}, \text{м}^3$	$1/k_2$	$k_3/100$	10^{-3}	$N, \text{кг}$
этап 2							
0,431	41	0,5	5483,24	0,083	0,35	0,001	1,407
		1	6857,36				3,520
этап 3							
0,431	41	0,5	1851,1	0,083	0,35	0,001	0,475
		1	2328,39				1,195
этап 4							
0,431	41	0,5	712,69	0,083	0,35	0,001	0,183
		1	1096,97				0,563
Итого:							7,343

Таким образом, ущерб водным биоресурсам от гибели зоопланктона составит: **7,343 кг.**

Ущерб водным биоресурсам от гибели фитопланктона и зоопланктона составил: **0,015 + 7,343 = 7,358 кг.**

4.3 Расчет ущерба водным биоресурсам от гибели икры и личинок рыб

Расчет ущерба от гибели ихтиопланктона при проведении работ выполняется по формуле 4а Методики:

$$N = n_{\text{ни}} \times W \times (K_1 / 100) \times p \times d \times \Theta \times 10^{-3} \quad (4)$$

где:

$n_{\text{ни}}$ – средняя за период встречаемости данной стадии или весовой категории концентрация (численность) икры, личинок или ранней молоди в зоне воздействия, экз./м³;

W – объем воды в зоне воздействия, в котором прогнозируется гибель икры, личинок или ранней молоди видов водных биоресурсов, которые используются или могут быть использованы в целях рыболовства, м³;

K_1 – коэффициент пополнения промыслового запаса (промысловый возврат), %;

p – средняя масса рыб промысловых размеров, г, кг;

d – степень воздействия, или доля гибнущей икры, личинок, ранней молоди от их общего количества, в долях единицы;

Θ – величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия намечаемой деятельности и время восстановления (до исходной численности, биомассы) теряемых водных биоресурсов, которая определяется согласно п. 51 Методики (2011);

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

Результаты расчета ущерба водным биоресурсам от гибели ихтиопланктона приведены в таблице 13.

Таблица 13. Расчет ущерба от гибели пелагической икры и личинок рыб в шлейфах взвеси

$\Sigma(n_{\text{ни}} \cdot k_1/100 \cdot p \cdot \Theta), \text{кг/м}^3$	d	$W, \text{м}^3$	10^{-3}	$N, \text{т}$
этап 2				
0,000081446	0,5	5483,24	0,001	0,000223
	1	6857,36		0,000558
этап 3				
0,000081246	0,5	1851,1	0,001	0,000075
	1	2328,39		0,000189

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

45

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	--------	------	--------	---------	------

этап 4				
0,000081146	0,5	712,69	0,001	0,000029
	1	1096,97		0,000089
Итого:				0,001163

Ущерб от гибели пелагической икры и личинок рыб в шлейфах взвеси составит **1,163 кг.**

4.4 Расчет ущерба водным биоресурсам вследствие гибели зообентоса

В соответствии с результатами моделирования максимальная толщина слоя выпадения на дно взвешенных веществ при производстве подводных работ не превышает 5 мм на площади не более 209 м². В связи с чем, в качестве наихудшего варианта принимается максимальная площадь морской акватории, на которой возможно воздействие на ВБР в период производства работ по отсыпке щебня.

Определение потерь водных биоресурсов от гибели бентоса производится по формуле 5с Методики (2011):

$$N = B \times (1 + P/B) \times S \times 1/k_2 \times (K_3/100) \times d \times \Theta \times 10^{-3} \quad (5)$$

если погибшие организмы бентоса недоступны для использования в пищу рыбами и/или другими его потребителями (погребены под слоем щебня).

где:

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

B - средняя многолетняя для данного сезона года величина общей биомассы кормовых организмов бентоса, г/м²;

P/B - коэффициент перевода биомассы кормовых организмов в продукцию кормовых организмов (продукционный коэффициент);

S - площадь зоны воздействия, где прогнозируется гибель кормовых организмов бентоса, м²;

K_E (или $1/k_2$) - коэффициент эффективности использования пищи на рост (доля потребленной пищи, используемая организмом на формирование массы своего тела);

K_3 - средний для данной экосистемы (района) и сезона года коэффициент (доля) использования кормовой базы рыбами-бентофагами, используемыми 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);

Θ - величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия намечаемой деятельности и время восстановления (до исходной численности, биомассы) теряемых водных биоресурсов;

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

Повышающий коэффициент $\Sigma K_{t=3}$ на время восстановления исходной биомассы бентоса (за 3 года) равен 1,5; период эксплуатации объекта 8 лет (до 2029 г), T – период воздействия (1,75 суток). Таким образом, повышающий коэффициент $\Theta = 1,5 + 8 + 1,75/365 = 9,505$.

Расчет ущерба от гибели зообентоса приводится в таблице 14.

Таблица 14. Расчет потерь водных биоресурсов от гибели зообентоса

B_0 , г/м ²	$1+P/B$	d	S , м ²	Θ	$1/k_2$	$k_3/100$	10^{-3}	N , кг
32,5	4,5	1	732,5	9,505	0,048	0,35	0,001	17,107

Ущерб водным биоресурсам от гибели зообентоса составит **17,107 кг.**

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

011/03/2021-00С.ВБР	Лист
Изм. Колуч. Лист № док. Подпись Дата	46

5 Сведения о планируемых мерах по сохранению водных биологических ресурсов и среды их обитания

В соответствии с положениями п.55 методики [28], затраты на восстановление водных биологических ресурсов и среды их обитания необходимо определить в стоимостном выражении. Расчет выполняется исходя из размера вреда, причиненного водным биоресурсам, а также вида и объема мероприятий, необходимых для их восстановления. Восстановительные мероприятия планируются в объеме, эквивалентном размеру вреда, причиненному водным биоресурсам.

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 промысловом возврате).

В качестве компенсационного мероприятия рассматривается искусственное воспроизводство следующих рыб: молодь русского осетра, сазана или леща. Средняя масса выпускаемой молоди осетра не менее 2,5 г, сазана не менее 10 г, леща не менее 0,3 г, (согласно Приказа 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)»).

Расчет искусственно воспроизводимого количества молоди, необходимого для восстановления нарушенного состояния водных биоресурсов, выполнен по формуле (6) методики [28]:

$$N_M = N / (p \times K_1), \quad (6)$$

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 промысловом 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), %.

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

Согласно п. 55 методики [28], затраты, необходимые для проведения восстановительных мероприятий уточняются субъектом намечаемой деятельности в рамках договорных отношений с подрядными организациями, выполняющими такие мероприятия.

В соответствии с Правилами организации искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов (утв. постановлением Правительства РФ от 12 февраля 2014 г. № 99) искусственное воспроизводство водных биоресурсов осуществляется в соответствии с

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

						011/03/2021-00С.ВБР	Лист 48
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

планами искусственного воспроизводства водных биоресурсов, утвержденными Федеральным агентством по рыболовству (его территориальными органами) в порядке, установленном Министерством сельского хозяйства Российской Федерации.

Федеральное агентство по рыболовству утверждает планы искусственного воспроизводства водных биоресурсов для юридических лиц, планирующих осуществлять искусственное воспроизводство за счет собственных средств в целях компенсации ущерба, причиненного водным биоресурсам и среде их обитания при строительстве и реконструкции объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности, оказывающей воздействие на водные биоресурсы и среду их обитания, в случае согласования указанной деятельности Федеральным агентством по рыболовству.

Расчет компенсационных мероприятий проводился для трех видов водных биоресурсов, при этом подразумевается выпуск одного из них, т.е. молоди осетра русского или молоди сазана или молоди леща.

Инф. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР	Подпись и дата	Взам. инв. №							Лист
				011/03/2021-00С.ВБР						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

6 Мероприятия по предотвращению негативного воздействия на водные биоресурсы

В подразделе представлены мероприятия по защите окружающей среды от негативного воздействия при производстве работ по реконструкции и эксплуатации объектов: Южного мола, Северной оградительной стенки, Западного мола.

Реализация принципа предотвращения/минимизации негативного воздействия на окружающую среду на этапе реконструкции и последующей эксплуатации обеспечивается проектными решениями, базирующимися на использовании наилучших существующих технологий, соблюдением требований промышленной и экологической безопасности, выполнением требований технологического режима с целью безаварийного ведения работ.

Для предотвращения загрязнения поверхностных и грунтовых вод, в том числе в результате аварийных ситуаций, и недопущения негативного воздействия на водные биоресурсы и среду их обитания предусмотрено следующее:

- **на этапе демонтажных работ и реконструкции:**

- наличие необходимых емкостей для сбора и временного хранения всех категорий отходов;
- подготовка площадки для складирования отходов;
- организация сбора отходов в контейнеры с последующим их вывозом в специально отведенные места;
- сдача всех видов отходов и мусора специализированным организациям, имеющим лицензию на осуществление данного вида деятельности;
- недопущение сброса в море любых загрязняющих веществ и в любом виде (любые нефтесодержащие смеси, мусор и пр.);
- селективный сбор, временное хранение (накопление) и последующее размещение (обезвреживание) образующихся строительных отходов за счет сил и средств подрядной организации;
- организация регулярной уборки территории площадки производства работ;
- обязательное использование исправной техники, прошедшей в обязательном порядке профилактический осмотр и ремонт, что позволит предотвратить загрязнение водного объекта горюче-смазочными материалами.

При работе техники и механизмов необходимо исключить возможность пролива нефтепродуктов, путем осуществления следующих мероприятий:

- заправка техники производится на АЗС;
- техническое обслуживание машин и механизмов производится на специализированных базах;
- проведение технического обслуживания и планового ремонта техники и механизмов в зоне проведения работ запрещаются.

Складирование отходов осуществляется в условиях, исключающих загрязнение окружающей среды. Места накопления и способы хранения отходов обеспечивают:

- отсутствие влияния размещаемого отхода на окружающую среду;
- недопущение замусоривания территории;
- удобство вывоза отходов;
- перед транспортировкой проверяется затаривание отходов с целью исключения пыления, разливов и других потерь по пути следования и загрязнения окружающей среды.
- **на этапе эксплуатации:**
- применение герметичных емкостей для хранения материалов и отходов;
- площадка должна иметь удобное расположение для снятия отходов;

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

50

- для защиты массы отходов от воздействия атмосферных осадков и ветра должна быть предусмотрена эффективная защита (навес, упаковка отходов в тару, контейнеры с крышками и др.).
- применение оборудования, технических средств и технологических процессов, предотвращающих возникновение аварийных ситуаций;
- организация и проведение экологического контроля и мониторинга.

При соблюдении правил безопасности, соблюдения плана работ, инженерных решений и своевременного контроля оборудования, возникновение аварийных ситуаций будет предупреждено.

Таким образом, с учетом реализации предусмотренных проектом технологических решений, воздействие Объекта на поверхностные и подземные воды, как в период производства работ по реконструкции, так в процессе эксплуатации, минимизировано.

Инф. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР	Подпись и дата	Взам. инф. №							Лист
				011/03/2021-00С.ВБР						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Приложения

Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР	Взам. инв. №					011/03/2021-00С.ВБР	Лист	
Подпись и дата									53
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

Приложение 1. Моделирование распространения взвеси

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					011/03/2021-00С.ВБР	Лист
011/03/2021-00С.ВБР						54		
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			

РОСТЭКОПРОЕКТ

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «РостЭкоПроект»

_____ Маркова Е.В.

« ___ » _____ 2022 г.

**Моделирование распространения и седиментации взвеси при
проведении работ по проектной документации «Выполнение
изыскательских и проектных работ на реконструкцию объектов
Северного грузового района морского терминала Углегорск
морского порта Шахтерск: Южный мол, Северная оградительная
стенка, Западный мол»**

Ростов-на-Дону

2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИСТОЧНИКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	4
1.1 Место проведения работ.....	4
1.2 Грунты	5
1.3 Выполняемые работы	6
1.3.1 Разработка наносного грунта	7
1.3.2 Рыхление скального грунта.....	8
1.3.3 Разработка разрыхленного скального грунта.....	9
1.3.4 Отсыпка местного грунта	9
2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРИМЕНЯЕМОЙ МОДЕЛИ	11
2.1 Решение уравнения конвекции-диффузии.....	11
2.2 Учет мультидисперсности взвеси.....	15
2.3 Высота отложений взвеси на дне.....	16
2.4 Проведение вычислений.....	17
3. РЕЗУЛЬТАТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	18
3.1 Разработка наносного грунта	19
3.1.1 Южный мол.....	19
3.1.2 Западный мол.....	23
3.2 Рыхление скального грунта.....	27
3.2.1 Южный мол.....	27
3.2.2 Западный мол.....	31
3.3 Разработка разрыхленного скального грунта.....	35
3.3.1 Южный мол.....	35
3.3.2 Западный мол.....	39
3.4 Отсыпка местного грунта при реконструкции северной оградительной стенки.....	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	47

ВВЕДЕНИЕ

Цель настоящей научно-исследовательской работы – определение параметров возможного воздействия на водную среду – время существования шлейфов мутности, их размеры, толщину и площади отложений при планируемых работах по проектной документации «Выполнение изыскательских и проектных работ на реконструкцию объектов Северного грузового района морского терминала Угледорск морского порта Шахтерск: Южный мол, Северная оградительная стенка, Западный мол».

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

В административном отношении объект проектирования расположен в Российской Федерации, Сахалинская область, Углегорский район, город Углегорск, улица Приморская, д. 11, Северный грузовой район морского терминала Углегорск морского порта Шахтерск.

Реконструкция объектов Северного грузового района морского терминала Углегорск морского порта Шахтерск включает работы по реконструкции Южного мола, Северной оградительной стенки и Западного мола. Место проведения работ показано на рис.1.

Ситуационный план



Рисунок 1. Место проведения работ.

Скорость течения принята равной 0.02 м/с, средняя глубина в районе южного мола равна 3 м, в районе западного мола 1 м, в районе северной оградительной стенки 2 м. Направление течения по картушке магнитного компаса взято равным 290 градусов.

1.2 Грунты

Наносной грунт представлен песками мелкими. Скальный грунт представлен коренными породами песчаника.

Тип грунта	Размер, мм.						
	10 – 05	5 – 2	2 – 1	1 – 0,5	0,5 – 0,25	0,25 – 0,1	< 0,1
Песок мелкий средней плотности с галькой	5 %	3 %	1.6 %	1,8 %	22.2 %	61.6 %	4,8 %

Таблица 1. Гранулометрический состав грунта

Предполагается, что распространяться в водотоке будут мелкие песчаные частицы. Плотность частицы песчаного грунта взята равной 2660 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 кг/м^3 [РД 31.74.09-96, Нормы на морские дноуглубительные работы]. Плотность грунта $\rho_{\text{гр}}$, подставляемая в расчетную формулу, равна [Методические указания по расчету распространения зон мутности при дноуглублении и дампинге на акваториях ВМФ МО РФ, Издание официальное, Москва 2003.]:

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

Здесь плотность воды взята равной 1000 кг/м^3 .

1.3 Выполняемые работы

При проведении работ по реконструкции Южного и Западного молов производится

- разработка наносного грунта одночерпаковым земснарядом с погрузкой в шаланду;

- рыхление скального грунта основания мола гидромолотом на базе экскаватора с понтона;
- разработка разрыхленного скального грунта одночерпаковым земснарядом с погрузкой в шаланду;
- устройство каменной постели – отсыпка основания мола из бутового камня размером от 150 до 500 мм, плавкраном с баржи, что не приведет к образованию мутности в акватории.

При производстве работ по реконструкции Северной оградительной стенки производится отсыпка местного грунта, ранее разработанного бульдозером на суше, в воду.

1.3.1 Разработка наносного грунта

При реконструкции Южного и Западного молв предусматривается разработка грунта с применением земснаряда одночерпакового, вместимостью ковша 1.6 м³ с последующей погрузкой на грунтоотвозную шаланду. Объем разработки грунта на южном моле составит 1399.15 м³, на западном моле 9866.85 м³. Работа с «переливом» не допускается. Коэффициент просора грунта для одночерпакового земснаряда указанного объема взят равным:

$$0.05 \cdot \frac{0.87\text{м}}{\sqrt[3]{1.6\text{м}^3}} = 0.037$$

Производительность для второй группы грунтов рассчитана согласно ГЭСН 81-02-44-2020 таблица 44-04-060-02 и равна:

$$\frac{1000\text{м}^3}{24.31\text{час}} = 41.14 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Скорость поступления мелких частиц в воду исходя из часовой производительности плавкрана с грейферным ковшом окажется равной:

$$\frac{41.14\text{м}^3 \cdot 2083.13 \text{ кг}/\text{м}^3 \cdot 0.037}{3600\text{с}} = 0.88 \text{ кг}/\text{с}.$$

Время производства работ на каждом участке указано в таблице 2.

Вид работ	Участок работ	Объем грунта, м ³	Производительность, м ³ /час	время работы, ч	время работы, смен
Разработка наносного грунта	Южный мол	1399,15	41,14	34,01	4,25
	Западный мол	9866,85		239,84	29,98
Рыхление скального грунта	Южный мол	660,85	6,12	107,98	13,50
	Западный мол	2560,15		418,33	52,29
Разработка скального грунта	Южный мол	660,85	30,72	21,51	2,69
	Западный мол	2560,15		83,34	10,42

Таблица 2. Время производства работ

1.3.2 Рыхление скального грунта

Рыхление скального грунта производится с применением гидромолота на базе экскаватора, при рыхлении уноситься водотоком будет 3% мелких частиц грунта. Объем рыхления грунта при реконструкции южного мола составит 660.85 м³, при реконструкции западного мола 2560.15 м³.

Производительность гидромолота рассчитана согласно ГЭСН 81-02-01-2020 таблица 01-02-094-01 и равна:

$$\frac{1000\text{м}^3}{16.33\text{час}} = 6.12 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Время производства работ на каждом участке указано в таблице 2. Скорость поступления грунта в воду окажется равна:

$$\frac{6.12\text{м}^3 \cdot 2083.13 \text{ кг/м}^3 \cdot 0.03}{3600\text{с}} = 0.11 \text{ кг/с}.$$

1.3.3 Разработка разрыхленного скального грунта

Выемка разрыхленного грунта производится с применением земснаряда одночерпакового, вместимостью ковша 1,6 м³ с последующей погрузкой на грунтоотвозную шаланду. Работа с «переливом» не допускается. Объем разработки грунта, при реконструкции южного мола составит 660.85 м³, при реконструкции западного мола 2560.15 м³.

Производительность для пятой группы грунтов рассчитана согласно ГЭСН 81-02-44-2020 таблица 44-04-060-05 и равна:

$$\frac{1000\text{м}^3}{32.55\text{час}} = 30.72 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Предполагается, что распространяться в водотоке будут мелкие песчаные частицы. Коэффициент просора крупнообломочного грунта для одночерпакового земснаряда указанного объема взят равным 0.03. Скорость поступления грунта в воду окажется равна:

$$\frac{30.72\text{м}^3 \cdot 2083.13 \text{ кг/м}^3 \cdot 0.03}{3600\text{с}} = 0.53 \text{ кг/с}.$$

Время производства работ на каждом участке указано в таблице 2.

1.3.4 Отсыпка местного грунта

Отсыпка местного грунта при реконструкции северной оградительной стенки осуществляется экскаватором одноковшовым электрическим на гусеничном ходу, емкость ковша 2.5 м³. Грунт ранее разработанный бульдозером на суше подсыпается в воду в объеме 2786 м³. Производительность в данном случае взята равной 3.8 часа на 1000 м³ ГЭСН 81-02-01-2020 табл. 01-01-010-01 и равна:

$$\frac{1000\text{м}^3}{3.8\text{час}} = 263.16 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Продолжительность рабочей смены взята равной 8 часов = 28800 секунд. Время производства работ составит:

$$\frac{2786\text{м}^3}{263.16\text{ м}^3/\text{час}} = 10.59\text{час} = 1.32\text{смен.}$$

За одну смену будет разработано:

$$\frac{2786\text{м}^3}{1.32\text{смен}} = 2110.61\text{м}^3.$$

Предполагается, что распространяться в водотоке будут содержащиеся в грунте мелкие песчаные частицы. Для расчетов коэффициент просора взят равным 0.05. Скорость поступления грунта в воду окажется равна:

$$\frac{2110.61\text{м}^3 \cdot 2083.13\text{ кг/м}^3 \cdot 0.05}{28800\text{с}} = 7.63\text{ кг/с.}$$

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 невзаимодействующих 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 φ . Исходное уравнение взято в виде [напр. 1]:

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

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

Начальные условия:

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

Граничные условия:

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

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

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

Значения параметра α 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 Φ :

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

Функцию Φ будем искать в виде:

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

Подставляя (16) в (15), для функции ψ 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 ψ для различных значений начального момента времени τ . 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 взеси 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 мультидисперсности 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 ϕ_i ; для этого нужно умножить решение на экспоненциальный множитель, содержащий соответствующую частицам данного диаметра гидравлическую крупность ξ_i :

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

Выражение для полной функции ϕ 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):

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

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:

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

где функция ψ 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 $\varphi_i \cdot h_i \cdot 1\text{м}^2$. Тогда скорость изменения массы взвеси на дне для i -той составляющей взвеси можно записать в виде:

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

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

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

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 проектной документации «Выполнение изыскательских и проектных работ на реконструкцию объектов Северного грузового района морского терминала Углегорск морского порта Шахтерск: Южный мол, Северная оградительная стенка, Западный мол», 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 Разработка наносного грунта

3.1.1 Южный мол

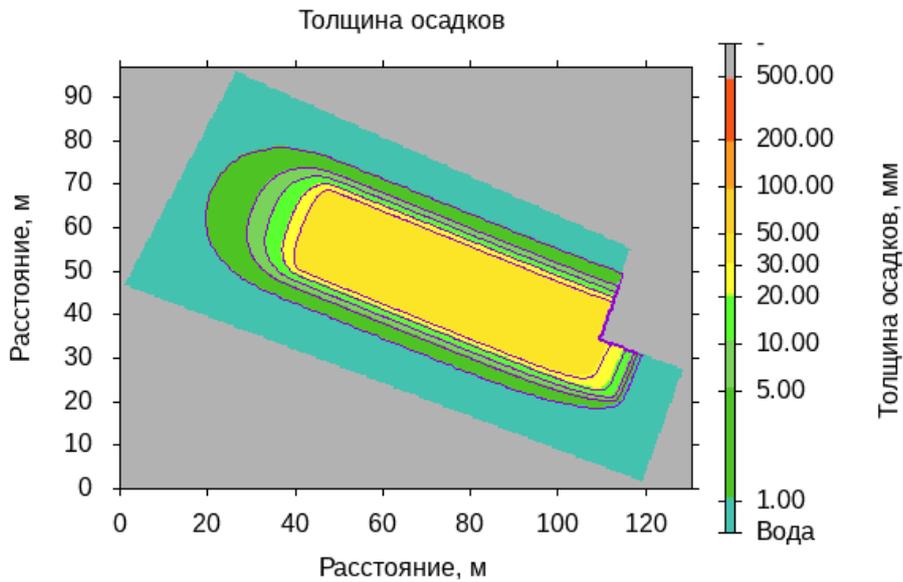


Рисунок 2. Слой выпавшего осадка взвешенных веществ.

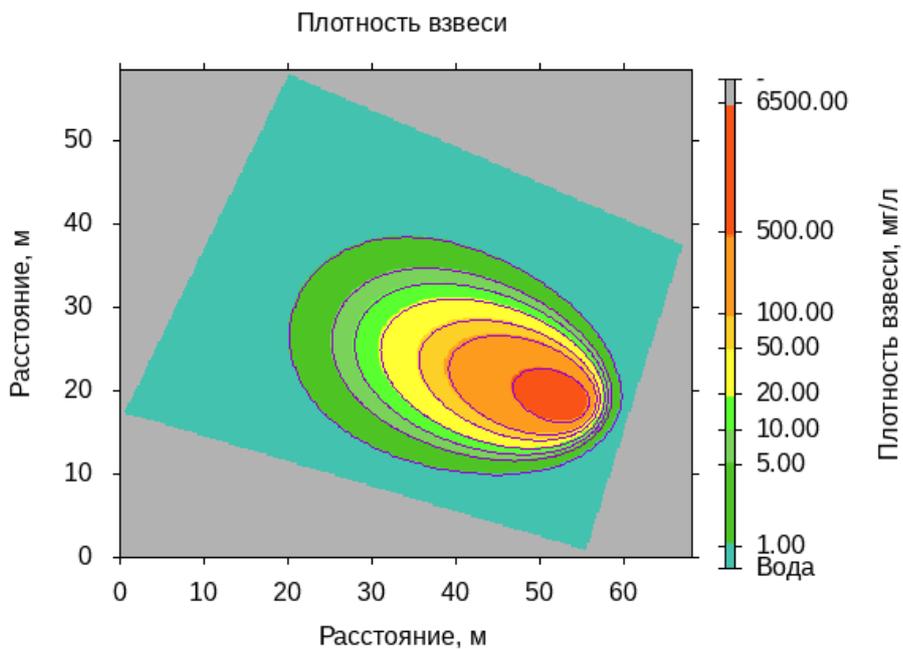
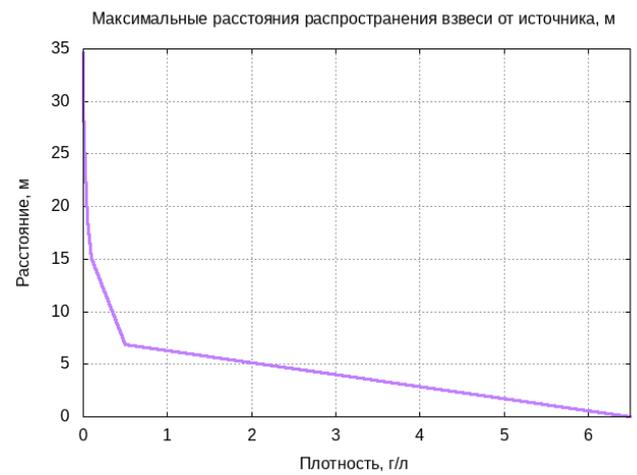
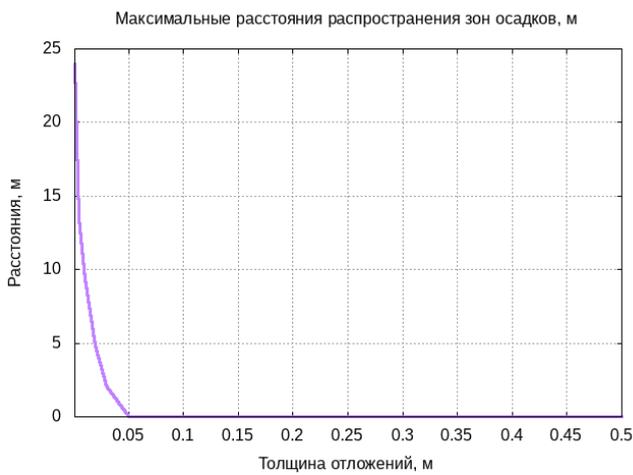
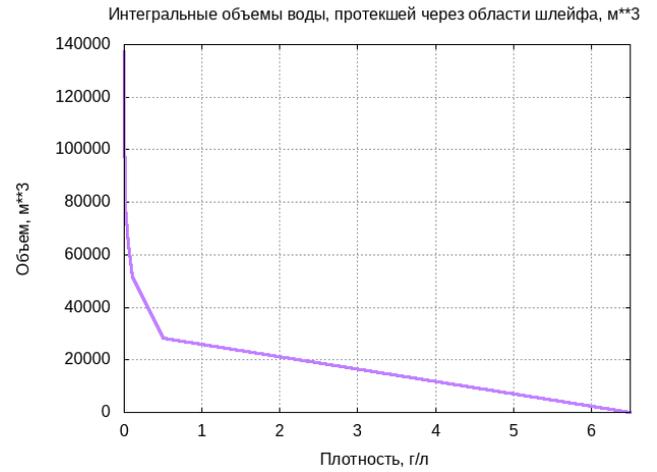
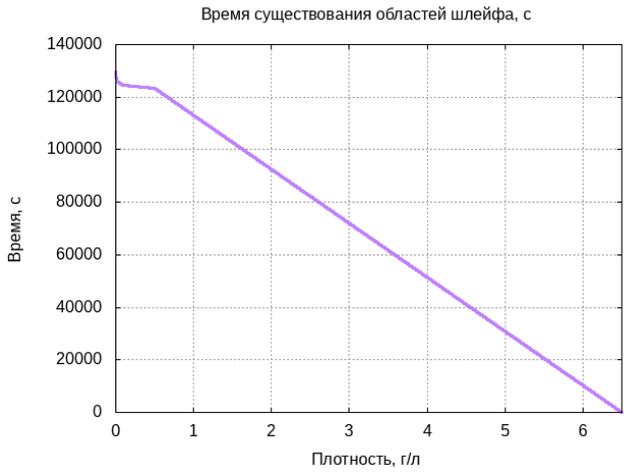
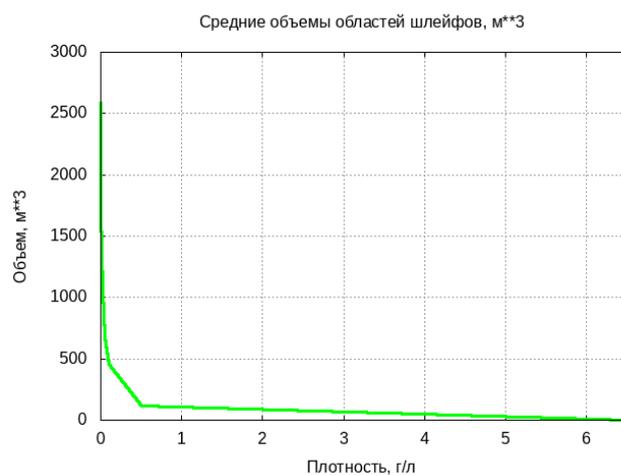
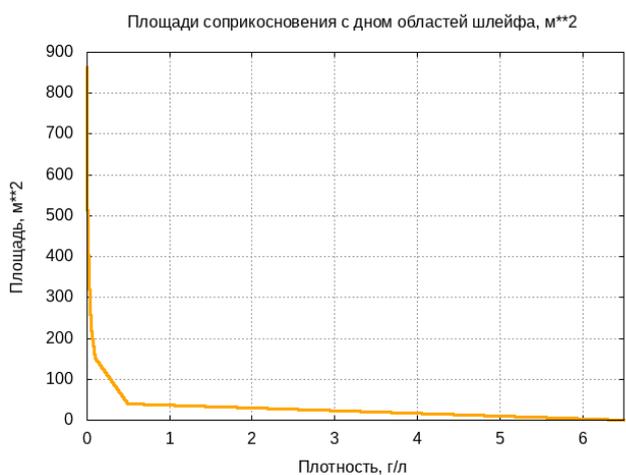
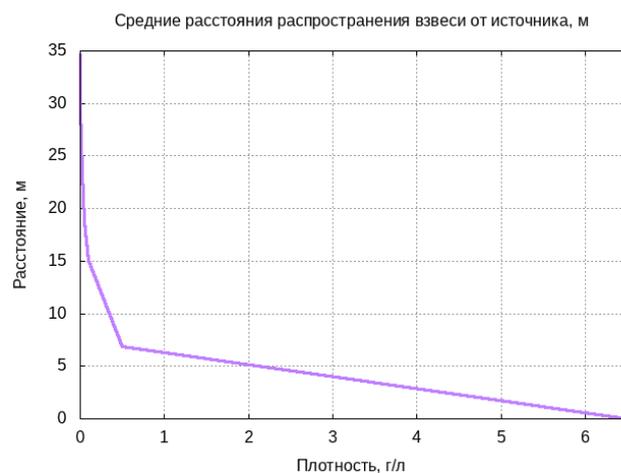
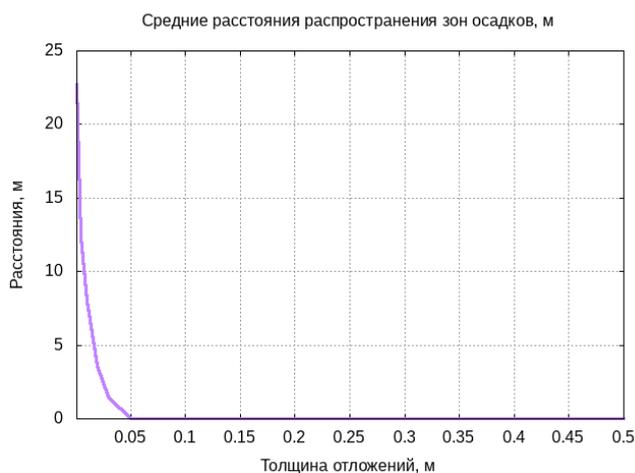


Рисунок 3. Объёмы облака с концентрациями взвешенных веществ, превышающими заданные значения.





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	
2586,17	1708,39	1367,58	1050,49	681,63	456,29	118,64	0	
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	
862,06	569,46	455,86	350,16	227,21	152,1	39,55	0	
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	
34,57	29,37	26,63	23,43	18,76	15,04	6,85	0	

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	
34,61	29,49	26,69	23,43	18,76	15,06	6,87	0	
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	
129406,6	127645,4	126909,3	126191	125277,3	124620,2	123279,8	0	
Среднее время существования областей шлейфа, с								
126189,9								
Максимальное значение плотности взвеси, мг/л								
3718,42								
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	
137221,1	103322,5	91392,63	78630,64	63876,21	51532,59	28297,11	0	
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
1615,83	760,39	431,94	124,22	33,58	0	0	0	0
Средние расстояния распространения зон осадков, м								
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм
22,7	12,34	7,98	3,57	1,48	0	0	0	0
Максимальные расстояния распространения зон осадков, м								
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм
23,95	13,45	9,38	4,8	2,06	0	0	0	0

3.1.2 Западный мол

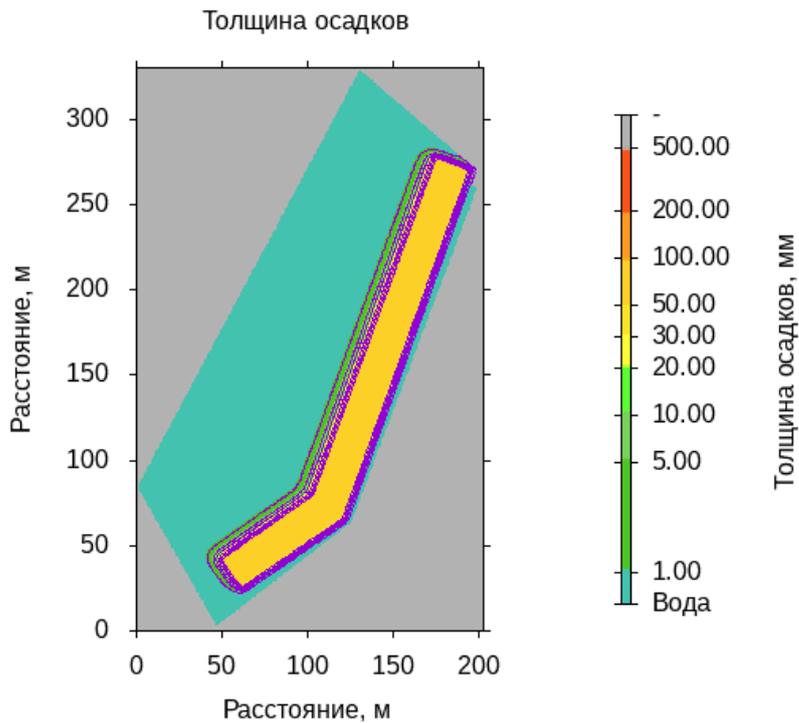


Рисунок 4. Слой выпавшего осадка взвешенных веществ.

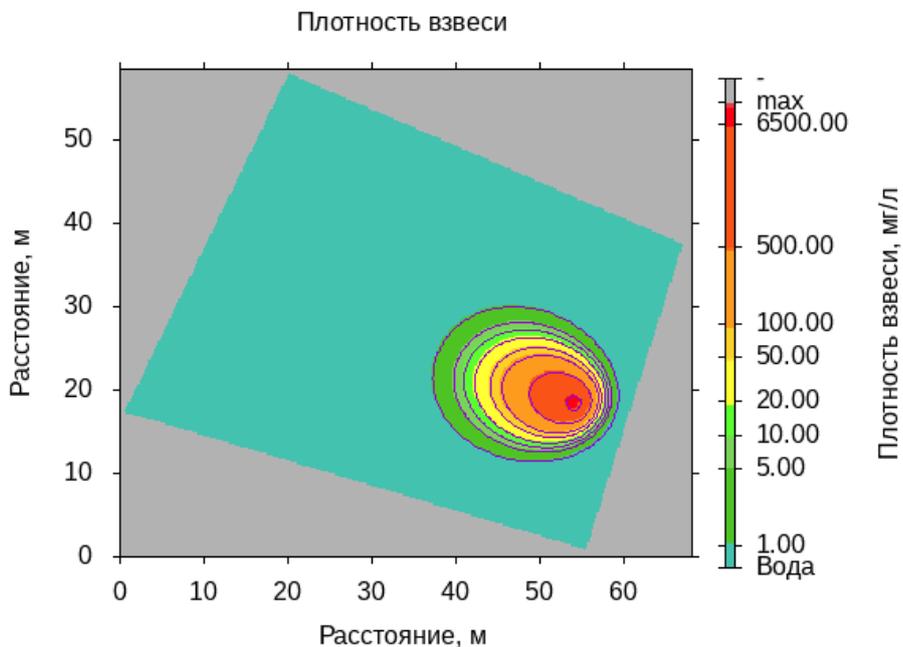
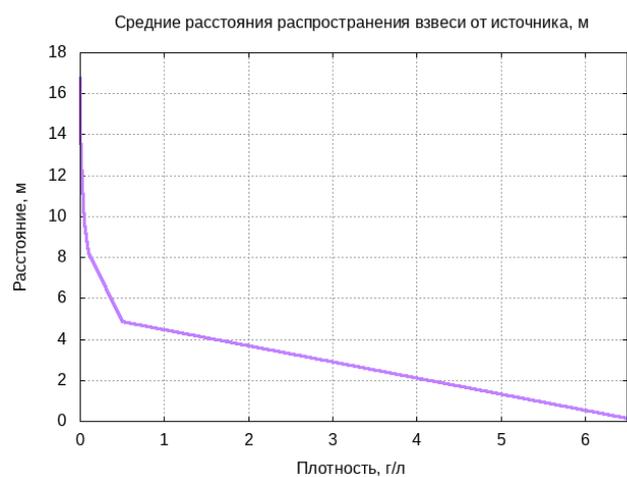
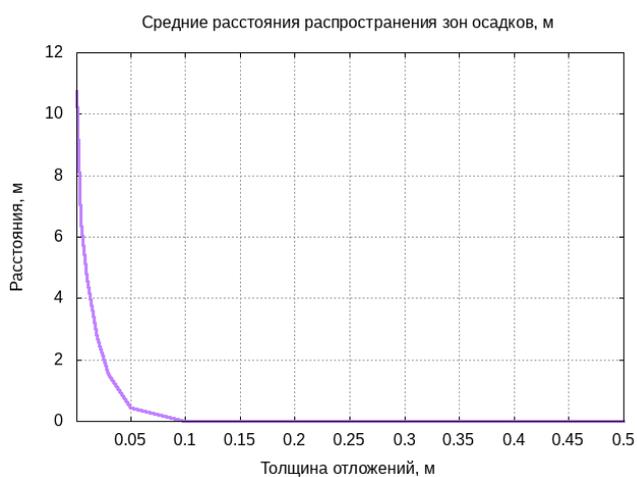
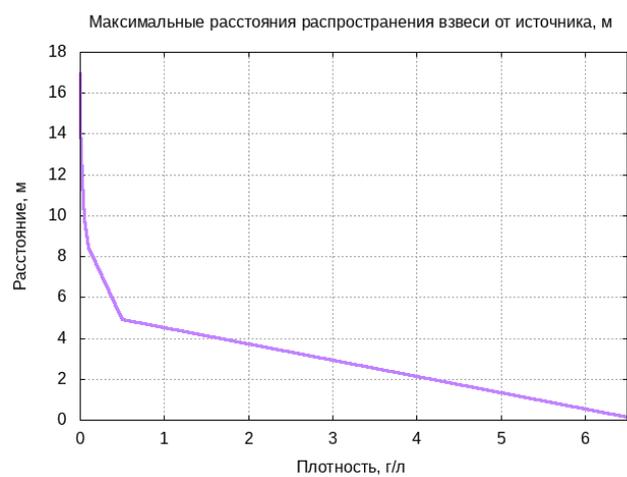
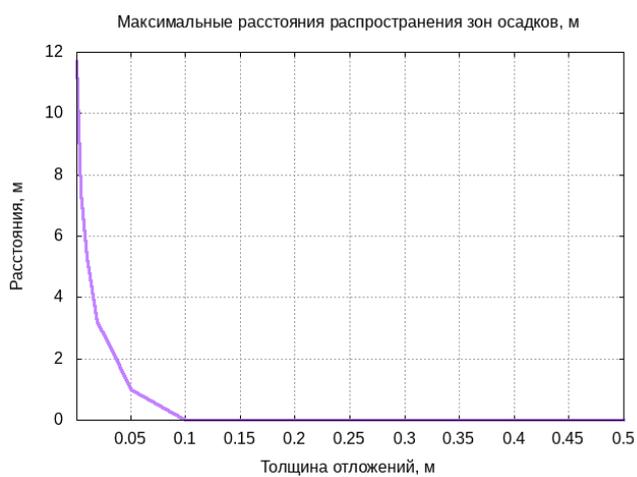
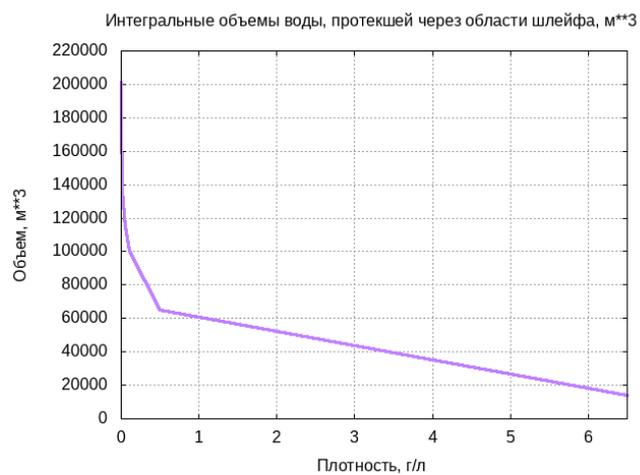
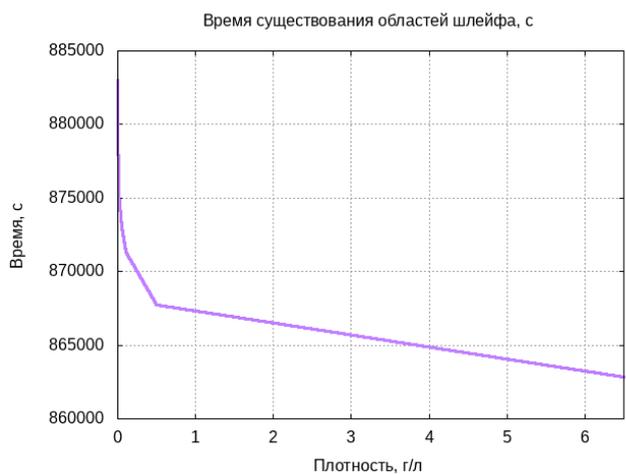
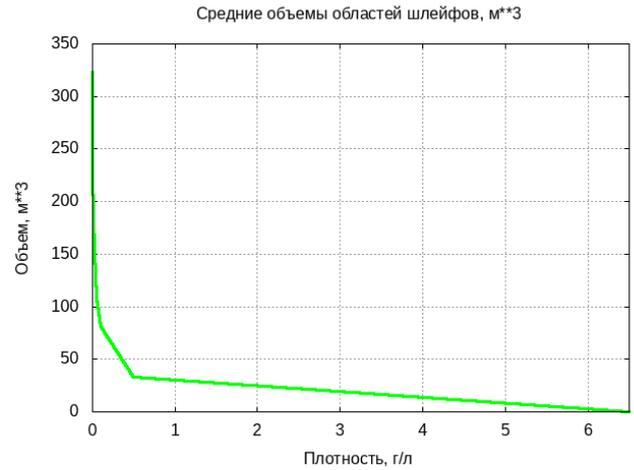
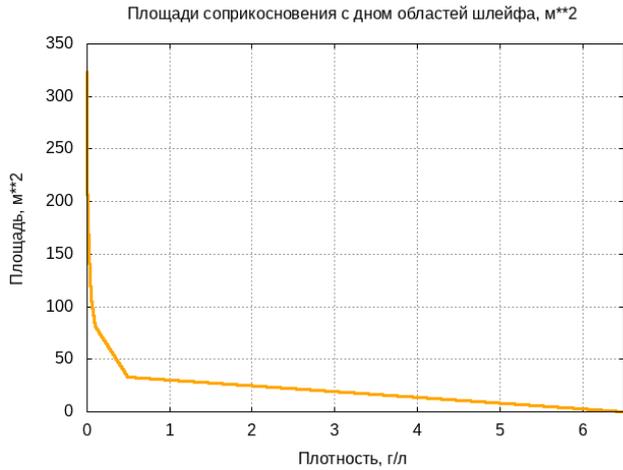


Рисунок 5. Объёмы облака с концентрациями взвешенных веществ, превышающими заданные значения.





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
322,46	225,19	186,4	151,04	108,56	80,91	32,62	0,4
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
322,46	225,19	186,4	151,04	108,56	80,91	32,62	0,4
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
16,76	14,17	12,91	11,59	9,72	8,27	4,89	0,13
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
16,97	14,36	13,18	11,75	9,86	8,43	4,91	0,13
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
882977	878761,8	876987	875242,1	872987,6	871344,7	867753,1	862806,41
Среднее время существования областей шлейфа, с							
873607,5							

Максимальное значение плотности взвеси, мг/л								
8336,2								
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	
201170,4	167191,4	150387,2	135999,7	114581,6	100347,8	65053,57	13854,03	
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
3869,27	2252,98	1544,26	919,04	604,45	222,25	0	0	0
Средние расстояния распространения зон осадков, м								
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм
10,74	6,49	4,65	2,71	1,54	0,43	0	0	0
Максимальные расстояния распространения зон осадков, м								
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм
11,7	7,44	5,32	3,19	2,53	1	0	0	0

3.2 Рыхление скального грунта

3.2.1 Южный мол

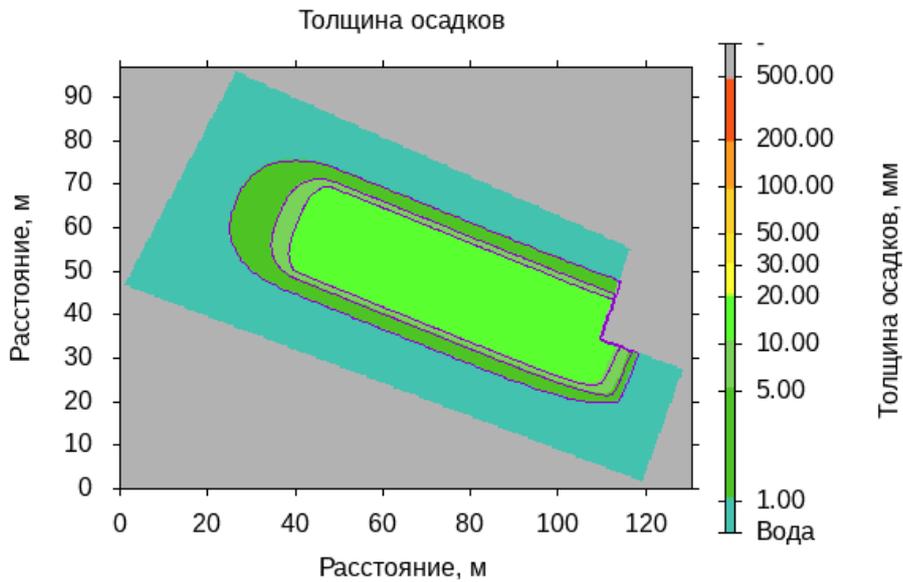


Рисунок 6. Слой выпавшего осадка взвешенных веществ.

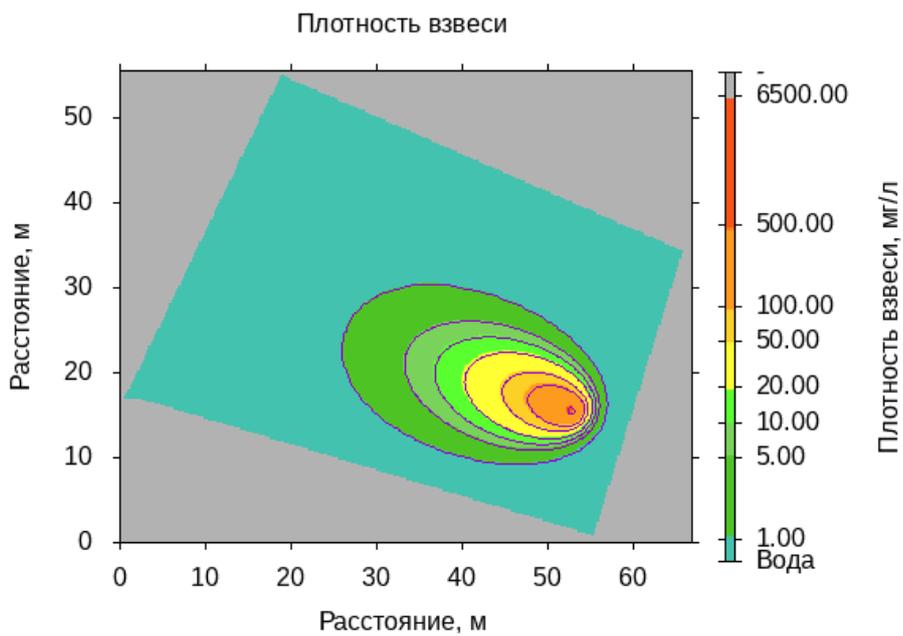
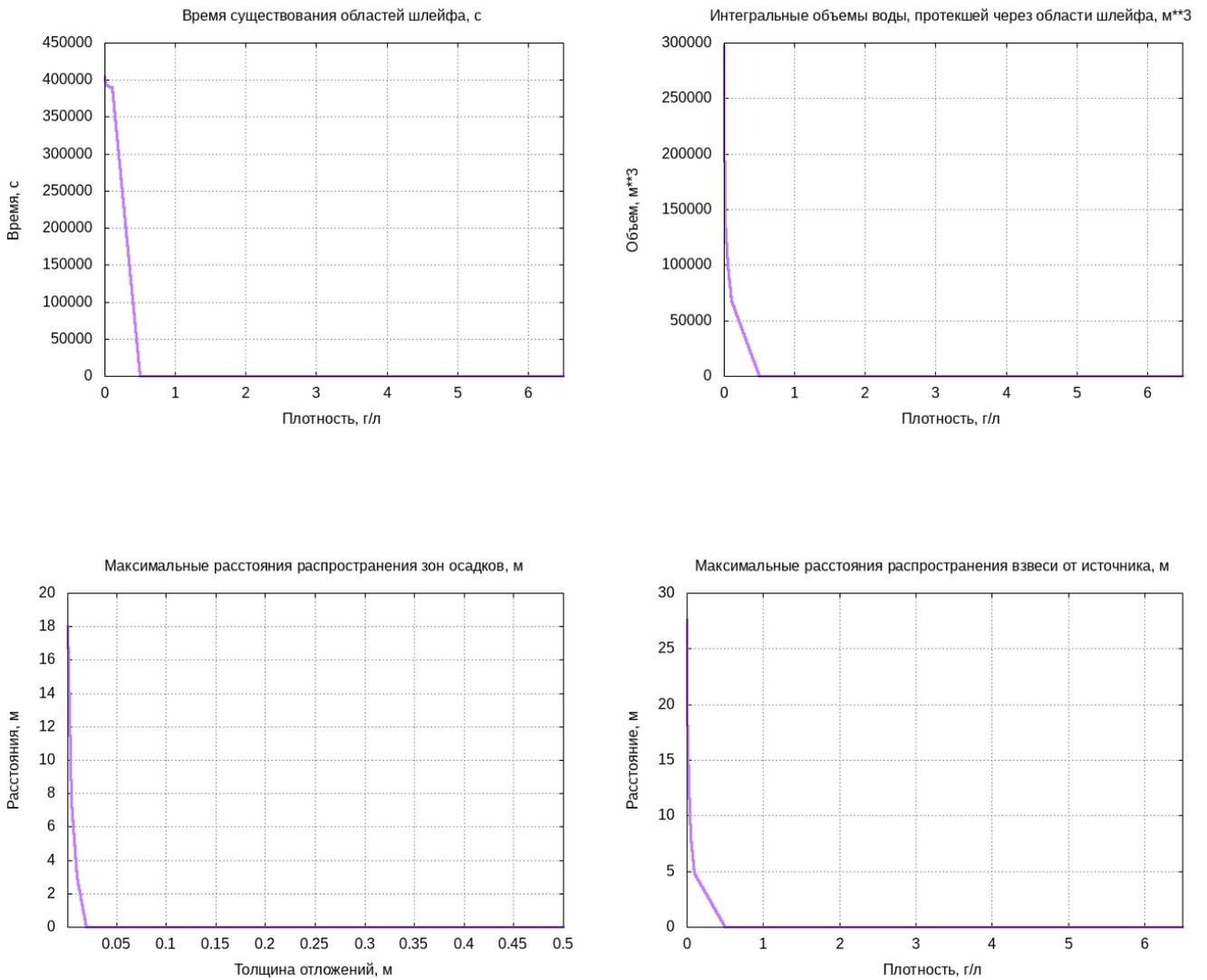
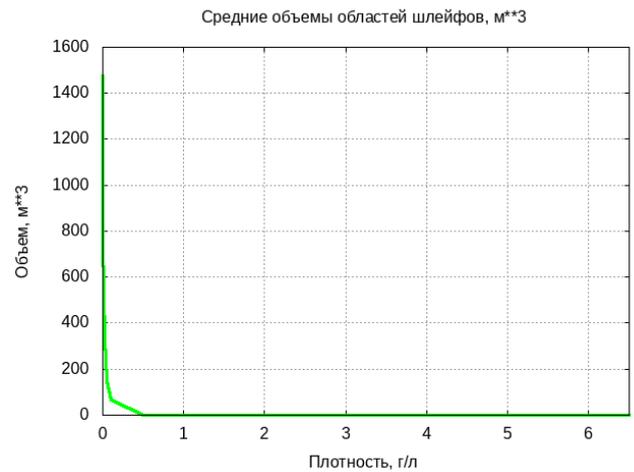
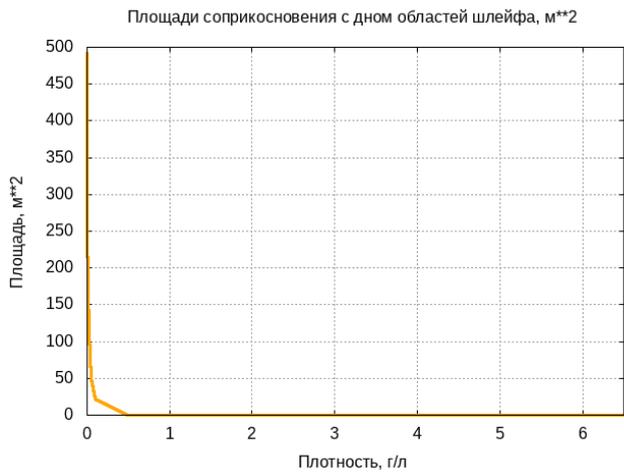
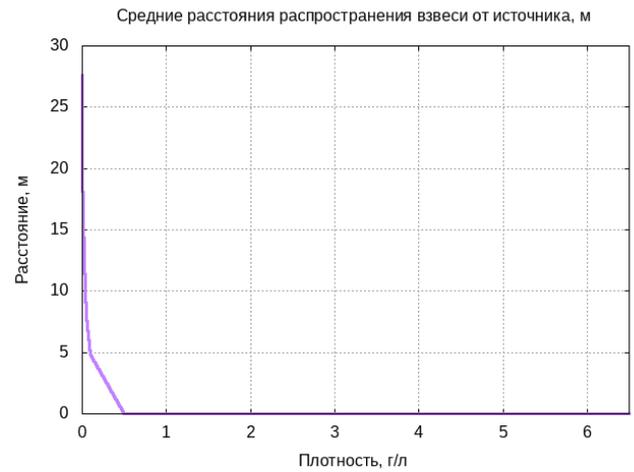
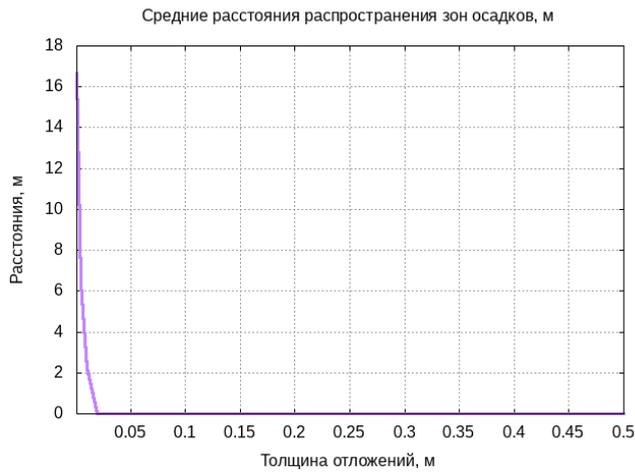


Рисунок 7. Объёмы облака с концентрациями взвешенных веществ, превышающими заданные значения.





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
1476,58	764,61	524,17	331,61	150,85	66,15	0	0
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
492,19	254,87	174,72	110,54	50,28	22,05	0	0
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
27,63	19,92	16,25	12,52	7,92	4,8	0	0

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	
27,63	19,92	16,33	12,7	8,06	4,82	0	0	
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	
403871,4	398630,7	396508,5	394507,8	392115,6	390582	0	0	
Среднее время существования областей шлейфа, с								
396036								
Максимальное значение плотности взвеси, мг/л								
464,8								
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	
297518,8	211274,8	175536,3	140256,7	99049,81	67793,26	0	0	
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
1101,14	317,81	52,85	0	0	0	0	0	0
Средние расстояния распространения зон осадков, м								
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм
16,68	6,34	2,25	0	0	0	0	0	0
Максимальные расстояния распространения зон осадков, м								
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм
18,03	7,54	3	0	0	0	0	0	0

3.2.2 Западный мол

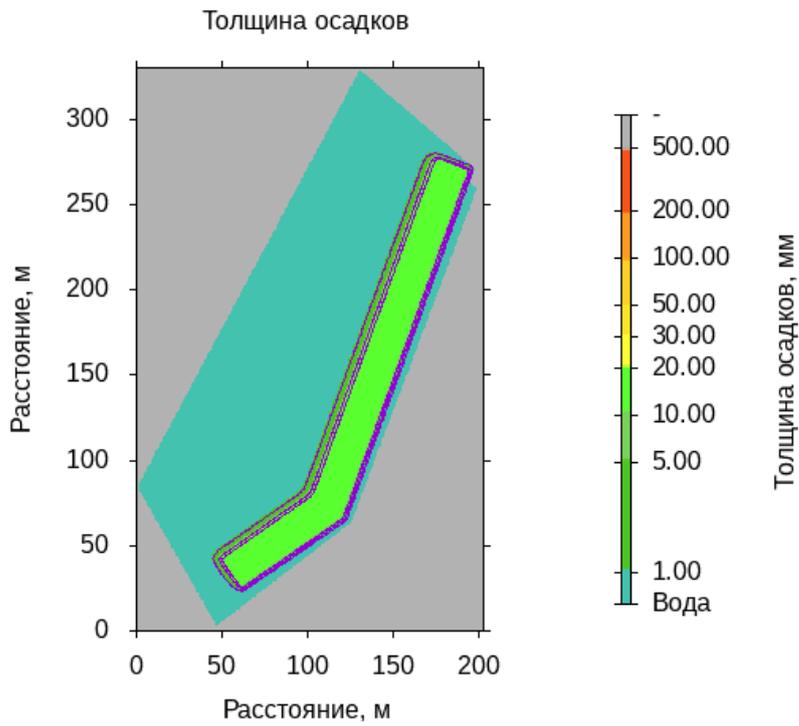


Рисунок 8. Слой выпавшего осадка взвешенных веществ.

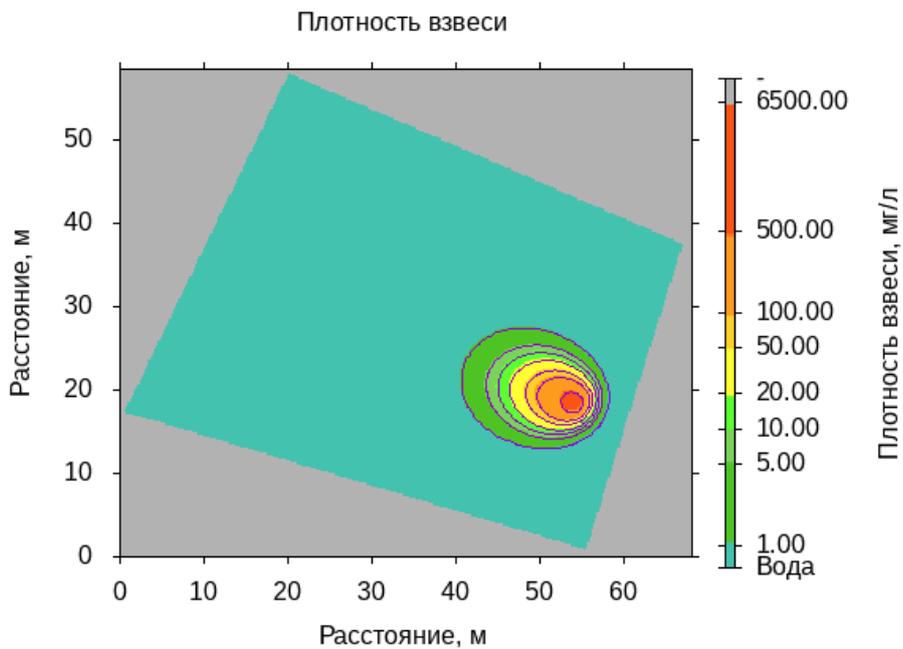
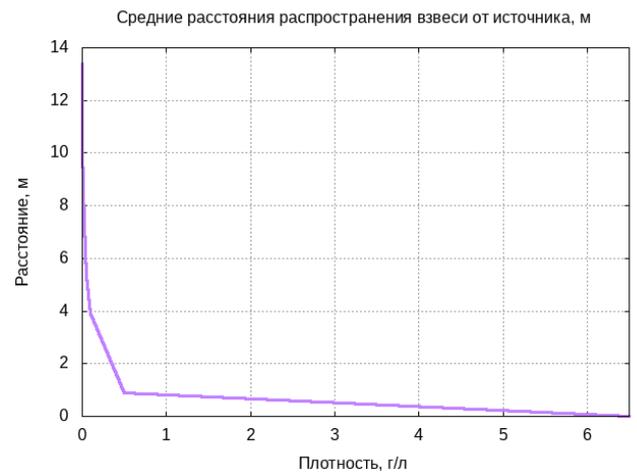
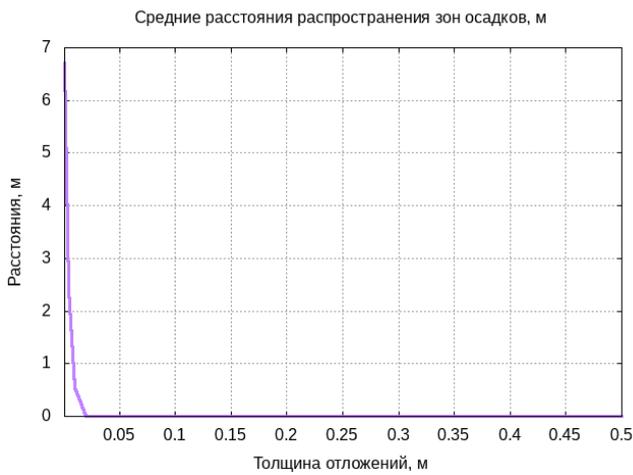
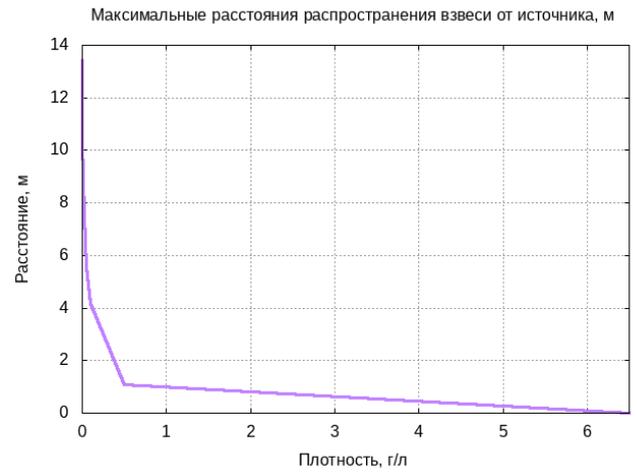
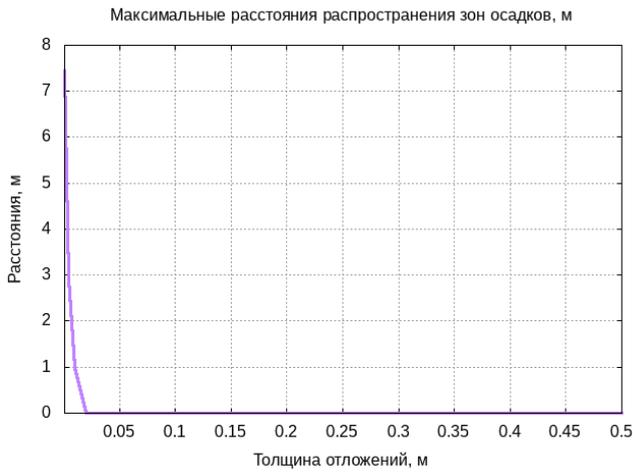
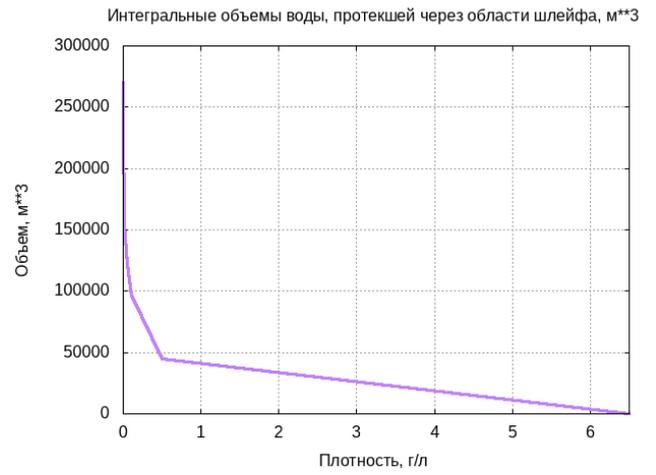
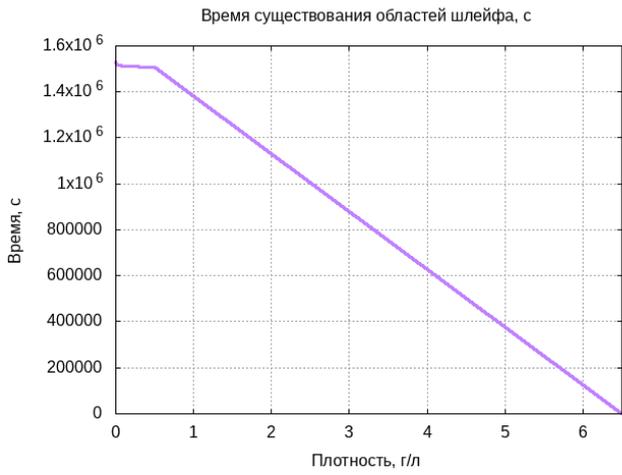
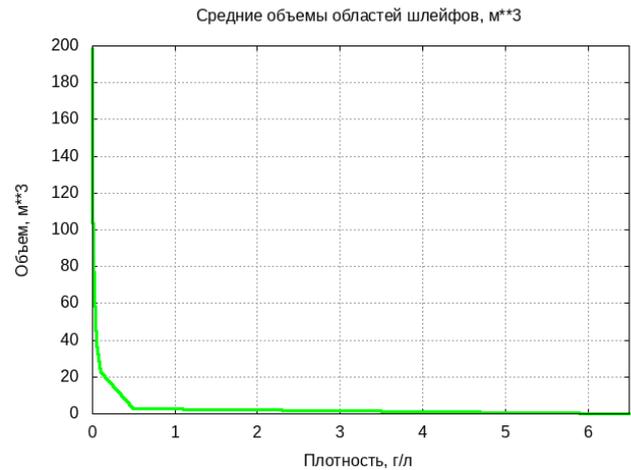
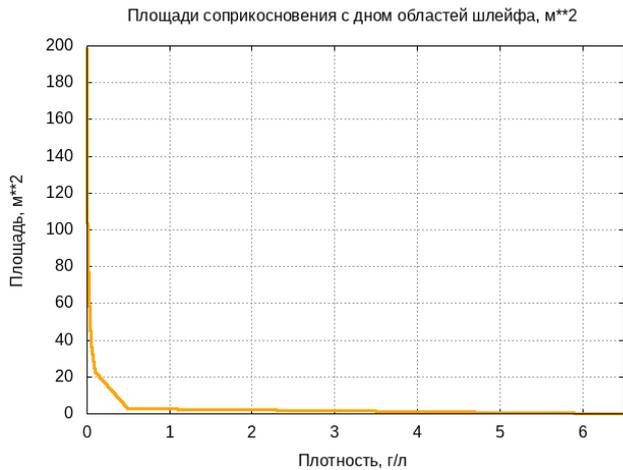


Рисунок 9. Объёмы облака с концентрациями взвешенных веществ, превышающими заданные значения.





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
198,33	118,41	89,02	64,4	38,09	22,73	2,59	0
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
198,33	118,41	89,02	64,4	38,09	22,73	2,59	0
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
13,37	10,17	8,75	7,32	5,35	3,92	0,88	0
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
13,43	10,33	8,92	7,49	5,55	4,17	1,07	0
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
1530601,5	1523584	1520677	1517864	1514329	1511819	1506684	0
Среднее время существования областей шлейфа, с							
1517936,9							

Максимальное значение плотности взвеси, мг/л								
1042,02								
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	
270535,13	208057,3	183214,4	154417,5	121612,1	97120,69	44354,66	0	
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
2332,08	812,56	275,71	0	0	0	0	0	0
Средние расстояния распространения зон осадков, м								
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм
6,71	2,42	0,54	0	0	0	0	0	0
Максимальные расстояния распространения зон осадков, м								
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм
7,44	2,92	1	0	0	0	0	0	0

3.3 Разработка разрыхленного скального грунта

3.3.1 Южный мол

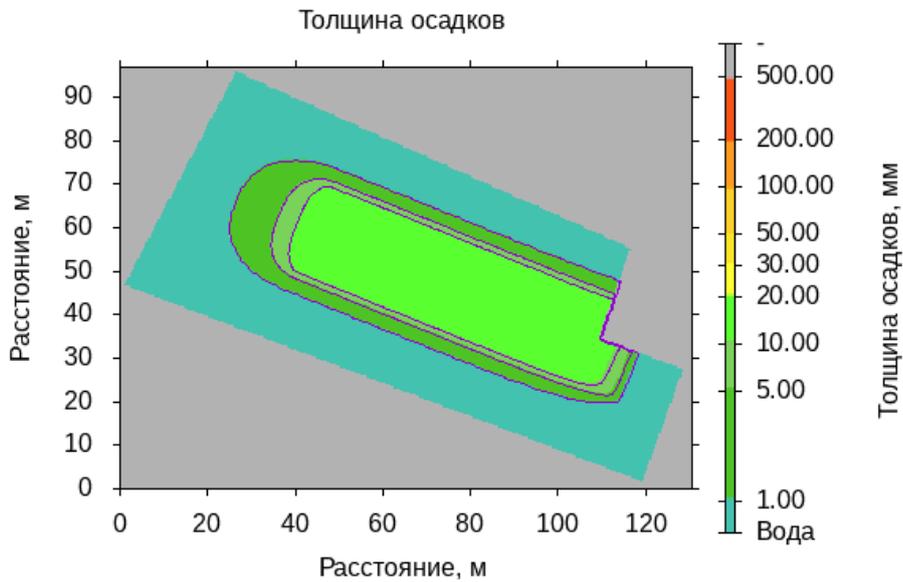


Рисунок 10. Слой выпавшего осадка взвешенных веществ.

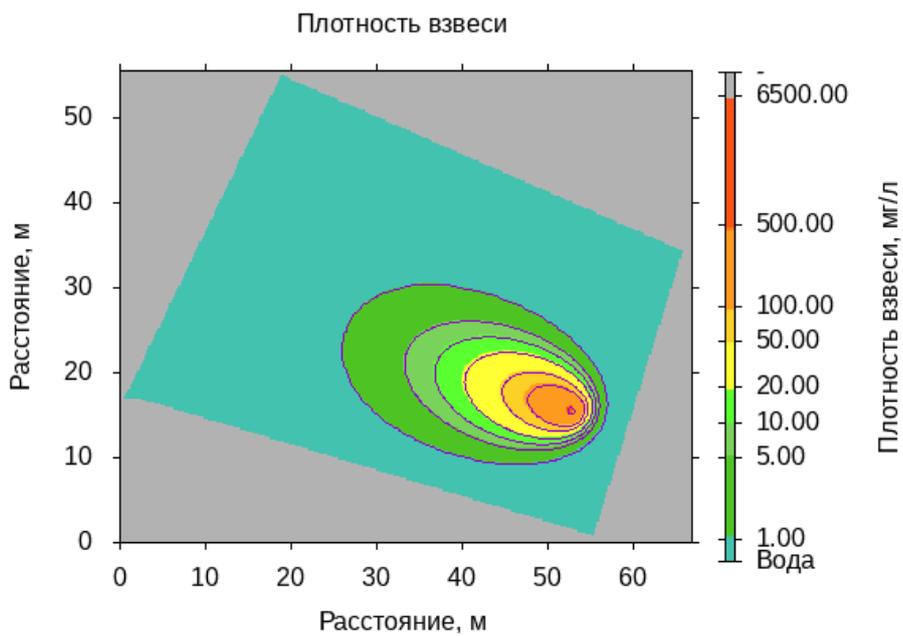
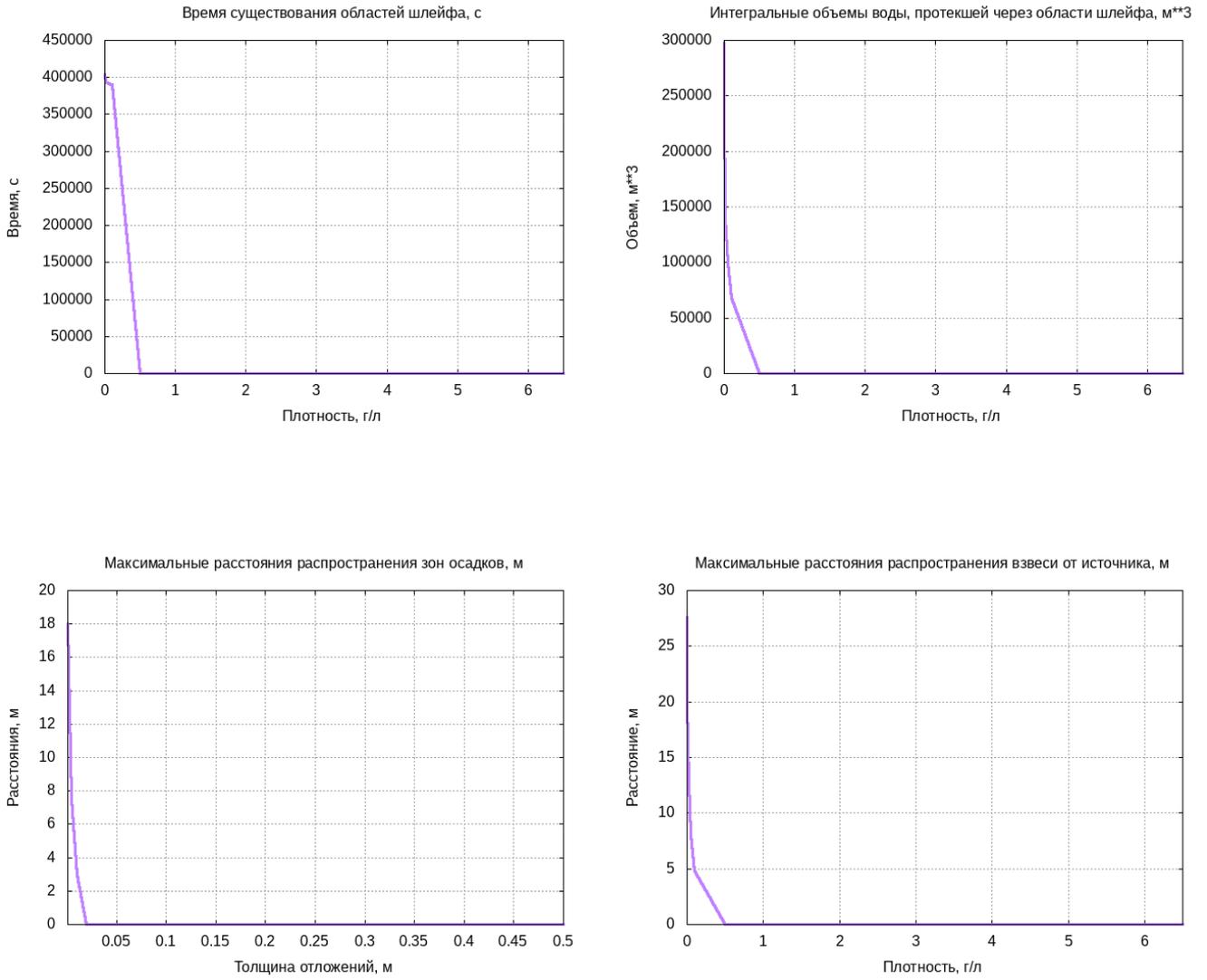
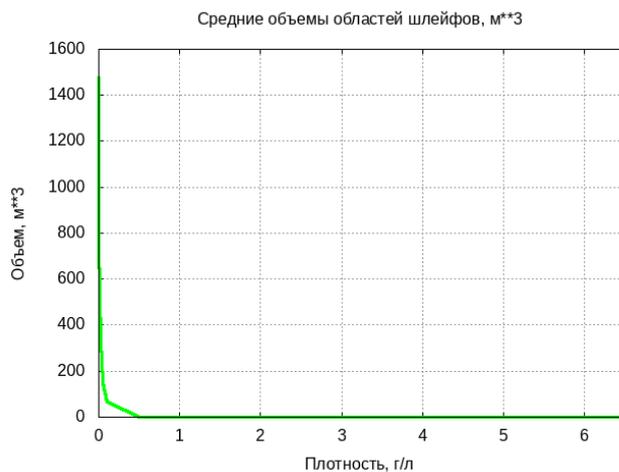
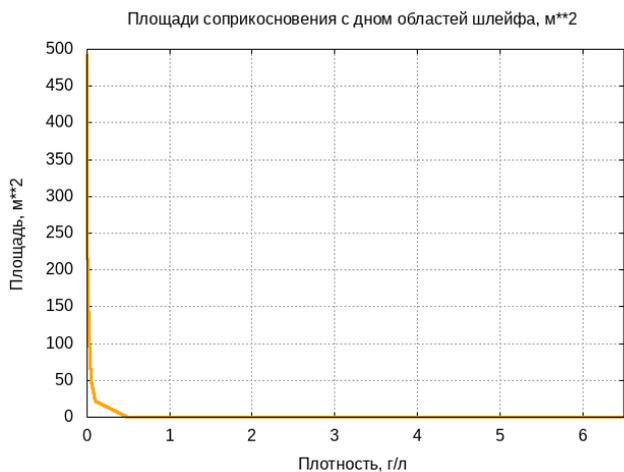
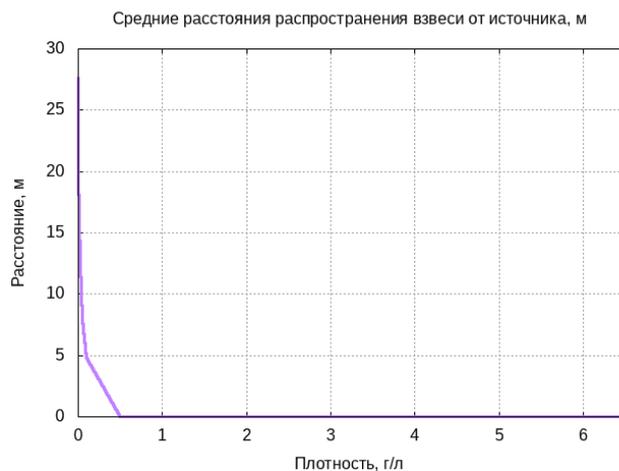
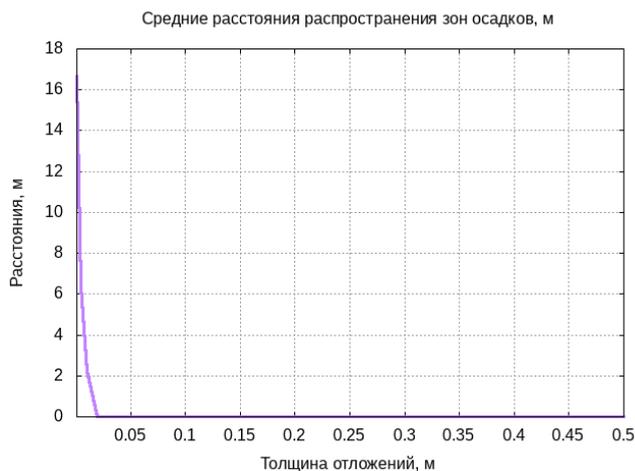


Рисунок 11. Объёмы облака с концентрациями взвешенных веществ, превышающими заданные значения.





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
1476,58	764,61	524,17	331,61	150,85	66,15	0	0
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
492,19	254,87	174,72	110,54	50,28	22,05	0	0
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
27,63	19,92	16,25	12,52	7,92	4,8	0	0

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	
27,63	19,92	16,33	12,7	8,06	4,82	0	0	
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	
403871,4	398630,7	396508,5	394507,8	392115,6	390582	0	0	
Среднее время существования областей шлейфа, с								
396036								
Максимальное значение плотности взвеси, мг/л								
464,8								
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	
297518,8	211274,8	175536,3	140256,7	99049,81	67793,26	0	0	
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
1101,14	317,81	52,85	0	0	0	0	0	0
Средние расстояния распространения зон осадков, м								
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм
16,68	6,34	2,25	0	0	0	0	0	0
Максимальные расстояния распространения зон осадков, м								
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм
18,03	7,54	3	0	0	0	0	0	0

3.3.2 Западный мол

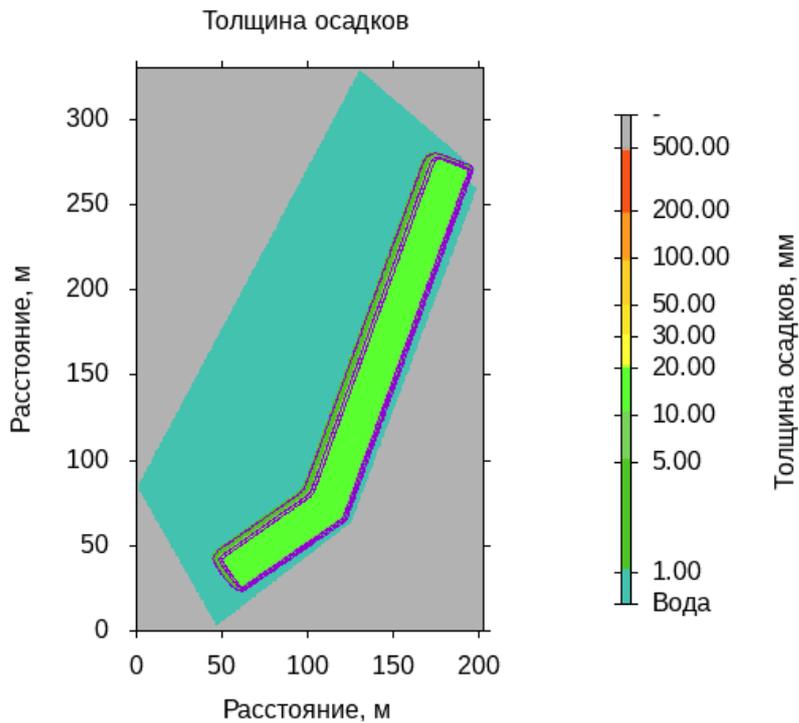


Рисунок 12. Слой выпавшего осадка взвешенных веществ.

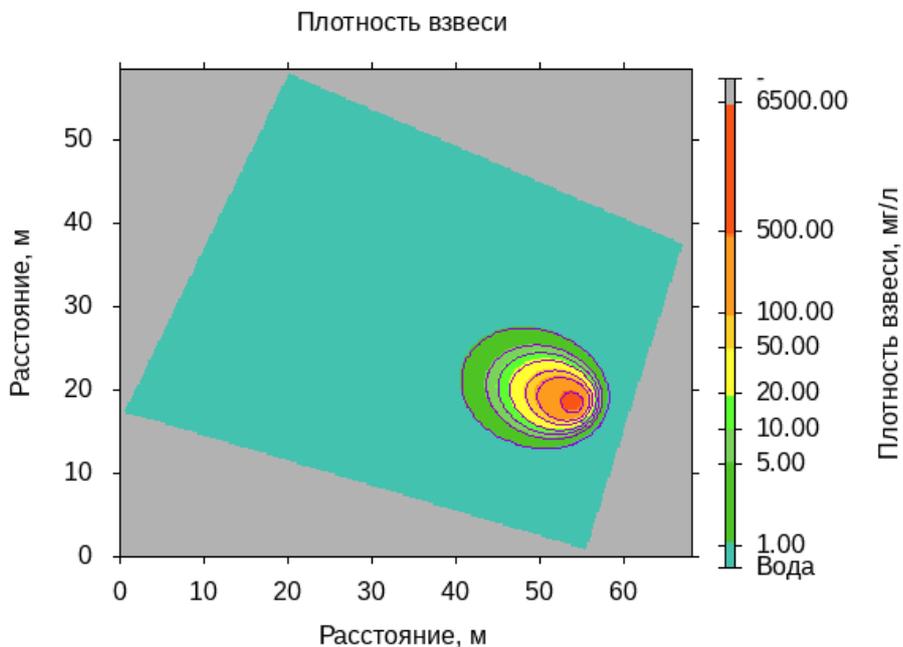
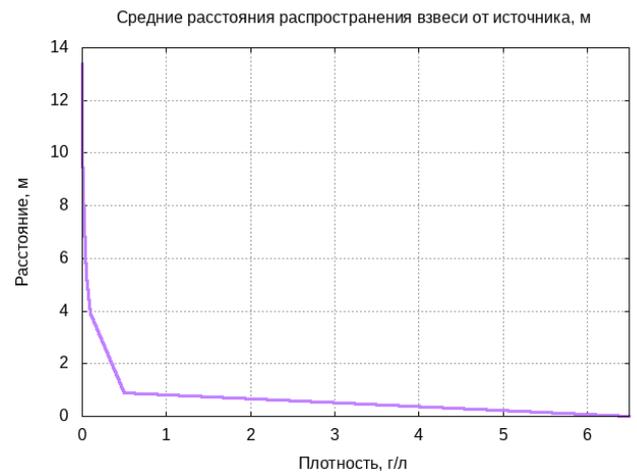
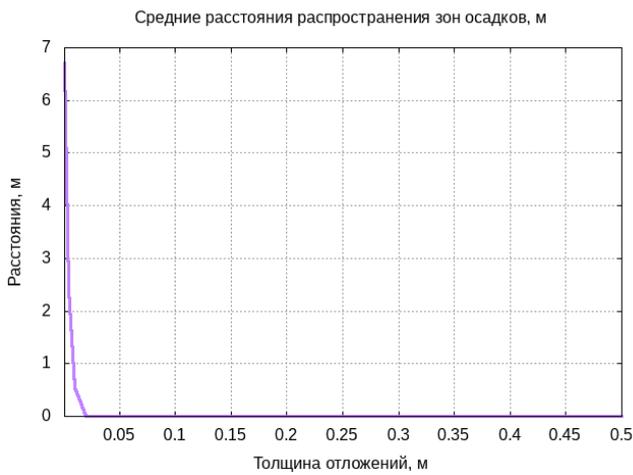
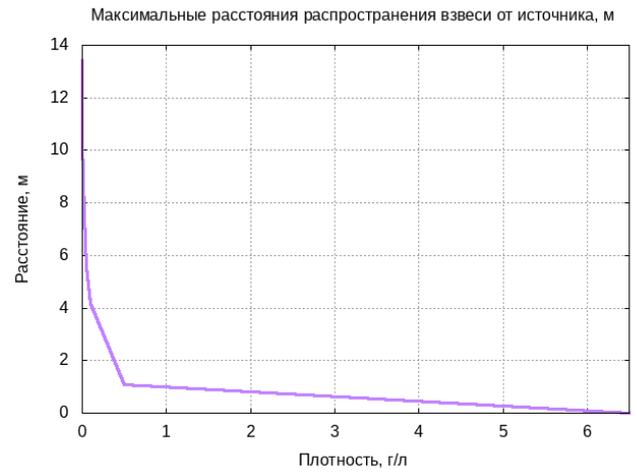
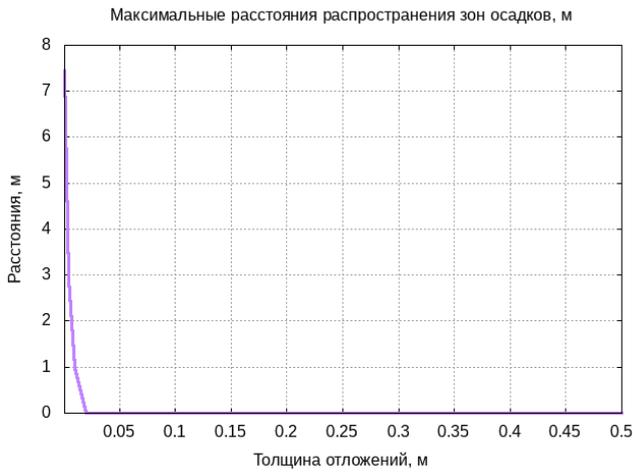
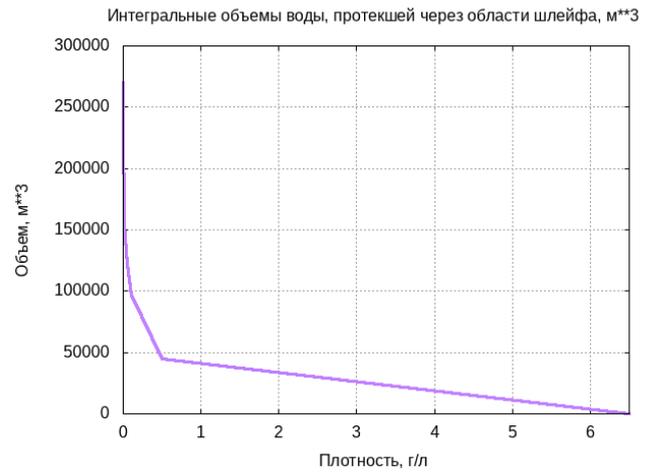
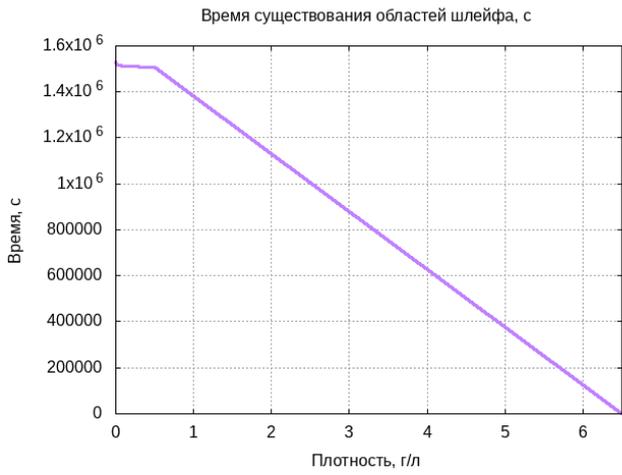
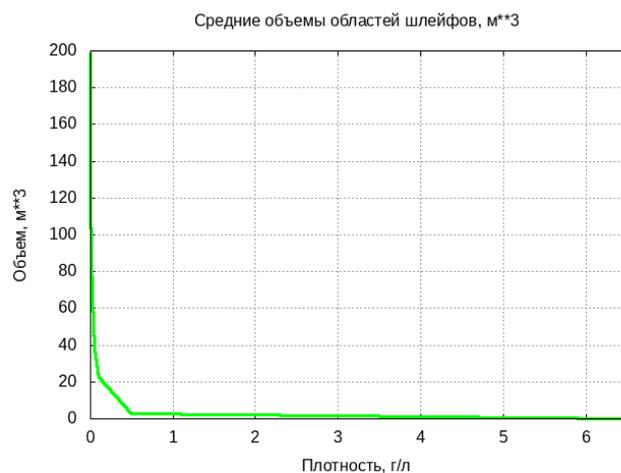
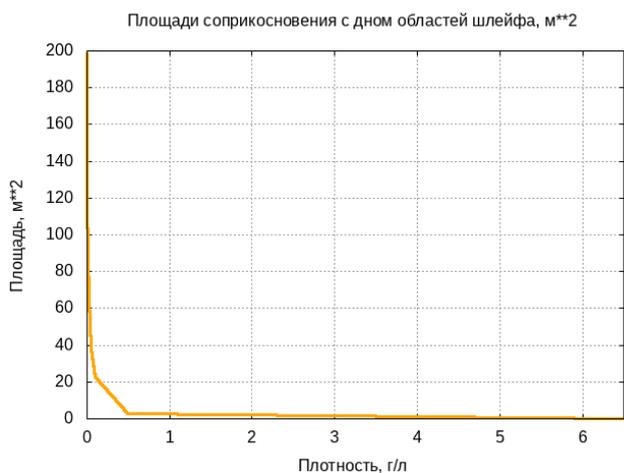


Рисунок 13. Объёмы облака с концентрациями взвешенных веществ, превышающими заданные значения.





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	
198,33	118,41	89,02	64,4	38,09	22,73	2,59	0	
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	
198,33	118,41	89,02	64,4	38,09	22,73	2,59	0	
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	
13,37	10,17	8,75	7,32	5,35	3,92	0,88	0	
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	
13,43	10,33	8,92	7,49	5,55	4,17	1,07	0	
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	
1530601,5	1523584	1520677	1517864	1514329	1511819	1506684	0	
Среднее время существования областей шлейфа, с								
1517936,9								

Максимальное значение плотности взвеси, мг/л								
1042,02								
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	
270535,13	208057,3	183214,4	154417,5	121612,1	97120,69	44354,66	0	
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
2332,08	812,56	275,71	0	0	0	0	0	0
Средние расстояния распространения зон осадков, м								
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм
6,71	2,42	0,54	0	0	0	0	0	0
Максимальные расстояния распространения зон осадков, м								
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм
7,44	2,92	1	0	0	0	0	0	0

3.4 Отсыпка местного грунта при реконструкции северной оградительной стенки

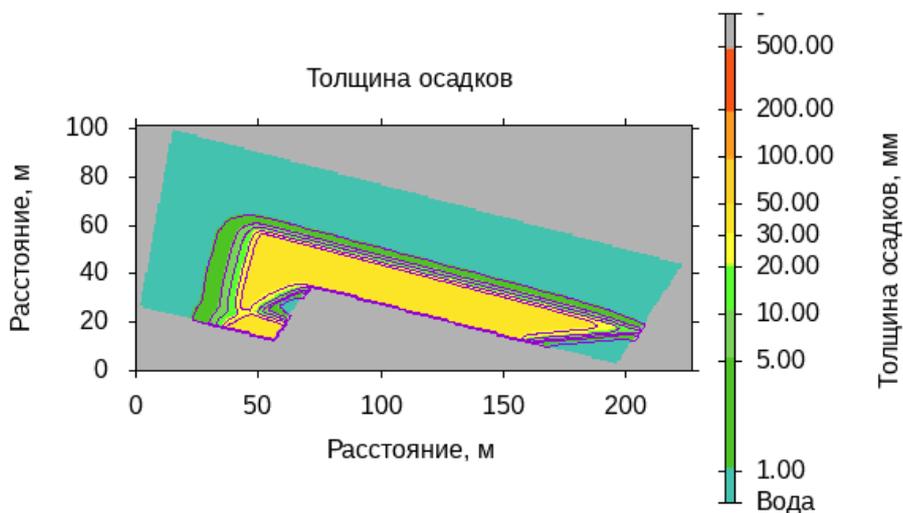


Рисунок 14. Слой выпавшего осадка взвешенных веществ.

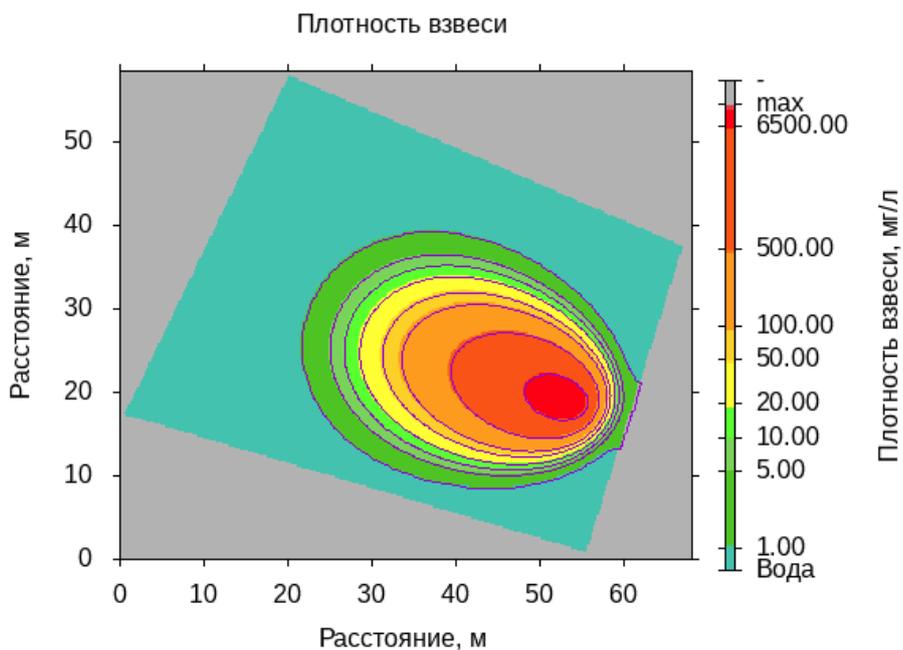
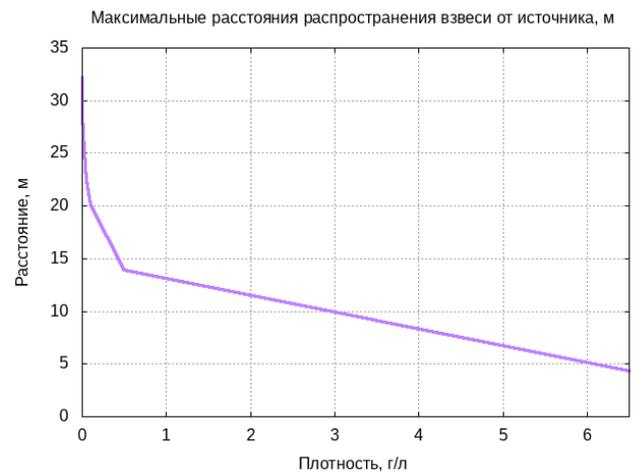
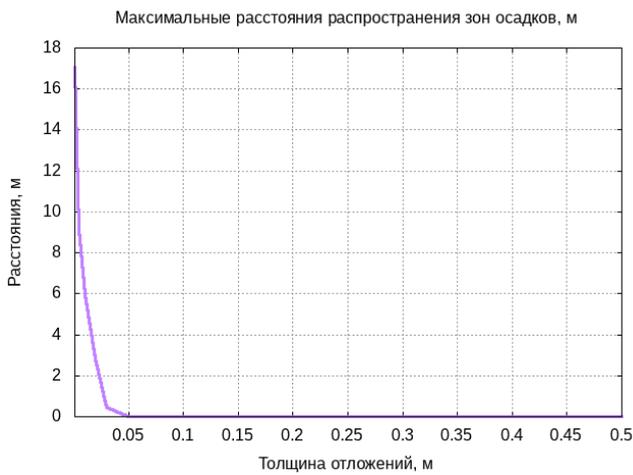
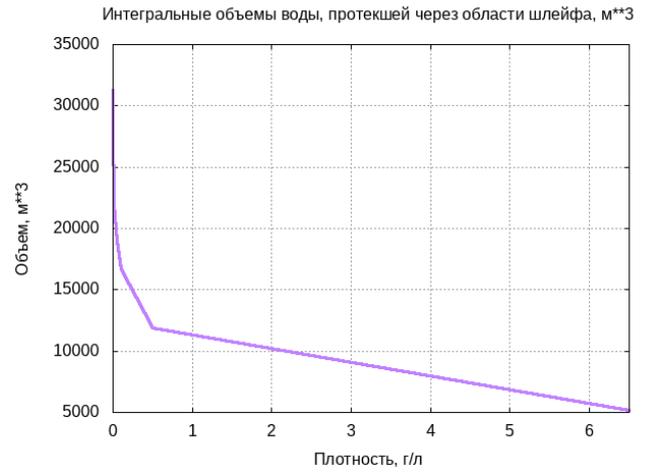
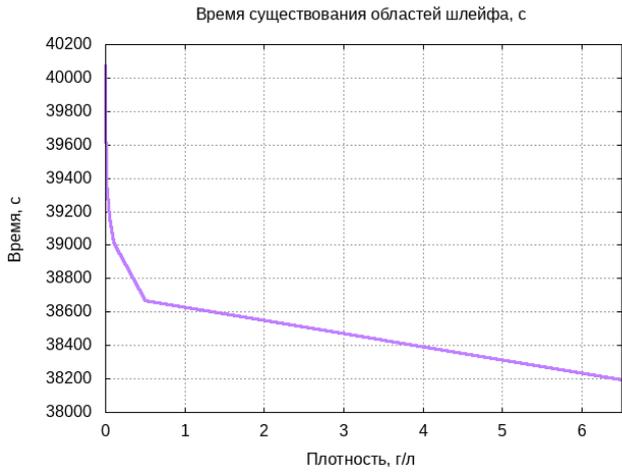
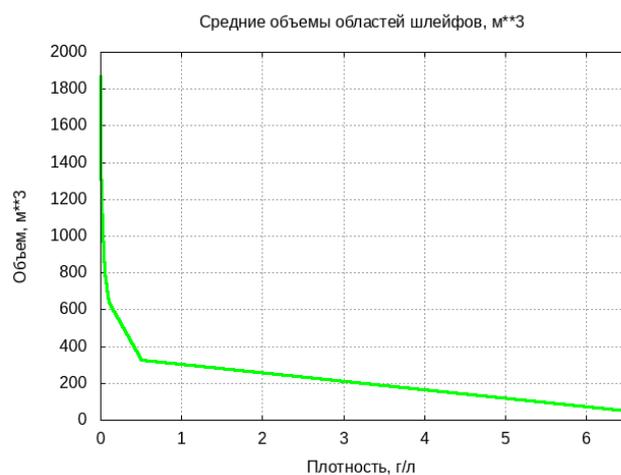
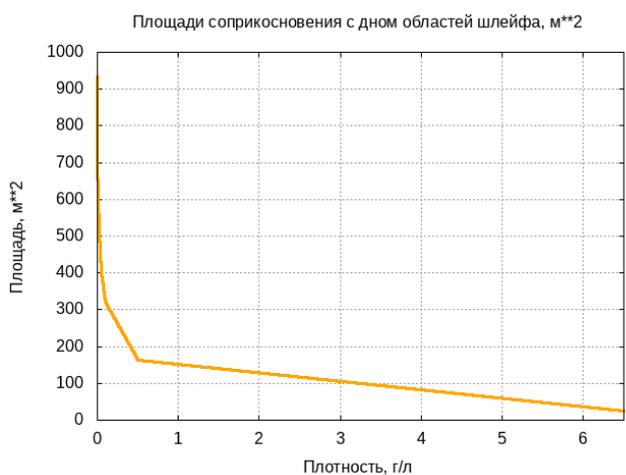
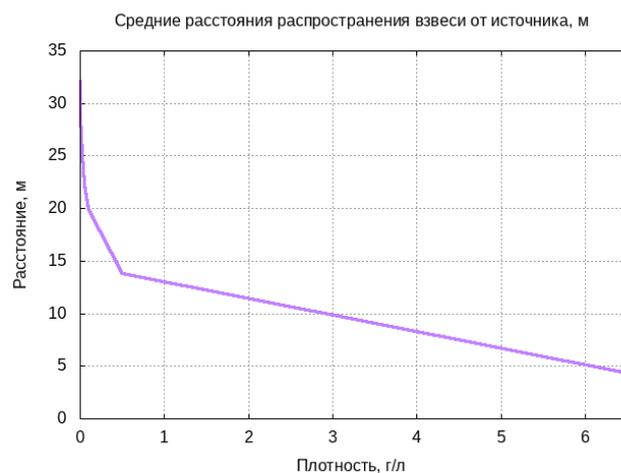
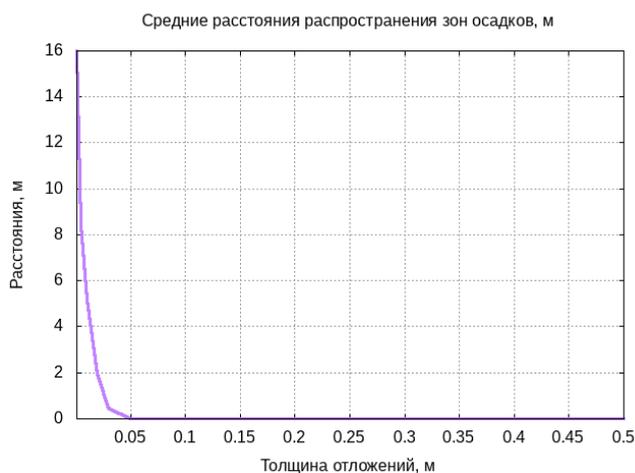


Рисунок 15. Объёмы облака с концентрациями взвешенных веществ, превышающими заданные значения.





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
1868,13	1400,45	1211,87	1030,05	800,98	640,75	328,53	49,83
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
934,07	700,23	605,93	515,02	400,49	320,37	164,26	24,92
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
32,1	28,61	26,94	25,06	22,3	19,88	13,86	4,35

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	
32,16	28,61	26,94	25,11	22,43	20,07	13,89	4,39	
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	
40074,9	39695,04	39534	39374,54	39167,57	39013,92	38671,25	38193,94	
Среднее время существования областей шлейфа, с								
39215,7								
Максимальное значение плотности взвеси, мг/л								
34195,3								
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	
31252,9	26257,59	24063,84	21893,2	19038,89	16719,02	11919,11	5160,33	
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
1947,06	955,78	531,42	163,09	31,06	0	0	0	0
Средние расстояния распространения зон осадков, м								
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм
16	8,44	5,15	1,95	0,45	0	0	0	0
Максимальные расстояния распространения зон осадков, м								
> 1 мм	> 5 мм	> 10 мм	> 20 мм	> 30 мм	> 50 мм	> 100 мм	> 200 мм	> 500 мм
17,06	9,16	5,96	2,83	0,45	0	0	0	0

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 по проектной документации

«Выполнение изыскательских и проектных работ на реконструкцию объектов Северного грузового района морского терминала Углегорск морского порта Шахтерск: Южный мол, Северная оградительная стенка, Западный мол».

Приложение 2. Заключение Федерального агентства по рыболовству

Инв. № подл. 011/03/2021-00С.ВБР	Подпись и дата	Взам. инв. №					011/03/2021-00С.ВБР	Лист
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.		

Приложение 3. Библиография

Инв. № подл. 011/03/2021-00С.ВБР	Подпись и дата	Взам. инв. №						011/03/2021-00С.ВБР	Лист	
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись			Дата

- 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, направленных на восстановление их нарушенного состояния, утв. Приказом Росрыболовства от 06.05.2020 г. № 238.
1. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам, утв. Приказом Минсельхоз России от 31.03.2020 г. № 167.
 2. Егорова Е.Н. Виды природных ресурсов морской экосистемы, чувствительных к воздействию нефтяного загрязнения, возникающего в результате аварийных разливов// Нефтегазовое дело, 2004 <http://www.ogbus.ru>.
 3. Избюрова А.И. Поведение нефти в водоеме. – Гигиена и санитария, 1955, 6, № 5.
 4. Избюрова А.И. Скорость распада нефтепродуктов в воде и почве. – Гигиена и санитария, 1950, 1, № 9.
 5. Карев В.И. Оценка рисков возможных разливов нефти в море и пути их предотвращения и снижения // Стратегические риски чрезвычайных ситуаций: оценка и прогноз. VIII Всероссийская научно-практическая конференция. – М., 2003.
 6. Карцев А.А., Вагин С.В. Вода и нефть. – М. Недра, 1977.
 7. Лепилина И.Н. Морфологические нарушения у предличинок севрюги в связи с содержанием загрязняющих веществ в водах Нижней Волги // Прибрежное рыболовство. XXI век: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Южно-Сахалинск: Сахалин. кн. изд-во, 2002. – С. 323-329.
 8. Лютова М.И., Фельдман Н.Л. Исследование способности к температурной адаптации у некоторых морских водорослей. Цитология, т. 5, № 2, 1960.
 9. Миронов О.Г. Биологические ресурсы моря и нефтяное загрязнение. – М.: Пищ. пром-сть, 1972. – 105 с.
 10. Миронов О.Г. Взаимодействие морских организмов с нефтяными углеводородами. – Л., 1985.
 11. Михайлова Л.В. Действие водорастворимой фракции Усть-Балыкской нефти на ранний онтогенез стерляди *Acipenser ruthenus* // Гидробиол. журн. 1991. Т. 27, № 3.– С. 77-86.
 12. Муравейко В.М., Зайцев В.П., Иванкина Ю.И. Оценка экологических последствий влияния техногенных акустических полей на гидробионтов северных морей. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1994.
 13. Нельсон-Смит А. Нефть и экология моря. – М.: Прогресс, 1977. – 302 с.
 14. Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. – М., 1979.
 15. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. – М.: Изд-во ВНИРО, 1997. – 350 с.
 16. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. – М.: Изд-во ВНИРО, 2001. – 247с.
 17. Проблемы химического загрязнения вод Мирового океана. Т.4. Влияние нефтепродуктов на морские организмы и их сообщества. – Л., 1985.
 18. Промысловые рыбы России. – М.: Изд. ВНИРО, 2006. Т. 1, ч. 2. – 1278 с.
 19. Фашук Д.Я., Петренко О.А. // Проблемы региональной экологии. – 2007. № 1. – С. 71-81.
 20. Черкашин С.А. Отдельные аспекты влияния углеводородов нефти на рыб и ракообразных //Вестник ДВО РАН, № 3, – 2005, – 23-27 с.
 21. Черкашин С.А., Никифоров М.В., Шелехов В.А. Использование показателей смертности предличинок морских рыб для оценки токсичности цинка и свинца // Биология моря. 2004. Т. 30, № 3. – С. 247-252.
 22. Сохранение и воспроизводство растительной компоненты биоразнообразия. //
 - 23.

Инф. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР	Взам. инв. №	Подпись и дата							011/03/2021-00С.ВБР	Лист
				Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Матер-лы международр. конф. (28-31 мая 2002 г. Ростов-н/Дон). – Ростов-н/Дон: РГУ, 2002. – С. 81–84.

24. Никольский Г. В. Частная ихтиология. – М.: Высшая школа, 1971. – 436 с.
25. Промысловые рыбы России. – М.: Изд. ВНИРО, 2006. Т. 1. ч. 2. – 1278 с.
26. ГОСТ 17.1.2.04-77. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных объектов.
27. Березенко Н.С. Геоэкологические исследования и охрана недр. – М.: Геоинформцентр. - вып. 2, 2002. – С. 74-79.
28. Березенко Н.С. Анализ изменений фитоценотической структуры макрофитобентоса в районе выпуска нефтесодержащих сточных вод // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – Москва: Изд-о: ВНИИ организации, управления и экономики нефтегазовой промышленности. – 2014. – №3. – С. 45-49.
29. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 ноября 2011 года № 1129 «Об утверждении временных рекомендаций по расчетам начальной (максимальной) цены государственных контрактов на выполнение работ по искусственному воспроизводству водных биологических ресурсов для нужд Федерального агентства по рыболовству»
30. Постановление правительства Российской Федерации от 12 февраля 2014 г. № 99 «Об утверждении правил организации искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов»
31. Байталюк А.А., Давыдова С.В. Сайра (*Cololabis saira* Brevoort) Японского моря: нерест, миграции, пространственное распределение, динамика численности // Вопр. Ихтиол. – 2004. – Т. 44, № 3. – С. 380-393.
32. Борец Л.А. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. – Владивосток: ТИНРО-центр, 1997. – 217 с.
33. Борец Л.А. 2000. Аннотированный список рыб дальневосточных морей. ТИНРО-центр, Владивосток, 192 с.
34. Бохан Л.Н. Межгодовые изменения в мезопланктоне северной части Японского моря // Изв. ТИНРО. – 1984. – Т. 109. – С. 86–93.
35. Бужинская Г.Н. Многощетинковые черви (*Polychaeta*) дальневосточных морей России и прилежащих вод Тихого океана: аннотированный список видов, библиография. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2013. – 131 с.
36. Великанов А.Я. 1980. Весеннее распределение и некоторые черты биологии мойвы *Mallotus villosus socialis* (Pallas) Татарского пролива // Изв. Тихоокеан. науч.-ислед. рыбхоз. центра. Т. 104. С. 128–133.
37. Волков А.Ф., Чучукало В.И. Сезонная динамика мезопланктона Японского моря (по исследованиям ТИНРО 1949–1969 гг.) // Сельдевые северной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО, 1985. – С. 140–146.
38. Гайл Г.И. Весенний фитопланктон юго-восточной части Татарского пролива, – Изв. ТИНРО, 1963. Т. 49. С. 137-158.
39. Голиков А.Н., Скарлато О.А. и Табунков В.Д. 1985. Некоторые биоценозы верхних отделов шельфа южного Сахалина и их распределение. Исслед. фауны морей, 30 (38): 4-68. [Полихеты определены Г.Н. Бужинской].
40. Гриценко О.Ф. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). М.: Издательство ВНИРО, 2002. – 248 с.
41. Долганова Н.Т. Вертикальное распределение планктона в Японском море в зимне-весенний период // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 123. – С. 122-149.
42. Долганова Н.Т. Состав, сезонная и межгодовая динамика планктона северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. 2001. Т. 128. – С. 810-889.
43. Долганова Н.Т. Зоопланктон Японского моря как потенциальная кормовая база для пастбищного выращивания лососей // Изв. ТИНРО. 2010. Т. 163. – С. 311–337.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

011/03/2021-00С.ВБР

Лист

106

44. Дудник Ю.И., Щукина Г.Ф. 1990. О нересте зубастой корюшки *Osmerus mordax dentex* в реках северо-западного Сахалина // Вопр. ихтиологии. Т. 30, вып. 1. С. 151-154.
45. Зверькова Л.М., 1971. Размножение минтая у юго-западного побережья Сахалина. ТИНРО, т. 78. – С.82-75.
46. Зверькова Л.М., 1977. Созревание, плодовитость и районы размножения минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) северо-восточной части Японского моря, Вопр., ихтиологии, т. 17, вып. 3 (104). – С. 462-468.
47. Зверькова Л.М. Характеристика минтая западной части ареала (Охотское море, северная часть Японского моря, Тихий океан у побережья Южных Курил) // Рыбохозяйственные исследования в сахалино-курильском районе и сопредельных акваториях. – Южно-Сахалинск : СахНИРО, 1999. Т. 2. – С. 7-25.
48. Зверькова Л.М. Минтай. Биология, состояние запасов : монография. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2003. – 248 с.
49. Ким Л.Н. 2002. Некоторые данные по биологии японской камбалы Уссурийского залива // Изв. Тихоокеан. науч.-исслед. рыбохоз. центра. Т. 130. С. 1038-1054.
50. Ким Сен Ток. Сезонные особенности вертикальной структуры ихтиоценов западносахалинского шельфа и островного склона // Вопр. ихтиол. 2004. Т. 44, № 1. – С. 77-88.
51. Красная книга Сахалинской области: Растения и грибы/ Отв. редакторы д.б.н. В.М. Еремин, к.б.н. А.А. Таран, 2019.
52. Красная книга Сахалинской области: Животные / Отв. редактор д. б. н., проф. В. Н. Ефанов – М.: Буки Веди, 2016. – 252 с.
53. Киселев И.А. Качественный и количественный состав фитопланктона и его распределение в водах у южного Сахалина и южных Курильских островов // Исслед. дальневост. морей. 1959. Вып. 6. – С. 58-77.
54. Кобякова З.И. 1959. Бентос северной части Татарского пролива и его значение для питания рыб. Известия ТИНРО, – С. 50-61.
55. Колпаков Н.В. Некоторые черты биологии японского волосозуба *Arctoscopus japonicus* из вод северного Приморья // Изв. ТИНРО. 1999. Т. 126. – С. 318-326.
56. Кун М.С. Питание тихоокеанской сельди в северной части Татарского пролива // Изв. ТИНРО. 1949. Т. 29. – С. 107-138.
57. Левенштейн Р.Я. и Пастернак Ф.А. 1976. Количественное распределение глубоководной донной фауны Японского моря. Тр. Ин-та океанологии АН СССР, 99: 197-210.
58. Материалы предварительной оценки воздействия на окружающую среду, Проект Сахалин-1, Эксон Нефтегаз Лимитед, Южно-Сахалинск, 2001 г., – 173 с.
Материалы Японского моря (Западный Сахалин). Данные по изменчивости океанологических условий в Западно-Сахалинском районе. Материалы по характеристике состояния зоопланктонных сообществ как индикатора изменений океанологического режима. Данные по численности и биомассе основных видов зоопланктона Татарского пролива Японского моря, отв. исполнитель Шевченко Г.В., – 22 с.
59. Могильникова Т.А., Латковская Е.М., Коренева Т.Г. Гидрохимические условия развития летнего фитопланктона зал. Байкал (Северо-Западный Сахалин) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2011. – Вып. 5. – С. 360-369.
60. Могильникова Т.А., Никулина Т.В., Коренева Т.Г., Латковская Е.М., Ведерникова А.А. Фитопланктон и химические показатели прибрежных вод юго-западного и южного Сахалина (Татарский пролив, залив Анива) //Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова, 2017 Вып. 7 – С.151-167.
61. Мокеева Н.П. Влияние сбросов различных отходов в морскую среду на гидробионтов. / Тр. ГОИН. Вып.167. М.,1983. – С. 23-33.
- 62.

Инф. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР	Взам. инв. №	Подпись и дата							Лист
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	011/03/2021-00С.ВБР				107

63. Мокеева Н.П. Механическое влияние минеральной взвеси на планктонные водоросли.//Гидромеханизированные работы и дампинг. Матер. Всесоюзн. конф., Ростов-на-Дону, октябрь, 1991. – М., 1991.
64. Кудерский Л.А., Лаврентьева Г.М. Оценка ущерба рыбохозяйственным водоемам от свалки грунтовых масс. – СПб: ГОСНИОРХ,1996. – 52 с.
65. Нуждин В.А. Видовой состав и распределение зимне-весеннего ихтиопланктона северной части Японского моря // Изв. ТИНРО. 1994. Т. 115. – С. 92-107.
66. Перцева-Остроумова Т.А. Размножение и развитие дальневосточных камбал: монография. М.: АН СССР, 1961. – 486 с.
67. Погодин А.Г., Сапрыкина М.И. О размножении эвфаузиид в водах северной части Татарского пролива в июне–сентябре 1973 года // Изв. ТИНРО. 1981. Т. 105. – С. 33-41.
68. Погодин А.Г. Планктон Татарского пролива в период нагула сардины// Биология шельфовых вод Мирового океана. Второй всесоюзн. конференции по морской биологии. Тез.докл. Владивосток: ТИНРО, 1982. С.104-105.
69. Программа комплексных геофизических исследований на лицензионном участке Центрально-Татарский. Том 2 Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) Книга 1 Текстовая часть Часть 1 ОО «Экоскай», 2017 г. – 728 с.
70. Рахманова С.И. Планктон Татарского пролива // Вестн. ДВ ФАН СССР. 1933.№ 1-3. – С. 135-137.
71. Рыбникова И. Г., Ившина Э. Р. О распределении нерестовой сахалино-хоккайдской сельди *Clupea pallasii* в водах Сахалина и Хоккайдо // Вопр. рыболовства. Прил. 1. Материалы Всерос. конф. «Ранние этапы развития гидробионтов, как основа формирования биопродуктивности и запасов промысловых видов в Мировом океане». М., 2001. – С. 238-239.
72. Селина М.С., Коновалова Г.В., Морозова Т.В., Орлова Т.Ю. Род *Alexandrium Halim*, 1960 (Dinophyta) у тихоокеанского побережья России: видовой состав, распределение, динамика // Биол. моря. 2006, том 32, № 6, – С. 384-394.
73. Соколовская Т.Г. и Епур И.В. 2001. Особенности раннего онтогенеза японского волосозуба *Arctoscorus japonicus* (Trichodontidae) в северо-западной части Японского моря. Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра, 128 – С. 447-453.
74. Сорокин Ю.И., Федотов В.К. Продуктивность микропланктона в северной части Татарского пролива // Биол. моря. 1976. № 5. – С. 48-56
75. Суханов В.В., Иванов О.А. Сообщества нектона в северо-западной части Японского моря : монография. Владивосток: ТИНРО-центр. 2009 – 282 с.
76. Тарасюк С.Н. 1990. Распределение и температурные условия развития икры япономорской палтусовидной камбалы в Татарском проливе // Биология шельфовых и проходных рыб. Владивосток. – С. 33-38.
77. Тарасюк С.Н. Биология и динамика численности основных промысловых камбал Сахалина : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 1997. – 24 с.
78. Фадеев В.И. 1985. Сообщества макробентоса верхней сублиторали острова Монерон. С. 18-40 в кн.: О. Г. Кусакин (Ред.). Бентос шельфа острова Монерон. ДВНЦ АН СССР, Владивосток. [Полихеты определены Г.А. Щербаковым и Э.В. Багавеевой].
79. Федотова Н.А. Сезонные изменения состава и развития зоопланктона у юго-западного побережья Сахалина. Изв. ТИНРО, 1975. Т. 96. – С. 57-79.
80. Федотова Н.А. Биологические сезоны в развитии зоопланктона Татарского пролива у юго-западного Сахалина // Гидробиол. журн. 1982. Т. 18, вып. 5. – С. 58–65.
81. Чебанов С.М. Распределение гиперид в приповерхностном слое южной части Берингова моря и прилежащих районах Тихого океана // Изв. ТИНРО-центр. 1965. Т. 53. – С. 85-90.

Взам. инв. №							
Подпись и дата							
Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	011/03/2021-00С.ВБР	Лист

82. Moukhametova O. N. Some data about spawn of Pacific herring *Clupea pallasii* in the Lake of Tunaicha (Southeastern Sakhalin) // Abstracts of First International Symposium on Fish Biodiversity of Amur River fresh waters and adjacent rivers (Abstracts), 29 October – 1 November 2002. Khabarovsk, Russia, 2002. – P. 26-27.
83. Moukhametova O. N., Moukhametov I. N. Ichthyoplankton of Laperusa Strait and adjacent regions in August 1999 // The 15–th International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice the 2–nd Ice Scour & Arctic Marine Pipelines Workshop: Abstracts, 6–11 February 2000. Mombetsu, Hokkaido, Japan, 2000. – P. 374.
84. Pogodin A.G., Zuenko Y.I. Macroplankton in the northern Japan Sea in summer of 1981. Part 1. Environmental conditions, general features of plankton composition and distribution // Ibid. – P. 254-257.
85. Оценки запасов рыб и беспозвоночных в Татарском проливе и у Южных Курил превысили данные прошлых лет, 03.09.2018 г. , <https://sakhalin.info/news/157523>
86. Официальный сайт ФГБУ «Сахалинрыбвод», <http://www.sakhrybvod.ru/>
87. Блохин С.А. Результаты наблюдений за морскими млекопитающими во время научно-поискового рейса на японском НИС «Кайко Мару» в северной части Японского моря с 22 мая по 25 июня 2006 г.: отчет о НИР / ТИНРО-центр. 25679. Владивосток, 2006. – 41 с.
88. Красная книга Сахалинской области: Животные / Отв. редактор д. б. н., проф. В. Н. Ефанов – М.: Буки Веди, 2016. – 252 с.
89. Кузин А.Е., Маминов М.К. О встречаемости северных морских котиков в Татарском проливе (Японское море) // Известия ТИНРО, том 186, 2016, с. 118-120.
90. Мельников В.В. Морские млекопитающие дальневосточных морей России: полевой определитель. Владивосток: Дальнаука, 2011. – 88 с.
91. Слюнин Н.Е. Промысловые богатства Камчатки, Сахалина и Командорских островов: отчет за 1892-1893 гг. Спб., 1895. – 117 с.
92. Тихонов А.В. Животные России. Красная книга / Издательство «РОСМЭН», 2012. – 241 с.
93. Коновалова Н.В., Мотылькова И.В. Зимний фитопланктон залива Анива (Охотское море) // Вестник Сахалинского музея. – 2019 - № 4. – С. 67-86.
94. Строительство судостроительной верфи «Звезда-ДСМЕ». I этап строительства. Расширение действующих мощностей ОАО «ДВЗ «Звезда» в обеспечение строительства морских транспортных и специальных судов. (Создание судостроительного комплекса «Звезда») I очередь строительства. Блок корпусных производств и окрасочные камер.
95. Мухаметова О.Н. Некоторые особенности формирования ихтиопланктонного комплекса в заливе Байкал (северо-западный Сахалин) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 5. 2011 г. – С. 386-395.
96. Методы оценки состояния запасов минтая в Охотском и Беринговом морях, ежегодно проводимые ресурсные исследования и обоснование общих допустимых уловов.
97. Лапшина В.И., Муравьева О.Е., Степаненко И.Г. Сезонные и межгодовые изменения в количественной характеристике сетного планктона из вод экономических зон СССР и КНДР Японского моря // Изв. ТИНРО. 1990. Т. 111. – С. 133-145.
98. Обзор экологического состояния морей Российской Федерации и отдельных районов мирового океана за 1992 г. М.: Московск. отдел. Гидрометиздата. 1993.– 170 с.
99. Характеристика планктона и бентоса Татарского пролива в современный период. (промежуточный). Отчет о НИР / Отв. исполн. В. С. Лабай, Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2012. – 311 с. Инв. № 11472 н/а.

Инв. № подл.	011/03/2021-00С.ВБР	Взам. инв. №	Подпись и дата							011/03/2021-00С.ВБР	Лист
				Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		