Приложение В

Расчет размера вреда водным биоресурсам

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»
Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»)

«УТВЕРЖДАЮ»
И.о. руководителя Сахалинского филиала
ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), к.б. н.
_____ В. В. Лапко
«31» марта 2023 г.

ОТЧЕТ ПО ДОГОВОРУ

Оценка воздействия и определение компенсационных затрат при осуществлении «Программы морских геофизических исследований на месторождении Аркутун–Даги»

(Договор № 65-02-31-2023 с ООО «РЭА-консалтинг» от 15.03.23)

Руководитель работ:
Старший специалист лаборатории гидробиологии Березова О.Н.

Южно-Сахалинск 2023

РЕФЕРАТ

Текст 74 с., рис. 5, табл. 31, источников 127, приложения 2.

ОХОТСКОЕ МОРЕ, СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ШЕЛЬФ, МЕСТОРОЖДЕНИЕ АРКУТУН-ДАГИ, ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, СЕЙСМИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ФИТОПЛАНКТОН, ЗООПЛАНКТОН, ИХТИОПЛАНКТОН, ИХТИОФАУНА, БЕНТОС, ПРОМЫСЛОВЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ, РАСЧЕТ УЩЕРБА, КОМПЕНСАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ

В данной работе проведена оценка воздействия на водные биоресурсы морских комплексных геофизических исследований, планируемых на месторождении Аркутун-Даги северо-восточного шельфа Сахалина, Охотского моря в период 2024 г. и 2026 (или 2027) г.

Оценка воздействия выполнена на основании договора с ООО «РЭА-консалтинг» Договор № 65-02-31-2023 от 15.03.23.

Объектом исследования является Программа морских геофизических работ на месторождении Аркутун-Даги (далее – Программа работ). По Программе работ запланировано две аналогичных съемки: первая – на навигационный период 2024 г., вторая съемка – на навигационный период 2026 или 2027 гг. Период работы на акватории, ориентировочный, составляет по 90 дней для каждой съемки.

Плановый максимальный объем работ по настоящей Программе включает проведение тестовых работ по настройке и выбору параметров сейсмики и сейсморазведку 3D в формате 4D (мониторинговая съемка 3D по одинаковым параметрам съемки в течение нескольких лет).

Цель отчета заключается в оценке вреда, которое может быть оказано на морскую биоту прибрежной зоны северо-восточного шельфа Сахалина.

Расчет ущерба проведен для двух различных вариантов проведения работ, в зависимости от используемого источника для СВР.

Определение размера вреда (с частичной гибелью организмов, снижением количественных показателей и продукции) производится для сейсмических работ с применением группированных пневмоисточников.

Рассчитанный непредотвращаемый (общий единовременный) ущерб водным биоресурсам складывается из следующих компонентов:

- потери рыбопродукции в результате гибели кормового зоопланктона за каждый год работ 9 462,60 кг, суммарно за два года работ – 18 925,20 кг;

- потери рыбопродукции в результате гибели икры и личинок за каждый год работ составят 27998,70 кг, для всего объёма запланированных сейсморабот (за два года) – 55 997,40 кг.

Для компенсации ущерба путем искусственного воспроизводства водных биоресурсов рассчитано два объекта: горбуша, кета.

При объёме прогнозируемых потерь при выполнении 3D сейсмики за каждый год работ в размере 37461,30 кг необходимо выпустить в естественные водные объекты Сахалинской области (реки северо–восточного Сахалина) 3 964 159 экз. молоди горбуши, или 2 305 311 экз. молоди кеты с навеской 0,7–1,0 г, или 1 269 444 экз. молоди кеты с навеской 1,0 и более грамм, не ниже плановой для конкретного ЛРЗ. Суммарно за два года работ при объёме прогнозируемых потерь в размере 74922,60 кг необходимо выпустить в естественные водные объекты Сахалинской области (реки северо–восточного Сахалина) 7 928 317 экз. молоди горбуши, или 4 610 622 экз. молоди кеты с навеской 0,7–1,0 г, или 2 538 889 экз. молоди кеты с навеской 1,0 и более грамм.

Определение компенсационных мероприятий и расчет затрат на их осуществление выполнено в соответствии с «Методикой определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния: Приложение к приказу Федерального агентства по рыболовству от 06.05.2020 N 238. – 2020 г. – 31 с. (утвержд. в Минюсте 5.03.2021 г.).

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Вед.спец. ЛГ, ответственный исполнитель	31.03.23 подпись, дата	Атаманова И.А. (Введение, раздел 1, 2, 3, 4.2, 5, 6, 7, 8, 9 Заключение)
Ст.н.с ЛГ, к.б.н., исполнитель	31.03.23 подпись, дата	Мухаметова О.Н. (раздел 4.3)
Зав. сектором СМР, к.б.н., исполнитель	31.03.23 подпись, дата	Мухаметов И.Н. (раздел 4.5)
Ст. спец. ЛГ, исполнитель	31.03.23 подпись, дата	Коновалова Н.В. (раздел 4.1)
Ст. спец. ЛГ, исполнитель	31.03.2023 подпись, дата	Шпилько Т.С. (раздел 4.4)
Заведующий сектором ЛЛР	31.03.2023 подпись, дата	Игнатьев Ю.И. (раздел 4.5)
Вед.спец. ЛПГ, исполнитель	31.03.2023 подпись, дата	Смирнов И.П. (раздел 4.6)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАНИРУЕМЫХ РАБОТ 7
Географическое расположение района работ 7
Тестирование оборудования 8
Методы выполнения работ 4D мониторинга 9
График работ 12
2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ 13
2.1 Суда 13
2.2. Геофизическое оборудование 14
3. СТЕПЕНЬ И ХАРАКТЕР НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ 19
4. ХАРАКТЕРИСТИКА БИОТЫ 22
4.1. Фитопланктон 22
4.2 Зоопланктон 24
4.3 Ихтиопланктон 26
4.4. Бентос 29
4.5 Ихтиофауна 32
4.6. Промысловые беспозвоночные 44
5. МЕТОДИКА РАСЧЕТА УЩЕРБА 47
6. РАСЧЕТ СМЕРТНОСТИ ЗОО- И ИХТИОПЛАНКТОНА 52
7. РАСЧЕТ УЩЕРБА 56
7.1 Ущерб водным биоресурсам вследствие гибели кормового зоопланктона 56
7.2 Ущерб водным биоресурсам вследствие гибели ихтиопланктона 56
7.3 Итоговая величина ущерба 57
8. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УСТРАНЕНИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ 58
9. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ 60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 62
ЛИТЕРАТУРА 63
ПРИЛОЖЕНИЯ 73

ВВЕДЕНИЕ

АО «Сахалинморнефтегаз-Шельф» (далее СМНГ–Шельф), управляющая компания ООО «Сахалин-1», планирует выполнение очередных морских мониторинговых геофизических исследований 4D на акватории лицензионного участка (ЛУ) Аркутун-Даги (лицензия ШОМ 008668 НЭ) в 2024 году, а также последующей съёмки в 2026 или 2027 годах.

Начало выполнения работ будет зависеть от готовности судов и оборудования, получения необходимых разрешений на выполнение работ, гидрометеорологических и ледовых условий, как по пути к полигону работ, так и на самом полигоне. С учетом выше изложенного, работы в рамках Программы могут быть перенесены на последующие 2025–2028 годы. Геофизические исследования 4D предполагают выполнение съемок 3D, разнесенных во времени, с периодичностью 2–4 года, с максимальной повторяемостью предыдущих съемок для оценки изменений сейсмической записи (4D отклик) на месторождениях, где осуществляется добыча. Данный подход позволяет оптимизировать программу бурения, контролировать изменения параметров продуктивных пластов за период их разработки.

Целью планируемых работ является получение сейсмических данных 4D высокого разрешения для будущих программ повторных геофизических исследований и контрольных съемок для оптимизации программы бурения нагнетательных и добывающих скважин, контроля движения пластовых флюидов месторождения Аркутун-Даги.

Расчет выполнен специалистами Сахалинского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (СахНИРО) в рамках договора № 65-02-31-2023 от 15.03.2023 г.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАНИРУЕМЫХ РАБОТ

Геофизические исследования 4D на лицензионном участке Аркутун-Даги будут выполняться с применением буксируемых в приповерхностном водном слое сейсмоприёмных кабелей (сейсмических кос) с пьезоэлектрическими датчиками с двумя групповыми пневмоисточниками объёмом не более 2400 куб. дюймов, с поочередным срабатыванием через 18,75 м (37,5 м на один источник), и минимальной длиной записи 8 секунд (в режиме непрерывной записи).

Перед началом работ на геофизическом судне проводится развертывание, тестирование, балансировка и проверка забортного оборудования для обеспечения оптимальных эксплуатационных характеристик к моменту начала работ. В ходе тестирования проверяется синхронизация систем, и соответствие спецификациям сейсмических источников, кос, систем записи и навигации.

По завершении развертывания и тестирования судно начинает работы на лицензионном участке Аркутун-Даги. Длительность работ в этом районе составит до 90 дней и будет зависеть от необходимости выполнения дополнительных заполняющих профилей (инфилов), технических простоев и синхронизации программы работ с приливными течениями для наибольшей повторяемости съёмки с работами прошлых лет.

На геофизическом судне будет использоваться такая же геометрия источников, что и при съемках 2015, 2019 и 2021 годов. Данная расстановка представляет собой групповой источник объемом до 2400 куб. дюймов, с пиковой амплитудой 33,2 бар-м (3,32 МПа).

Географическое расположение района работ

Район работ расположен на шельфе северо-восточного Сахалина в Охотском море, в пределах лицензионного участка Аркутун-Даги проекта «Сахалин-1» (рисунок 1.1).

Географические координаты угловых точек контуров полной кратности и участка работ представлены в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Географические координаты полигона полной кратности

№ точки	Географические координаты WGS-84	
	Северная широта	Восточная долгота
Аркутун-Даги (ЛУ ООО «Сахалин-1»)		
1	52°20'07"	143°44'12"
2	52°20'08"	143°38'44"
3	52°22'01"	143°38'45"
4	52°22'02"	143°34'31"
5	52°32'28"	143°34'35"
6	52°32'26"	143°44'18"

Таблица 1.2 – Координаты угловых точек участка геофизических исследований по пунктам ПВ:

№ точки	Географические координаты WGS-84 UTM 54N	
	Северная широта	Восточная долгота
Аркутун-Даги (ЛУ ООО «Сахалин-1»)		
1	52°33'49"	143°44'32"
2	52°33'51"	143°34'29"
3	52°18'43"	143°34'20"
4	52°18'40"	143°44'24"

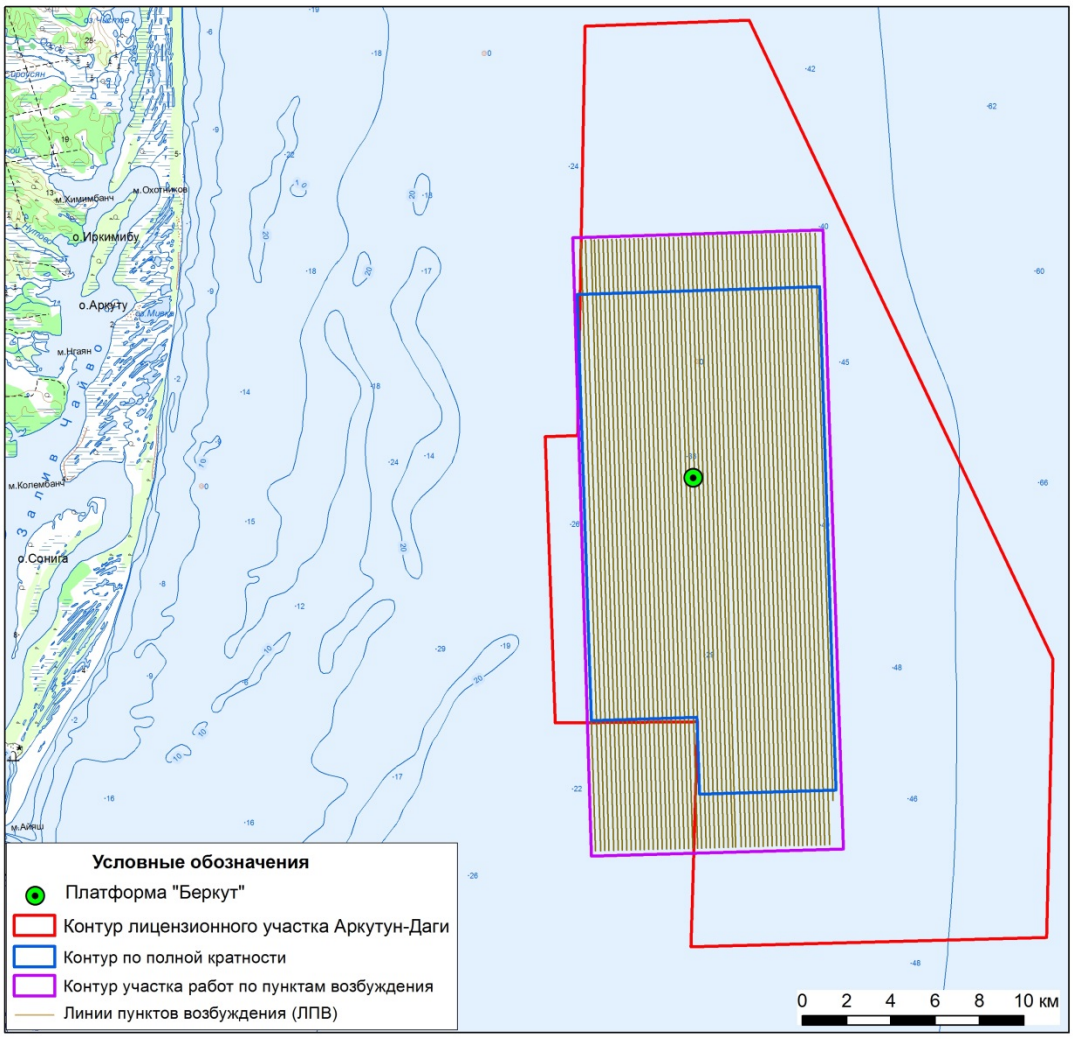


Рисунок 1.1 – Ситуационная карта-схема района работ

Тестирование оборудования

До начала работ параметры оборудования, подтвержденные результатами регулярно проводимых Подрядчиком тестов аппаратуры, должны соответствовать техническим условиям, предусмотренным контрактом и установленным производителем. В состав тестов аппаратуры, входит испытания системы регистрации данных, проверка форматов данных, подтверждение параметров качества обработки данных, испытания гидрофонов ближнего поля, испытания и балансировка сейсмокос,

проверка точности позиционирования (DGPS и RGPS), проверка системы акустического позиционирования и подтверждение компетентности экипажа. Технические и навигационные тесты, как правило, занимают около 7–9 дней (в зависимости от требований программы).

Методы выполнения работ 4D мониторинга

Все планируемые работы будут выполняться с учетом положений, действующих законодательных и подзаконных актов Российской Федерации и применимых требований нормативных документов по геологоразведочным и геофизическим работам, в частности РД 08-37-95 «Правила безопасности ведения морских геологоразведочных работ».

Морские геофизические исследования будут выполняться как съемка 3D МОГТ (метод общей глубинной точки), что предполагает буксирование в поверхностном водном слое твердотельных или гелевых сейсмоприёмных кабелей (сейсмокос) с пьезоэлектрическими датчиками в качестве приёмных устройств и группового пневмоисточника в качестве устройства, излучающего сейсмический импульс.

Геофизические исследования будут производиться специализированным исследовательским судном. Для обеспечения безопасного выполнения работ будут использоваться 2 судна сопровождения. Одно судно сопровождения будет двигаться впереди исследовательского судна на расстоянии около 2 км для обеспечения его беспрепятственного движения с буксируемым оборудованием, а также с целью осмотра участка работ на предмет выявления каких-либо препятствий

Для выполнения программы планируется использовать геофизическое судно «Вячеслав Тихонов» компании СКФ ГЕО или судно с аналогичными характеристиками. Максимальное количество сейсмических кос у геофизического судна – 8 (рисунок 1.2). Как только оборудование будет развернуто, геофизическое судно начнет выполнять тестирование оборудования и затем геофизическую съемку.

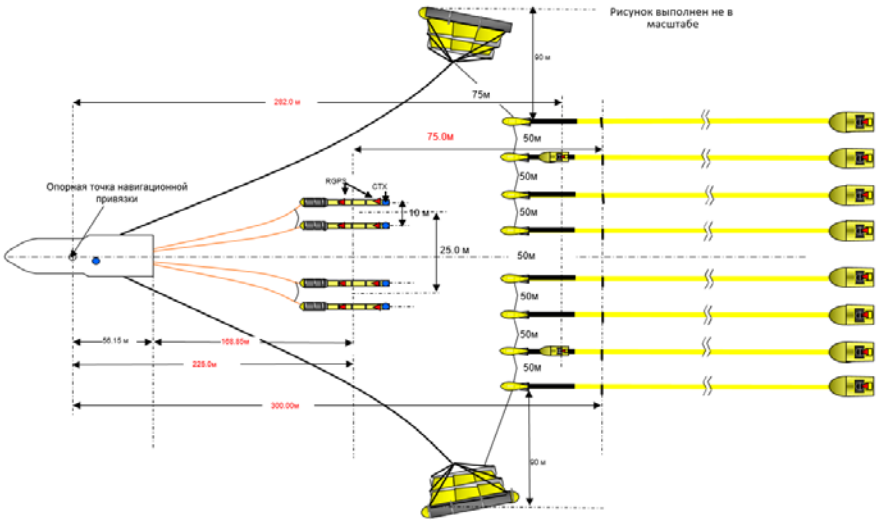


Рисунок 1.2 – Схема расположения забортного оборудования геофизического судна (8-косовая схема)

Исследования будут выполняться вдоль параллельных линий отстрела (профилей). Скорость судна на профиле возбуждения составляет около 4,5 узла.

Произведя сбор данных вдоль одного профиля возбуждения, судно развернётся и пойдет в обратном направлении по сопредельной полосе по схеме развернутой пружины. Таким методом обеспечивается наиболее эффективный сбор полнократных сейсмических данных (рисунок 1.3). Стоит отметить, что время на разворот, из-за необходимости повторения базовой съемки, часто превышает время сбора данных на профиле возбуждения. Во время разворота пневмоисточник на геофизическом судне отключен. Допускается начало отработки профиля после разворота с процедуры «мягкого старта» в темное время суток.

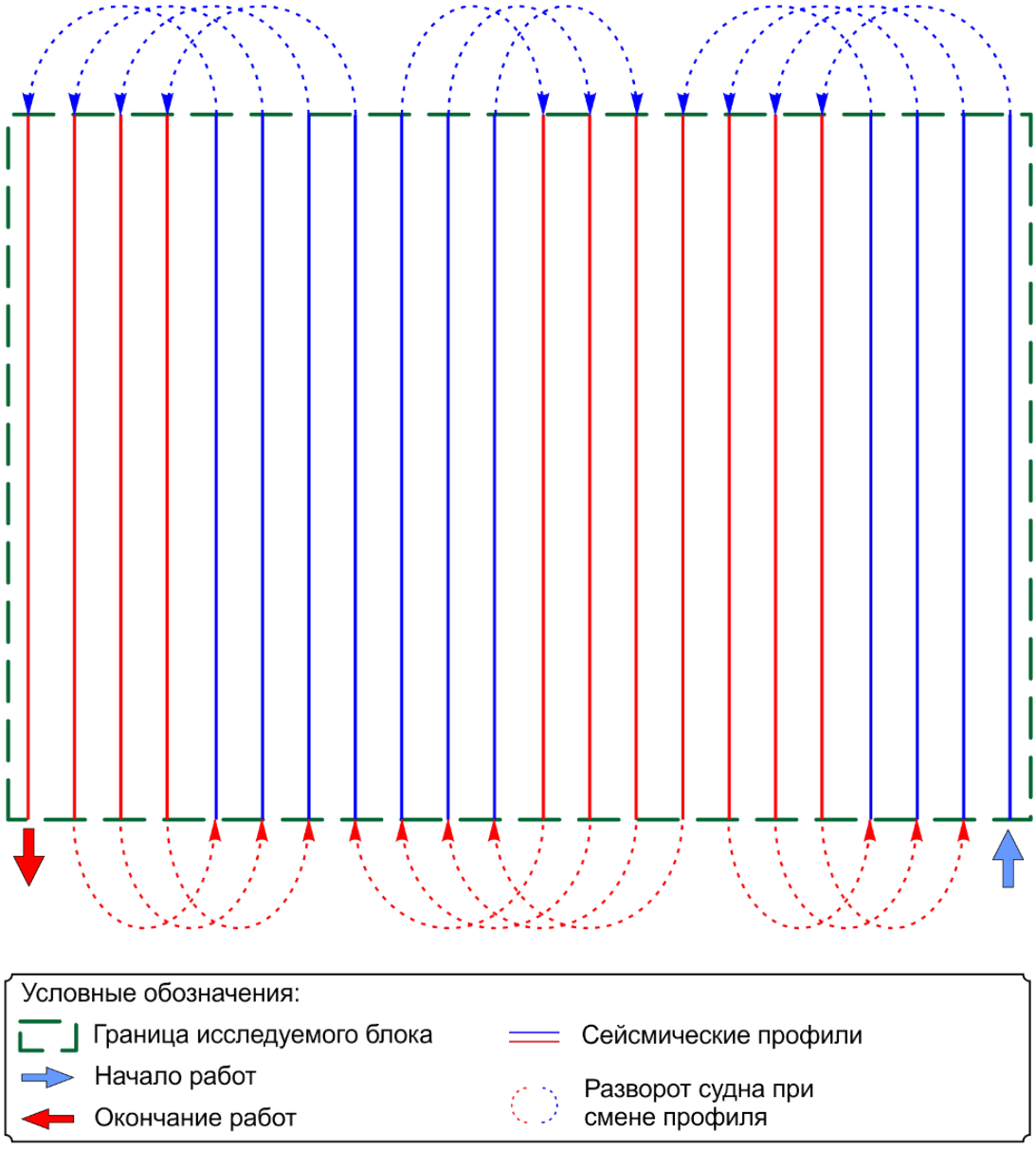


Рисунок 1.3 – Принципиальная схема проведения геофизической съемки

Пунктирные линии, соединяющие профили работ, проведены так на рисунке 1.3 только для обеспечения большей наглядности при демонстрации последовательности отработки профилей. Фактические маршруты движения судна на переходах между

профилями будут определяться из соображений обеспечения безопасности работ при минимизации затрат времени на переходы.

Мобилизация

Для выполнения геофизической съемки МОГТ 4D предусматривается использование одного исследовательского судна и двух судов сопровождения.

Мобилизация судов и персонала выполняется в порту, определяемом подрядчиком работ. Предварительный план предусматривает мобилизацию всех судов в порту г. Корсакова.

До начала работ на профилях возбуждения полигона геофизических исследований (в период мобилизации) будет произведен переход судов в район работ, максимальная продолжительность которого в зависимости от погодных условий на маршруте перехода составит до трех суток.

Стадия мобилизации закончится с началом работ на первом проектном профиле возбуждения с составлением соответствующего акта.

Тестирование геофизического оборудования

Развертывание забортного геофизического оборудования и его балансировка, а также предпроектное тестирование производятся после прибытия судов в район проведения работ. Предпроектное тестирование геофизического оборудования производится с целью определения оптимальных параметров источников и приемников сейсмосигнала, настройки другого геофизического оборудования и компьютерной обработки сигналов. После выполнения всех настроек производится съемка нескольких (1–2) тестовых линий с одновременной обработкой получаемого сигнала и последующим принятием решения о возможности начала производственных работ.

Продолжительность этого этапа тестирования в рамках геофизических исследований может составить около 7–8 суток.

Выполнение геофизической съемки

4D-съёмка будет выполняться последовательно, начиная с проектных профилей, и впоследствии дополненных профилями заполнения. Количество профилей заполнения будет определяться достигнутой плотностью покрытия для разных групп удалений.

При выполнении геофизической съемки исследовательское судно будет двигаться вдоль заранее спроектированных профилей. При этом судном будут выдерживаться следующие показатели:

скорость судна на линии возбуждения – 4,3–4,5 узла;

скорость судна на развороте – 4,0 узла;

минимальный радиус разворота судна – 3500 м;

заход судна на линию возбуждения – 4100 м;

интервал набора кратности – 2550 м;

минимальная безопасная глубина для 8-косного судна – 10 м;

Предварительная расчетная максимальная продолжительность выполнения геофизических исследований 3D МОГТ объемом 234,4 км^2 составит до 90 суток (в каждом из запланированных годов – 2024 и 2026 или 2027 годах).

Фактическая продолжительность данного этапа геофизических исследований в значительной степени зависит от гидрометеорологических, климатических, погодных и ледовых условий на акватории во время работ.

Демобилизация

По завершении геофизической съёмки, судно выберет всё забортное оборудование и покинет район работ.

Решение о демобилизации будет приниматься на основании выполнения согласованного сторонами объема работ с подписанием соответствующего акта представителем Заказчика на борту судна.

График работ

Геофизические исследования планируется провести в навигационный (безледовый) период 2024 г. и 2026 или 2027 г.

Для каждого из двух сезонов работ максимальное суммарное время отработки профилей составит не более 90 сут. Приоритетным периодом выполнения работ является июнь–август. Однако, в случае непредвиденных ситуаций, а также ожидания благоприятных расчетных периодов времени захода на отдельные профили, Программой допускается продление периода работ на сентябрь–октябрь.

Начало выполнения работ будет зависеть от готовности судов и оборудования, получения необходимых разрешений на выполнение работ, гидрометеорологических, климатических и ледовых условий, как по пути к полигонам работ, так и на самих полигонах. В таком случае, работы в рамках Программы могут быть перенесены на последующие годы:

- в период с июня по октябрь в 2025 году;
- в период с июня по октябрь в 2027 или 2028 году.

Примерный график геофизических исследований будет следующим:

- Мобилизация и тестирование: конец мая - начало июня (11 сут).
- Начало работ: начало июня (сразу после схода льда)
- Продолжительность работ: до 90 дней
- Режим полевых работ: круглосуточно.

Фактическая продолжительность полевых работ определяется как объемом планируемых исследований, так и гидрометеорологическими, климатическими, погодными и ледовыми условиями на пути в район работ и непосредственно в районе работ.

2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ

2.1 Суда

Для выполнения работ 3D МОГТ предусматривается использование одного исследовательского судна и двух судов сопровождения.

Для выполнения программы на морской акватории планируется использовать специализированное исследовательское судно (ИС) «Вячеслав Тихонов» или аналог (Рисунок 2.1, Таблица 2.1).

Суда, используемые для геофизических исследований, отвечают требованиям Морского регистра и Международным конвенциям, в том числе, Международной Конвенции по Предотвращению Загрязнения Моря Судами, 1973 г., усовершенствованной Протоколом от 1978 г. и дополненной резолюцией MEPC 39(29), что подтверждается наличием сертификатов.

В соответствии с требованиями Конвенции суда проходят ежегодные и промежуточные осмотры, что подтверждается соответствующими записями и Сертификатами.

Рисунок 2.1 – Геофизическое судно «Вячеслав Тихонов»

Таблица 2.1 – Основные характеристики геофизического судна

Характеристика	Значение
Наименование судна	«Вячеслав Тихонов» (либо судно с аналогичными характеристиками)
Год постройки	2011
Размеры (дл./шир./осадка), м	81×17×7,5
Валовая вместимость, т	4711
Главный двигатель	Wartsila 9L26, 4×2984 кВт
Генераторы	AvKDSG 114 M2-6 W, 4×2850 кВт
Запас топлива, $м^3$	1175,75 (1013,84 мт)
Расход топлива, м/сут	28 (съемка)
Запас пресной воды, $м^3$	586
Опреснитель	10 т/сут
Макс. вместимость людей	53 чел.

При выполнении Программы для обеспечения безопасной работы геофизических судов планируется использовать 2 судна сопровождения.

Перечень и характеристики судов, которые могут быть выбраны для таких работ, представлены в таблице 2.2. При выполнении программы могут быть использованы другие суда с аналогичными характеристиками.

Таблица 2.2 – Перечень и характеристики судов сопровождения

Характеристика	**Суда сопровождения**	
	Судно сопровождения 1	**Судно сопровождения 2**
Наименование судна	«Светломор-3» (либо судно с аналогичными характеристиками)	«Рубин» (либо судно с аналогичными характеристиками)
Год постройки	1987	1982
Размеры (дл.×шир.×осадка, м)	61,00×14,00×4,50	58,55×12,00×4,76
Дедвейт, т	1650	436
Главный двигатель	Wartsila Vasa 8R 22H F-D, 2 × 1300 кВт	ZULCER 8 AL 25/30, 2 × 1100 кВт
Вспомогательные двигатели	–	–
Генераторы	TAD 121CHC Volvo Penta3X, 1×238 кВт	PG 1000/750M, 2×950 кВт
Запас топлива, т	280	295
Расход топлива, т/сут	4	4
Запас пресной воды, т	113	148
Макс. вместимость людей	34	37

2.2. Геофизическое оборудование

Пневмоисточники (ПИ)

В ходе проведения геофизических исследований на акватории полигона планируется использовать пневмоизлучатели (пневмоисточники) упругих колебаний (пневматические источники) производства Bolt (Таблица 2.3, Рисунок 2.2).

Таблица 2.3 – Характеристики пневмоисточников

Параметры источника	Значение
Тип источника	Bolt (с правого и левого борта) При поддержке поплавков (sausage-shape floats)
Количество групповых источников	2 (флип-флоп)
Разнос источников	25 м (идентично предыдущей 3D съемке)
Расстояние между ПВ	18,75 м флип-флоп, 37,5 м на источник
Количество подгрупп на источник	2 группы; с 2 подгруппами на группу.
Общий объем на источник:	Не более 2400 куб. дюйм. на группу
Амплитуда сигнатуры Бар-метр (0-128 Hz) р-р:	В зависимости от предложенного и утвержденного источника
Соотношение сигнал-шум (0-128 Hz):	В зависимости от предложенного и утвержденного источника
Шаг дискретизации сигнатуры	Разрешающая способность по времени 0,1 мс
Рабочее давление источника:	2000 фунт/кв.дюйм

Параметры источника	Значение
Спектральное распределение энергии эквивалентного точечного источника	208 дБ при 7 Гц повышающиеся до 210 дБ на центральной частоте между 50-60 Hz с менее чем +/- 2 Гц через спектр. (дБ отн. 1 микро-паскаль/Гц на дистанции 1 метр)
Глубина источника	5,0 м, допустимое отклонение +/– 0.5 метров
Длина источника х ширина предложенной группы	14 м×10 м
Минимальное разделение подгрупп (метры):	Разделение между подгруппами 10 метров
Точность синхронизации пушки	+/-1 мс
Выпадение источника	Выпадения пушек моделируются с использованием контрактной глубины источника, давления источника и параметрами фильтра системы записи. Остальные параметры моделирования по умолчанию. Допустимы потери при максимальной амплитуде < 10% Допустимы изменения в соотношении сигнал-шум <15% Допустим коэффициент корреляции> 0,998
Позиционирование источника (95% достоверность)	Минимум 2 rGPS блока на подгруппу
Будет ли запись ближних полей	Да (один сейсмоприемник на каждой пушке или расположении кластера)

Принцип работы пневмоисточников заключается в использовании энергии выхлопа в воду сжатого под большим давлением воздуха (Рисунок 2.3).

Пневмоисточники будут буксироваться за исследовательским судном вдоль линий сейсмопрофиля. На судне находится пульт управления группой пневмоисточников, а также компрессор для подачи сжатого воздуха к пневмоисточникам по шлангам.

В качестве источника возбуждения упругих колебаний будут применены группы пневматических излучателей. Будет задействовано два массива источников, по одному с каждого борта, которые будут включаться попеременно каждые 18,75 м (режим флип-флоп). Каждый массив будет состоять из 24 пневматических излучателей. Общий объём массива возбуждения (активный номинальный объем) будет составлять 2400 куб. дюймов.

Рисунок 2.2 – Пневмоисточник Bolt LF

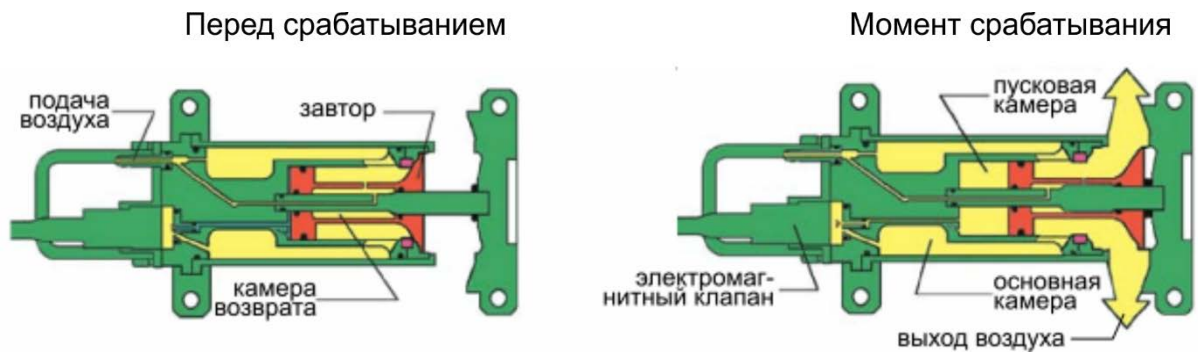


Рисунок 2.3 – Схема пневмоисточника и принцип его работы

Пневмоисточники будут располагаться в 4 линии, по 2 линии с каждого борта в массиве (группе), которые будут находиться на следующем расстоянии друг от друга: линии одного борта будут разнесены на 10 м друг от друга; центральные линии каждого борта будут разнесены на 25 м друг от друга.

Пневмоисточники на линиях будут располагаться 6 кластерами – по 2 ПИ в каждом кластере. Кластеры ПИ на линии будут располагаться на расстоянии 3 м друг от друга (Рисунок 2.4).

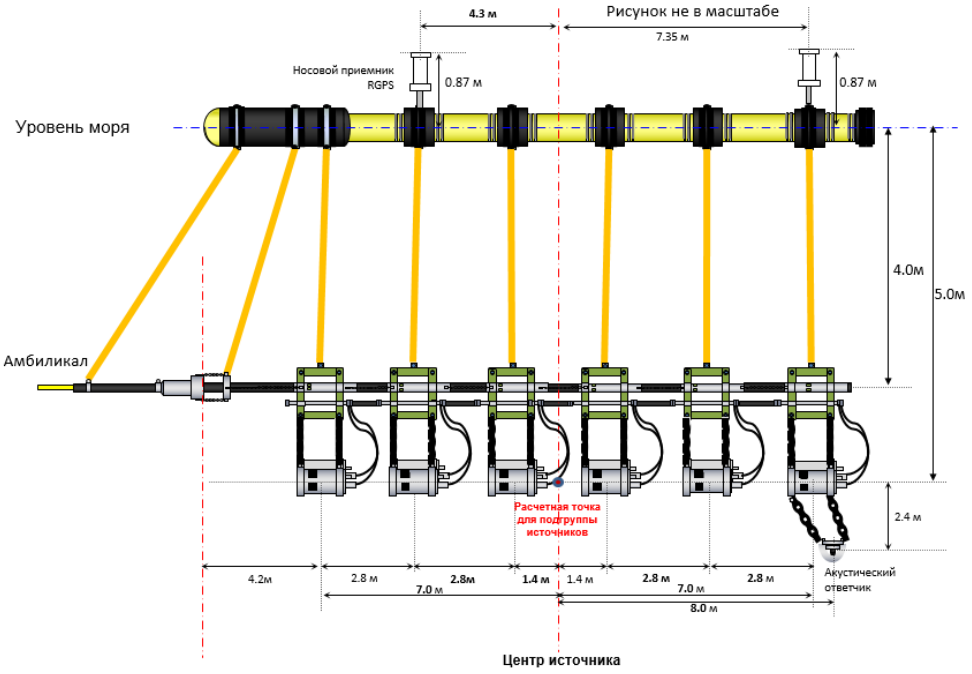


Рисунок 2.4 – Конфигурация группового пневмоисточника

Пространственные координаты источников представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Конфигурация группового пневмоисточника объемом 2400 куб. дюйма (пространственные координаты)

№	X, м	Y, м	Z, м	Объем, куб. дюйм
1	0	10,35	5	70
2	0	9,65	5	70
3	2,8	10,5	5	запасной
4	2,8	9,5	5	запасной
5	5,6	10,5	5	290
6	5,6	9,5	5	290

№	X, м	Y, м	Z, м	Объем, куб. дюйм
7	8,4	10,5	5	запасной
8	8,4	9,5	5	запасной
9	11,2	10,5	5	175
10	11,2	9,5	5	175
11	14	10,35	5	110
12	14	9,65	5	запасной
13	0	0,35	5	110
14	0	-0,35	5	110
15	2,8	0,5	5	175
16	2,8	-0,5	5	175
17	5,6	0,5	5	запасной
18	5,6	-0,5	5	запасной
19	8,4	0,5	5	290
20	8,4	-0,5	5	290
21	11,2	0,5	5	запасной
22	11,2	-0,5	5	запасной
23	14	0,35	5	70
24	14	-0,35	5	запасной

Сейсмическая коса

Забортная цифровая система приема сейсмических сигналов (сейсмокоса) состоит из набора приемников упругих колебаний – пьезодатчиков, размещенных в специальные шланги (сейсмокосы), которые регистрируют отраженные от геологических границ импульсы, возбужденные пневмоисточниками и передают зарегистрированные сигналы на записывающую аппаратуру, находящуюся на борту судна.

Для приема сейсмических сигналов на геофизическом судне будут использоваться 8 цифровых сейсмических кос Sentinel Solid Streamer компании «SERCEL» (Таблица 2.5). Нейтральную плавучесть косы обеспечивает слой твердого материала (вспененный прессованный полиэтилен), входящий в конструкцию косы.

Таблица 2.5 – Характеристики приемного устройства (сейсмических кос)

Параметры косы	
Тип косы	Sentinel Solid Streamer с версией 2Hz analogue low cut
Количество активных кос	8
Интервал буксировки кос	50 м
Длина активной части косы	4050 м
Количество каналов (групп) на косу	324 на косу
Устройство контроля глубины кос	DigiFin или аналог
Интервал устройств контроля положения косы	300 м максимум
Тип гидрофонов	Sercel Flexible
Интервал группы	12,5 м
Чувствительность группы гидрофонов	19,73 V/Bar
Минимальное удаление (от центра источника до ближайшей трасы)	<170 м (идентичный базовой съемке)
Глубина буксировки кос	7 м, допустимое отклонение +/- 1.0 м

Параметры косы	
Количество и интервал контроллеров заглубления/горизонтального отклонения	14 контроллеров, 300 м интервал, с передним и хвостовым резервированием
Минимальная дистанция захода на профиль	1,5 х активная длина косы

3. СТЕПЕНЬ И ХАРАКТЕР НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Изучение проектной документации (Программа морских геофизических…, 2023), параметров полевых работ и оборудования, показало, что негативное воздействие на водные биоресурсы может быть оказано во время выполнения сейсмоакустического профилирования высокого разрешения с использованием буксируемых массивов пневмоисточников.

В результате работы пневмоисточников негативному воздействию подвергнутся пассивные и малоподвижные организмы зоо– и ихтиопланктона в локальной зоне вокруг массивов пневмоисточников.

В соответствии с опубликованными данными, зоо– и ихтиопланктон могут быть повреждены волнами давления, создаваемыми ПИ, лишь в самой непосредственной близости от них. Степень повреждения всех форм планктона оценивается специалистами как высокая на расстоянии до 1 м от источника акустических импульсов (Векилов и др., 1995). Несмотря на то, что опасность повреждения планктонных организмов акустической волной быстро уменьшается с увеличением расстояния, повреждения организмов фиксируются для отдельных групп гидробионтов на расстоянии до 5–10 м от пневмоисточников. Для большинства групп кормового планктона и икры рыб радиус воздействия ПИ не превышает 5 м, для желетелого планктона, личинок рыб – до 10 м (Методическое пособие…, 2016).

При оценке воздействия пневмоисточников на водную биоту фитопланктон обычно не рассматривается как сильно уязвимый компонент экосистемы, ввиду его высоких темпов размножения, высоких показателей естественной смертности и быстроты восстановления численности, а также значительных сезонных и межгодовых флуктуаций численности и биомассы (Методическое пособие…, 2016). Считается, что фитопланктон более устойчив к внешнему воздействию, чем зоопланктон. Было даже отмечено, что колониальные водоросли после воздействия ПИ, наоборот, начинают более интенсивно развиваться и даже повышают свою численность (Матишов и др., 1999).

Результаты исследований для икры и личинок рыб свидетельствуют о возникновении различных патологических изменений в строении, развитии и выживаемости в радиусе 0,5–10 м от источника сейсмосигнала (Dalen, Knutsen, 1987; Holliday et al., 1987). Летальные последствия для икры, личинок и мальков наблюдаются в непосредственной близости (1–10 м) от пневмопушки при уровнях свыше 200 дБ отн. 1 мкПа (Kosheleva, 1992; McCauley,1994). Однако биомасса ихтиопланктона, гибнущего из-за сейсморазведки, существенно ниже его убыли по естественным причинам и ущерб на популяционном уровне не отражается.

При проведении сейсморазведочных работ с использованием приповерхностных источников сейсмосигнала на открытых морских акваториях с глубинами более 10–15 м, прямое воздействие на бентос практически отсутствует. Опосредованное воздействие на фауну морского дна будет оказано в результате гибели определённого

количества планктонных личинок бентоса, попадающих в зону прямого воздействия источников упругих волн в пределах радиуса воздействия (до 5–10 м).

Последствия сейсмосъемки для ихтиофауны (в том числе для подросшей молоди) могут проявиться как в результате прямого воздействия, приводящего к физическим повреждениям особей и их последующей гибели, так и в виде изменений в поведении, таких как батиметрическое перераспределение, изменение трофического поведения, рассредоточение, удаление от обычных путей миграции. Смертельные воздействия могут наблюдаться на близком расстоянии от импульса, а в отдалении вероятны только поведенческие реакции рыб (Falk, Lawrence, 1973; Weinhold, Weaver, 1982).

Для взрослых рыб, которые находятся в естественной среде, риск получить травму в период сейсмических операций представляется низким, так как рыба может заранее обнаруживать и тем самым активно избегать летальную зону наиболее интенсивных составляющих сейсмических сигналов (Pearson et al., 1992). Поэтому биологический ущерб для рыб от звуков высокого уровня является косвенным (изменения в поведении, распределении и т.п.). Специальные расчеты, показывают, что критическим для рыб следует считать изменение давления порядка 6–10 бар (Векилов, Полонский, 2000). Для применяемых в настоящее время в сейсморазведочных работах ПИ (типа «ПУЛЬС» и «BOLT») такие показатели изменения давления характерны в непосредственной близости от излучателей (на расстоянии менее 0,3–0,5м от источников). Присутствие в этой зоне рыб практически исключено.

В определённых условиях (прибрежные промысловые районы, участки нагула и нереста) сейсмоисследования могут создавать помехи миграционным потокам лососевых рыб, рыболовству, рассеивая скопления рыб и препятствуя работе рыболовных судов (Chapman *et al.*, 1969; Dalen *et al.*, 1987; Патин, 2001). В данном случае необходимо соблюдать рекомендации по оптимизации проведения мероприятий, связанных с разведкой месторождений нефти и газа в море. Главное в этих рекомендациях состоит в необходимости учитывать миграции рыб, сроки и пути дрейфа личинок рыб.

По имеющимся данным воздействие ПИ на пелагических промысловых беспозвоночных прослеживается только на уровне изменения поведения без конкретизации пространственного и временного факторов (Методическое пособие…, 2016).

Сейсмоработы в пределах месторождения Аркутун-Даги будут производиться на участках с глубинами более 25 м, воздействие сейсмоисточников на бентосные сообщества и донных промысловых беспозвоночных не прогнозируется.

В целом, воздействие на сообщества оценивается как незначительное, локальное и кратковременное.

В таблице 3.1 представлены данные по объёму работ с буксируемым оборудованием, которые будут использованы для расчета зон негативного воздействия на водные биоресурсы.

Таблица 3.1 – Исходные данные по объёму работ при выполнении сейсмоисследований 3D в районе месторождения Аркутун-Даги

Наименование	Сроки	Примерная полнократная площадь съемки	Размер бина (ячейки сетки покрытия)	Расчетное кол-во пунктов возбуждения источника (ПВ)*, тыс.шт.
Мобилизация, тестирование оборудования	Конец мая – начало июня 2024 г (11 сут)			10
Выполнение работ на ЛУ Аркутун-Даги	Июнь-октябрь 2024 г., - до 90 дней**	234,4 км^2	6,25 м инлайн и 12,5 м кролайн	190,5*
Мобилизация, тестирование оборудования	Конец мая – начало июня 2026 или 2027 г. (11 сут)			10
Выполнение работ на ЛУ Аркутун-Даги	Июнь-октябрь 2026 или 2027 г. - до 90 дней**	234,4 км^2	6,25 м инлайн и 12,5 м кролайн	190,5*

Примечания:
**Расчетное кол-во ПВ включает работу пневмоисточника во время процедуры «мягкого старта», перестрелы из-за технического брака, а также возможную повторную отработку профилей в объеме 100% из-за перехода на 8 косовую конфигурацию судна (ранее использовалось судно с 12 косами).*
*** Максимальное время отработки профилей за одну съемку ожидается в количестве 90 суток. Работа на профилях в сентябре-октябре может потребоваться в случае непредвиденных поломок оборудования, а также ожидания благоприятных расчетных периодов времени захода на отдельные профили из-за необходимости максимального повторения условий по приливам/отливам и течениям для получения необходимой повторяемости мониторинговой съемки МОГТ 4D.*

Максимальное расчетное количество ПВ для одного года работ составит 200500 ПВ, для всего запланированного объёма работ (за два год) – 401000 ПВ

4. ХАРАКТЕРИСТИКА БИОТЫ

4.1. Фитопланктон

Участок шельфа, расположенный напротив заливов северо-восточного Сахалина является одним из самых богатых фитопланктоном районов у побережья Сахалина и Охотского моря. Данные о высокой биомассе фитопланктона подтверждают представление о высокой продуктивности данного района (Смирнова, 1959; Маркина и др., 1984; Сорокин и др., 1995; Шунтов, 2001; Захарков, 2007).

В районе шельфа напротив заливов северо-восточного Сахалина, как и на других участках шельфа, наблюдается годовой ход развития фитопланктона с тремя сезонными пиками: весной, летом и осенью. Пик весеннего развития фитопланктона в этом районе приходится на май–июнь (Шунтов, 2001). После весеннего годового максимума в развитии фитопланктона, в июле–начале августа, как правило, отмечается бурное «цветение» диатомовых водорослей, как локальными скоплениями, так и обширными участками вдоль всего шельфа. Масштаб летних вспышек и количественное распределение фитопланктона подвержены очень большой межгодовой изменчивости (Шунтов, 2001).

За период исследований в районе месторождения Аркутун-Даги было обнаружено около 280 видов и внутривидовых таксонов микроводорослей, относящихся к семи отделам. По числу видов преобладают водоросли из двух отделов – диатомовых Bacillariophyta и динофитовых Dinophyta, каждый из которых насчитывает до 120 видов и внутривидовых таксонов. Остальные отделы были представлены небольшим количеством видов: сине-зелёные (Cyanophyta) до 12 видов, зелёные (Chlorophyta) – до 8, криптомонадовые (Cryptophyta) – до 7, золотистые (Chrysophyta) – до 5, эвгленовые (Euglenophyta) – до 4 видов, рафидофитовые (Rhodophyta) – 1 вид. Видовой состав фитопланктона наиболее разнообразен в летне-осенний период. Среди диатомовых наиболее богаты видами роды *Chaetoceros*, *Thalassiosira* и *Rhizosolenia*, среди динофитовых – *Protoperidinium*, *Dinophysis* и *Gymnodinium*.

Количество фитопланктона подвержено резким сезонным и межгодовым изменениям. На шельфе северо-восточного Сахалина период вегетации фитопланктона, характеризующийся резкой вспышкой численности микроводорослей в апреле–мае, продолжается до октября–ноября. Сведения о численности и биомассе фитопланктона в районе месторождения Аркутун-Даги по многолетним данным приводятся в таблице 4.1.

Таблица 4.1– Количественные характеристики фитопланктона в районе месторождения Аркутун-Даги (N – численность, B – биомасса)

Год работ	Сезон (месяц)	N, тыс. кл./л	B, мг/м^3	Источник
2000	Весна (июль)	72,8	637,3	Отчет ДВНИГМИ…, 2001
	Лето (август)	167,9	2022,0	Отчет ДВНИГМИ…, 2001
2001	Весна (июль)	1315,7	5285,1	Отчет о выполнении…, 2001

Год работ	Сезон (месяц)	N, тыс. кл./л	B, мг/м^3	Источник
2007	Весна (июль)	315,84	1413,8	Отчет ЭКС…, 2007
2011	Весна (июль)	261,98	613,98	Отчет СахНИРО…, 2012
	Лето (август)	11,424	64,97	Отчет о выполнении..., 2012
2012	Лето (август)	239,9	1179,0	Отчёт по результатам экологического…, 2012
2019	Весна (июль)	45,26	69,12	Отчет ЭКС…, 2019

Сразу после освобождения моря ото льда в мае–июне и последующим прогревом вод наблюдается активная вегетация колониальных неритических видов холодноводного комплекса, к которым относятся *Thalassiosira anguste-lineata, Th. nordenskioeldii, Th. hyalina, Navicula septentrionalis, N. granii.* Численность фитопланктона в этот период может достигать 642 тыс. кл./л, биомасса 5,872 г/м^3. Средняя численность фитопланктона весной составляет 240,25 тыс. кл./л, средняя биомасса 2,303 г/м^3 (Мониторинг метана…, 2002; Захарков и др., 2007).

В июле в различные годы исследований количественные характеристики фитопланктона изменяются в очень широком диапазоне: численность от 8,29 до 4547,6 тыс. кл./л, биомасса – от 23,03 до 9683,7 мг/м^3. Минимальные показатели развития были отмечены в 2000 и 2019 гг. Численность в среднем колебалась от 45,26 до 72,8 тыс. кл./л, биомасса – от 69,12 до 637,3 мг/м^3 (Отчет ДВНИГМИ…, 2001; Экологический мониторинг…, 2019). В июле 2001 г. на данном участке максимальная численность достигала 4,55 млн. кл./л, биомасса – 9,68 г/м^3, составляя в среднем 1,32 млн. кл./л и 5,29 г/м^3, соответственно (Отчет о выполнении…, 2001).

В августе средние значения численности и биомассы изменяются от 11,424 до 239,9 тыс. кл./л и от 64,97 до 2022,0 мг/м^3. Высокие показатели развития были зафиксированы в августе 2000 и 2012 гг., когда максимальные биомассы доходили до 8358 г/м^3 (Отчет ДВНИГМИ…, 2001; Отчёт ЭКС…, 2012).

Летом на всей исследованной акватории доминируют диатомовые водоросли *Actinoptychus senarius, Ditylum brightwellii, Rhizosolenia setigera, Chaetoceros didymus, Ch. pseudocrinitus, Lauderia annulata, Thalassionema nitzschioides, Thalassiosira subtilis, Guinardia delicatula, Bacterosira fragilis, Guinardia delicatula* и криптофитовая *Plagioselmis prolonga*. Также в летнее время активно развиваются и динофитовые *Gymnodinium heterostriatum, Protoperidinium pellucidum, Gyrodinium spirale* (Отчет о выполнении..., 2012; Шевченко, 2013; Экологический мониторинг..., 2014).

Осенью состав доминирующих видов и субдоминантов меняется. Преобладают диатомовые водоросли: *G. delicatula, Skeletonema costatum, Thalassiosira punctigera, Asterionellopsis glacialis, Chaetoceros socialis, Thalassionema nitzschioides и Pseudo-nitzschia pungens.* Численность клеток в сентябре 2010 г. в данном районе колебалась в пределах 1,2–180 тыс. кл./л, составляя в среднем 26,09 тыс.кл./л (Шевченко, 2013).

4.2 Зоопланктон

Участок работ в пределах лицензионного участка Аркутун-Даги расположен в пределах верхней сублиторали (30-50м), что является основополагающим фактором для формирования состава и структуры зоопланктона. Планируемый период работ охватывает два биологических сезона – поздневесенний (июнь–июль) и летний (август–сентябрь). По состоянию и развитию зоопланктона данные сезоны характеризуются как периоды активного размножения и соматического роста голозоопланктона, а также массового размножения бентосных форм, что сказывается на видовом разнообразии. Основное различие между сезонами касается структуры видов вследствие онтогенетических изменений и перераспределения биомассы видов. Количественные показатели довольно схожи и являются наиболее высокими за весь вегетационный период – весной наблюдается высокая биомасса за счёт активного размножения большинства видов планктона, летом – за счёт увеличения индивидуального веса планктёров и размножения донных форм, имеющих пелагическую личинку.

Наиболее современные исследования данного района относятся к 2011, 2014 и 2019 гг. (Отчет о выполнении…, 2012; Оценка воздействия…, 2019).

Участок работ в пределах Аркутун-Даги представлен смешанным комплексом видов.

В июле 2011 г. в результате исследования в районе лицензионного участка Аркутун-Даги было обнаружено 32 формы зоопланктона, к которому, помимо голопланктических форм, отнесены планктонные личинки некоторых групп бентосных и нектобентических животных, многочисленные в морском прибрежье. Все обнаруженные организмы являются типичными представителями прибрежных вод северо-востока Сахалина (Отчет о выполнении…, 2012).

В верхнем десятиметровом слое доминировали кладоцеры *Evadne nordmanni* и велигеры двустворчатых моллюсков, формируя 17,6% и 12,0% общей биомассы сообщества соответственно. В целом, как по численности (52,4% от общей), так и по биомассе (43,9% от общей) в верхнем слое преобладали копеподы. Нижний горизонт характеризовался доминированием молоди копепод *C. glacialis* (41,3% общей биомассы сообщества) и *Centropages abdominalis* (18,6%), а также представителей щетинкочелюстных – *Parasagitta elegans* (13,2%). Как и в верхнем слое, здесь и по численности и по биомассе преобладали копеподы (41,1% и 71,9%). Средние количественные характеристики зоопланктона в тотальном слое составили 12388 экз./м^3 и 470,163 мг/м^3.

Позже, исследования зоопланктона были проведены в августе 2012 г. и сентябре–октябре 2014 г. (Отчет ЭКС..., 2012; Отчет ЭКС..., 2015).

В августе 2012 г. видовой состав включал 39 видов из 14 крупных фаунистических групп уровня тип/отряд, из них 9 групп морских голопланктонных беспозвоночных и 5 групп меропланктонных форм. Численность составила 18437 экз./м^3, а биомасса 813,742 мг/м^3.

Зоопланктон имел выраженный рачковый тип с преобладанием по численности и биомассе веслоногих раков (Copepoda) (Отчет ЭКС..., 2012).

Сообщество зоопланктона в районе платформы Беркут в сентябре–октябре 2014 г. состояло из 41 вида планктонных организмов, относящийся к 15 фаунистическим группам (Отчет ЭКС..., 2015). Структуру сообщества определяли две группы пелагических беспозвоночных веслоногие раки (Copepoda) и крылоногие моллюски (Pteropoda), формировавшие более 80% от общей биомассы зоопланктона. Общая численность составляла 16989 экз./м^3, а биомасса – 815,406 мг/м^3 (Отчет ЭКС..., 2015; Оценка воздействия…, 2019).

Весной 2019 г. (июнь) общий видовой состав зоопланктона включал 59 видов и не идентифицированных таксонов из 14 крупных фаунистических групп уровня тип/отряд. На период съемки основу количественных показателей зоопланктона формировали 4 группы – копеподы, полихеты, щетинкочелюстные и эвфаузииды с абсолютным доминированием Copepoda. В целом, отмечалось преобладание средней и мелкой фракций, представленных массовыми широко распространенными видами голопланктона и личинками донных беспозвоночных.

Структуру видов определяли 27 доминирующих и характерных вида, среди которых можно отметить Spionidae indet., larva, *Calanus glacialis, Parasagitta elegans,* Euphausiacea indet., ova, Euphausiacea indet., larvae, *Neocalanus plumchrus,* Calanidae indet., juv.

Средняя численность зоопланктона в июне 2019 г. составила 17006 экз./м^3. Биомасса в период съемки изменялась в пределах 180–1858 мг/м^3 и в среднем составила 507,210 мг/м^3.

Для расчета ущерба приняты во внимание результаты исследований актуальных лет 2011–2019 гг. (таблица 4.2). Кормовая часть зоопланктона составила в среднем 76,5%, изменяясь по годам от 67 до 79% от общей биомассы. Для этой части сообщества будут рассчитаны потери рыбопродукции.

Таблица 4.2 – Фаунистическая структура зоопланктона в районе Аркутун-Даги за период исследований 2011–2019 гг. и значимость групп по биомассе (B, мг/м^3)

Группа	Июль 2011	Август 2011	Август 2014	Июнь 2019	Средне-многолетняя
Amphipoda	0	0	0	5,624	1,406
Bivalvia	6,992	0	6,568	16,221	7,44525
Chaetognatha	10,7465	42,763	17,647	36,4125	26,89225
Cirripedia	0,048	0,048	19,939	0,7675	5,200625
Cladocera	4,3285	3,345	47,8745	75,148	32,674
Copepoda	58,769	101,6455	943,5	260,3625	341,0693
Ctenophora	0,836	0,9695	13,7645	0	3,8925
Decapoda	0	0	12,0405	7,4025	4,86075
Echinodermata	0	0	12,939	0,0355	3,243625
Euphausiacea	0	0,357	0,357	54,6875	13,85038
Gastropoda	0	8,7445	69,354	1,211	19,82738

Группа	Июль 2011	Август 2011	Август 2014	Июнь 2019	Средне-многолетняя
Hydrozoa	0	0	81,5045	9,6355	22,785
Polychaeta	2,8645	0,2025	14,99	77,011	23,767
Protozoa	0	0	0	0,006	0,0015
Rotifera	0	0	35,2445	0,1835	8,857
Tintinnidae	0	0	0,125	0	0,03125
Tunicata	4,054	2,3705	0,125	6,0695	3,15475
Всего, мг/м^3	88,6385	160,4455	1275,973	550,7775	518,9585
Кормовая часть, мг/м^3	67,1515	107,718	1003,897	409,294	397,0151

4.3 Ихтиопланктон

В период с 2014 по 2020 гг. в районе планируемых работ отмечены икра и личинки 16 видов рыб из шести семейств – корюшковых Osmeridae, тресковых Gadidae, рогатковых Cottidae, липаровых Liparidae, песчанковых Ammodytidae, камбаловых Pleuronectidae (таблица 4.3) (Исследования особенностей…, 2014; Отчет о результатах…, 2015, 2017; Проведение экспедиционных…, 2018; Экологический мониторинг…, 2019; Результаты научных исследований…, 2020).

Таблица 4.3 – Видовой состав и численность ихтиопланктона в районе месторождения Арктун-Даги в июне–сентябре

Видовой состав	Фаза развития	Численность, экз./м^3				
		Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Средняя
Сем. Osmeridae						
Hypomesus japonicus (Brevoort, 1856) – морская малоротая корюшка	Личинки	0	0	0,008	0	0,002
Mallotus villosus (Müller, 1776) - мойва	Личинки	0	0	0,046	0	0,012
Сем. Gadidae						
Eleginus gracilis (Tilesius, 1810) - навага	Личинки	0,008	0	0	0	0,002
Gadus chalcogrammus Pallas, 1814 - минтай	Икра	2,526	0,102	0,03	0,033	0,673
	Личинки	0,025	0	0	0	0,006
Сем. Cottidae						
Cottidae gen.sp.	Личинки	0,004	0	0	0	0,001
Enophrys diceraus (Pallas, 1787) – двурогий бычок	Личинки	0	0,019	0	0	0,005
Megalocottus platycephalus (Pallas, 1814) –дальневосточная широколобка	Личинки	0,005	0	0	0	0,001
Сем. Liparidae						
Liparis latifrons Schmidt, 1950 – продольно-полосатый липарис	Личинки	0,014	0	0	0	0,003
Liparis ochotensis Schmidt, 1904 – охотский липарис	Личинки	0,002	0	0	0	0,0004
Сем. Ammodytidae						
Ammodytes hexapterus Pallas, 1814 – тихоокеанская песчанка	Личинки	0,082	0,069	0	0	0,038
Сем. Pleuronectidae						

Видовой состав	Фаза развития	Численность, экз./м^3				
		Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Средняя
Сем. Osmeridae						
Hippoglossoides robustus Gill & Townsend, 1897 – северная палтусовидная камбала	Икра	0,739	0	0	0	0,185
Limanda aspera (Pallas, 1814) – желтоперая камбала	Икра	0,623	2,30	0,224	0	0,787
	Личинки	0	0,143	0	0	0,036
Limanda proboscidea (Gilbert, 1896) – хоботная камбала	Икра	0,101	0	0,014	0	0,029
	Личинки	0	0,069	0	0	0,017
Limanda sakhalinensis Hubbs, 1915 – сахалинская камбала	Икра	0,212	0,143	0	0	0,089
	Личинки	0	0,019	0	0	0,005
Platichthys stellatus (Pallas, 1787) – звездчатая камбала	Икра	0,345	0	0	0	0,086
Pleuronectes quadrituberculatus Pallas, 1814 – желтобрюхая камбала	Икра	0,017	0	0	0	0,004
	Личинки	0	0,019	0	0	0,005
Итого		4,70	2,88	0,32	0,03	1,99
Всего видов		13	7	5	1	16

В теплый период года наибольшим числом видов были представлены камбаловые Pleuronectidae, что характерно для присахалинских акваторий. В районе месторождения Арктун-Даги на их долю приходилось 38% от общего числа таксонов видового уровня. Четыре вида из семи – желтоперая *Limanda aspera*, хоботная *L. proboscidea*, сахалинская *L. sakhalinensis* и желтобрюхая *Pleuronectes quadrituberculatus* камбалы, были представлены как икрой, так и личинками, остальные виды камбал – северная палтусовидная *Hippoglossoides robustus* и звездчатая *Platichthys stellatus*, только икрой.

Динамика численности ихтиопланктона была типичной для вод северо-восточного Сахалина. Наибольшие концентрации и видовое разнообразие приходилось на период гидрологической весны – июнь–июль. Максимум – 4,7 экз./м^3, был отмечен в июне. В июле данная величина оставалась достаточно высокой – 2,9 экз./м^3. В последующие месяцы наблюдалось значительное снижение концентраций – до 0,3 экз./м^3 в августе и до 0,03 экз./м^3 в сентябре.

К наиболее массовым формам относились икра минтая, северной палтусовидной и желтоперой камбал, периодически личинки мойвы *Mallotus villosus* во время увеличения численности этого короткоциклового вида, наблюдающегося, в том числе, в последние годы (Великанов, 2018, Состояние промысловых…, 2021, 2022). Икра минтая обычно доминировала в июне. В среднем за период с 2014 по 2020 гг. ее доля в июньском ихтиопланктоне составила около 54%. С учетом длительного нерестового периода минтая в водах северо-восточного Сахалина (с мая по октябрь, а иногда и ноябрь) (Шунтов и др., 1993; Зверькова, 2003), доминирование икры минтая могло наблюдаться и в другие месяцы, что зависело от условий переноса ихтиопланктона, интенсивности нереста других видов рыб, в основном, камбал и еще ряда факторов. Так, на фоне падения видового разнообразия икра минтая становилась абсолютным доминантом и в сентябре.

В последние годы отметить существенные перестройки в структуре ихтиопланктонного комплекса. Если 10 лет назад (2014, 2015 гг.) в июне 67–74% суммарной численности приходилось на долю икры минтая, то в последние 5 лет (2018, 2020 гг.) вклад икры минтая снизился до 38–42%. Средняя концентрация икры минтая в этот период уменьшилась с 2,7–3,6 экз./м^3 до 1,6 –2,4 экз./м^3. Одновременно значительно увеличилась численность икры камбал рода *Limanda*: суммарно с 4,9–5,2% до 22–50% и с 0,2–0,25 экз./м^3 до 1,2–2,1 экз./м^3. Существенные вариации численности были отмечены для икры звездчатой камбалы – от полного отсутсвия в уловах до 14% и от 0,01 до 0,82 экз./м^3. В течение всего периода с 2014 по 2020 гг. относительно стабильную численность имела икра северной палтусовидной камбалы – 10–22%. В 2014–2015 гг. средняя численность икры составляла и 0,4–0,8 экз./м^3, в 2018–2020 гг. – 0,4–1,2 экз./м^3 (Исследования особенностей…, 2014; Отчет о результатах…, 2015, 2017; Проведение экспедиционных…, 2018; Результаты научных исследований…, 2020).

В силу отсутствия регулярных исследований у побережья северо-восточного Сахалина, объяснить данные изменения не представляется возможным. Наиболее вероятно, что они носят естественный характер и могут быть вызваны климатическими изменениями, влияющими на сроки икрометания видов, пространственную локализацию нерестящихся особей и, соответственно, на распределение их икры и личинок.

В июле–августе наибольший вклад в численность (70–80% от суммарной величины) вносила икра желтоперой камбалы – почти 70%). В июле состав ихтиопланктона сокращался до семи видов (Экологический мониторинг…, 2019). Результативными были уловы на всех станциях. Численность ихтиопланктона варьировалась от 0,9 до 4.4 экз./м^3. Около 80% суммарной численности ихтиопланктона формировала икра желтоперой камбалы. Значительная доля икры (61%), находилось на I стадии развития, что свидетельствовало об интенсивном нересте данного вида.

В августе в составе ихтиопланктона оставалось икра трех видов рыб – минтая, желтоперой и хоботной камбал. В сентябре в уловах были отмечены только единичные икринки минтая.

Для оценки воздействия планируемых работ на ихтиопланктон в расчеты взяты данные по средней численности икры и личинок промысловых видов рыб в 2014–2020 гг., (Исследования особенностей…, 2014; Отчет о результатах…, 2015, 2017; Проведение экспедиционных…, 2018; Экологический мониторинг…, 2019; Результаты научных исследований…, 2020).

В расчетах использованы коэффициенты возврата ($К_1$), приводимые в «Методике исчисления…, 2020» (Приказ Минсельхоза России от 31.03.2020 № 167). При их отсутствии применялись коэффициенты для близких по биологии видов. Данные по среднему весу и возрасту рыб в промысловом возврате взяты из результатов промысловой статистики, фондов Сахалинского филиала ФГБНУ «ВНИРО»,

справочников и статей (Фадеев, 2005; Чучукало, 2006; Соколовский и др., 2009, 2011; Юсупов, 2013; Юсупов и др., 2020). Исходная информация для расчетов приведена ниже (таблица 4.4)

Таблица 4.4 – Исходные данные для расчета ущерба по ихтиопланктону

Видовой состав	Фаза развития	N, экз./м^3	K_1, %	p, кг	i, годы
Hypomesus japonicus (Brevoort, 1856) – морская малоротая корюшка	Личинки	0,002	0,014	0,038	2
Mallotus villosus (Müller, 1776) - мойва	Личинки	0,012	0,07	0,028	2
Eleginus gracilis (Tilesius, 1810) - навага	Личинки	0,002	0,1058	0,222	1
Gadus chalcogrammus Pallas, 1814 - минтай	Икра	0,673	0,0013	0,615	6
	Личинки	0,006	0,026	0,615	6
Cottidae gen.sp.	Личинки	0,001	0,01	0,150	3
Enophrys diceraus (Pallas, 1787) – двурогий бычок	Личинки	0,005	0,01	0,208	3
Megalocottus platycephalus (Pallas, 1814) – дальневосточная широколобка	Личинки	0,001	0,01	0,550	3
Ammodytes hexapterus Pallas, 1814 – тихоокеанская песчанка	Личинки	0,038	0,1058	0,030	1
Hippoglossoides robustus Gill & Townsend, 1897 – северная палтусовидная камбала	Икра	0,185	0,0009	0,338	4
Limanda aspera (Pallas, 1814) – желтоперая камбала	Икра	0,787	0,0017	0,411	5
	Личинки	0,036	0,013	0,411	5
Limanda proboscidea (Gilbert, 1896) – хоботная камбала	Икра	0,029	0,0017	0,120	5
	Личинки	0,017	0,011	0,120	5
Limanda sakhalinensis Hubbs, 1915 – сахалинская камбала	Икра	0,089	0,00069	0,120	4
	Личинки	0,005	0,0013	0,120	4
Platichthys stellatus (Pallas, 1787) – звездчатая камбала	Икра	0,086	0,0031	0,971	6
Pleuronectes quadrituberculatus Pallas, 1814 – желтобрюхая камбала	Икра	0,004	0,0009	0,895	5
	Личинки	0,005	0,07	0,895	5

В районе месторождения Аркутун-Даги в составе ихтиопланктона отмечены икра и личинки 16 видов рыб из шести семейств – корюшковых, тресковых, рогатковых, липаровых, песчанковых, камбаловых. Наибольшие число видов (7–13) и концентрации ихтиопланктона (2,9–4,7 экз./м^3) приходятся на гидрологическую весну (июнь–июль) с максимумом всех показателей в июне. В августе–сентябре видовой состав сокращается до одного–трех таксонов, средняя численность – до 0,03–0,3 экз./м^3. Минимальные показатели приходятся на сентябрь – период завершения нереста большинства видов рыб. Наиболее значима данная акватория для раннего развития минтая в июне и желтоперой камбалы в июле – августе.

4.4. Бентос

Наиболее полное описание макробентоса лицензионного участка Аркутун-Даги в пределах интересующих изобат 30–50 м в летний период выполнено по данным экспедиции СахНИРО в 2014 г. (Оценка воздействия…, 2019) и на участке расположения трассы промыслового трубопровода от платформы «Беркут» до БП

«Чайво» месторождения Аркутун-Даги по данным в 2019 г. (Экологический мониторинг…, 2019).

По данным 2014 г. большую часть месторождения Аркутун-Даги занимает основное для шельфа северо-восточного Сахалина донное сообщество *Echinarachnius parma*. Данное сообщество в обследованной акватории встречается на изобатах 19–84 м. В состав сообщества входят 112 видов с общей плотностью 828±128 экз./м² и биомассой 293,6±33,2 г/м² (таблица 4.5). Как и в целом для участка, в нем основу видового списка формируют ракообразные (42 вида), моллюски (22 вида) и многощетинковые черви (36 видов). Основу плотности создают ракообразные (68,7%: бокоплавы – 62,8%) и многощетинковые черви (24,9%), а основу биомассы – морские ежи (90,3%).

Превалирующим видом данного сообщества являются плоские морские ежи *Echinarachnius parma*, вклад которых в общую биомассу бентоса составил 90,3%, при значимой роли двустворчатых моллюсков *Serripes groenlandicus*, актиний *Epiactis arctica* и *Halcampoides purpureus* (совместная доля от общей биомассы – 4,3%. Ядро данного сообщества формируют 24 вида бентоса, вклад которых в общую плотность составляет 66,3%, в общую биомассу – 98,9%.

Таблица 4.5 – Количественные характеристики бентоса в сообществе *Echinarachnius parma* в районе месторождения Аркутун-Даги, июль 2014 г.

Группа	Количество видов	Численность		Биомасса	
		экз./м²	%	г/м²	%
Echinoidea	1	21	2,5	265,264	90,3
Bivalvia	15	16	1,9	8,851	3,0
Anthozoa	3	7	0,8	7,182	2,4
Polychaeta	36	207	24,9	3,695	1,3
Pisces	1	1	0,1	2,428	0,8
Decapoda	2	1	0,1	1,705	0,6
Holothurioidea	1	1	0,1	1,683	0,6
Amphipoda	33	521	62,8	1,303	0,4
Gastropoda	7	3	0,4	1,022	0,3
Bryozoa	4	–	–	0,278	0,1
Nemertea	1	2	0,2	0,107	0,04
Isopoda	1	1	0,1	0,059	0,02
Mysidacea	1	8	0,9	0,030	0,01
Cumacea	3	33	4,0	0,029	0,01
Foraminifera	1	0.3	0,03	0,002	0,001
Ostracoda	1	6	0,7	0,001	0,0003
Pycnogonida	1	0.3	0,03	0,000	0,0001
Всего	112	828	100,0	293,639	100,0

По данным 2019 г. на трассе промыслового трубопровода от платформы «Беркут» до БП «Чайво» месторождения Аркутун-Даги по результатам бентической сьемки в июле 2019г. на глубинах 9–37 м отмечено 113 видов данных гидробионтов (таблица 4.6). Основу видового состава формируют три группы беспозвоночных: ракообразные (44 вида, из них 31 – амфиподы), моллюски в целом (33 вида) и

многощетинковые черви (30 видов). Основу плотности поселения бентоса формировали ракообразные (83,0%): кумовые раки (54,1%) и бокоплавы (28,2%). Основной вклад в общую биомассу бентоса характеризует морских ежей (75,2%) и двустворчатых моллюсков (17,3%).

Таблица 4.6 – Количественные характеристики бентоса на трассе промыслового трубопровода от платформы «Беркут» до БП «Чайво» месторождения Аркутун-Даги, июль 2019 г.

Группа	Количество видов	Численность		Биомасса	
		экз./м²	%	г/м²	%
Echinoidea	1	47	3,5	452,803	75,2
Bivalvia	18	25	1,9	104,008	17,3
Anthozoa	1	11	0,9	2,054	0,3
Polychaeta	30	62	4,6	5,897	1,0
Tunicata	1	77	5,7	15,982	2,7
Decapoda	4	1	0,1	0,790	0,1
Amphipoda	31	377	28,2	7,149	1,2
Gastropoda	15	2	0,1	7,094	1,2
Cumacea	4	723	54,1	3,813	0,6
Isopoda	2	7	0,5	1,025	0,2
Cirripedia	1	0.3	0,02	0,159	0,03
Nemertea	1	3	0,2	1,157	0,2
Mysida	1	1	0,05	0,023	0,004
Pycnogonida	1	0.1	0,005	0,001	0,0002
Nematoda	1	0.1	0,01	0,001	0,0001
Hirudinea	1	0.1	0,005	0,0003	0,00004
Всего	113	1336	100,0	601,956	100,0

Доминирующим видом бентоса на обследованной акватории были плоские морские ежи *Echinarachnius parma* (75,2% общей биомассы), которые были представлены в массе на глубинах 25–37 м. Значимыми видами в структуре бентоса являются также двустворчатые моллюски *Astarte borealis* (3,8% общей биомассы). В целом интегральные характеристики макрозообентоса составляют 1336±243 экз./м² и 602±82 г/м². Ядро донного сообщества формируют 28 видов, совместная биомасса которых составляет 98,6% от общей.

На самом мористом разрезе (глубина 32–37 м) отмечено 65 видов донных гидробионтов (таблица 4.7). Основу видового списка, как и на остальных разрезах, формировали ракообразные – 22 вида (из них 17 видов – разноногие раки) и полихеты (23 вида). Ракообразные же имели наибольший вклад в общую численность (93,5%: кумовые раки – 77,3%). Наиболее значимой по биомассе группой были морские ежи *Echinarachnius parma* формировали 88,3% общей биомассы. Субдоминантами являлись двустворчатые моллюски *Astarte borealis* и бокоплавы *Anonyx pacificus* (совместно: 15,9% общей биомассы).

Таблица 4.7 – Количественные характеристики бентоса на трассе промыслового трубопровода от платформы «Беркут» до БП «Чайво» месторождения Аркутун-Даги, на глубине 32–37 м

Группа	Количество видов	Численность		Биомасса	
		экз./м²	%	г/м²	%
Echinoidea	1	127	3,4	1196,027	88,3
Bivalvia	8	23	0,6	109,859	8,1
Anthozoa	1	47	1,2	8,556	0,6
Polychaeta	23	45	1,2	4,106	0,3
Tunicata	1	1	0,04	0,028	0,002
Decapoda	1	1	0,01	0,017	0,001
Amphipoda	17	610	16,2	18,323	1,4
Gastropoda	8	3	0,1	4,895	0,4
Cumacea	3	2914	77,3	13,358	1,0
Isopoda	1	0.3	0,01	0,022	0,002
Nematoda	1	1	0,01	0,003	0,0003
Всего	65	3772	100,0	1355,195	100,0

4.5 Ихтиофауна

В шельфовых водах северо-восточного Сахалина, встречается около 150 донных видов рыб (Борец, 1997), а также несколько десятков придонно-пелагических и пелагических видов. В структуре рыбных ресурсов Восточно-Сахалинской подзоны доля пелагических рыб составляет 7,7% общей ихтиомассы (Великанов, 2002). Наибольшим видовым разнообразием в ихтиофауне восточного Сахалина отличаются семейства бельдюговых Zoarcidae, камбаловых Pleuronectidae, липаровых (морских слизней) Liparidae и рогатковых Cottidae (Зверькова, Пушникова, 1996; Ким, Шепелева, 2001). У восточного Сахалина среди демерсальных видов рыб наибольший вклад в суммарную ихтиомассу вносят семейства тресковых Gadidae, камбаловых, рогатковых, бельдюговых (Ким, 2014).

В пределах участка месторождения Аркутун-Даги при выполнении научных траловых съемок в отдельные годы отмечается 15–18 различных промысловых и потенциально промысловых видов рыб, но заметный вклад в совокупную ихтиомассу вносят единичные виды (таблица 4.8).

Ниже дана краткая характеристика промысловых рыб в порядке упоминания в вышеприведенной таблице.

Таблица 4.8 – Средние показатели плотности скоплений (г/м^2) морских рыб в районе месторождения Аркутун-Даги по данным траловых съемок

Вид	Август 2012	Август-октябрь 2019	Октябрь-ноябрь 2021
Bathyraja parmifera (Bean, 1881)	0,029	0,358	0,287
Clupea pallasii Valenciennes, 1847	0,881	0,032	2,582
Osmerus dentex Steindachner & Kner, 1870			0,025
Mallotus villosus (Müller, 1776)	0,019	0,137	0,024
Eleginus gracilis (Tilesius, 1810)	0,003	3,970	12,295
Gadus chalcogrammus Pallas, 1814	6,327	11,234	76,507
Gadus macrocephalus Tilesius, 1810	0,001	0,048	0,046

Вид	Август 2012	Август-октябрь 2019	Октябрь-ноябрь 2021
Gymnocanthus detrisus Gilbert & Burke, 1912		0,126	0,013
Hemilepidotus papilio (Bean, 1880)	0,0003	0,022	
Myoxocephalus jaok (Cuvier, 1829)	0,067	0,493	0,391
Myoxocephalus polyacanthocephalus (Pallas, 1814)	0,048	0,440	0,160
Arctoscopus japonicus (Steindachner, 1881)	0,030		
Ammodytes hexapterus Pallas, 1814		0,026	0,002
Glyptocephalus stelleri (Schmidt, 1904)	0,012	0,084	0,181
Hippoglossoides robustus Gill & Townsend, 1897		0,154	
Limanda aspera (Pallas, 1814)	0,094	2,002	18,574
Limanda proboscidea Gilbert, 1896	0,010	0,191	0,503
Limanda sakhalinensis Hubbs, 1915		0,187	0,007
Platichthys stellatus (Pallas, 1787)	2,681	3,051	15,869
Pleuronectes quadrituberculatus Pallas, 1814	0,072	0,806	0,581

Щитоносный скат *Bathyraja parmifera*. В целом по Охотскому морю на долю щитоносного ската приходится около половины биомассы всех видов скатов (Долганов, 1999). Максимальная отмеченная длина щитоносного ската – 129 см, масса – более 18 кг. Половой зрелости самцы достигают при длине 80-92 см, в возрасте 7–9 лет, самки – 81–95 см, в 8–10 лет (Долганов, 1998 а). Размножение происходит круглогодично. Самки откладывают на дно яйца, заключенные в крупные роговые капсулы (длина 120–150 мм, ширина 90–96 мм). В каждой капсуле развивается один эмбрион. Скаты употребляют в пищу различных ракообразных (креветок, гаммарид, эвфаузиид, мизид), кальмаров и рыб. В теплый период года (в июле-августе) щитоносный скат концентрируется на глубинах 120–340 м, хотя может встречаться и на глубинах менее 20 м. В октябре, по мере охлаждения вод, отходит на глубины 260–450 м. В январе–феврале скаты держатся преимущественно в пределах глубин 400–600 м (Долганов, 1998 б).

Сельдь *Clupea pallasii*. В пределах шельфа Охотского моря сельдь входит в комплекс руководящих видов доминант+субдоминант (минтай+сельдь) (Иванов, Шунтов, 2022). В весенне-летне-осенний период у восточного Сахалина обитают две группы сельдей – местная сельдь (восточно-сахалинская) и мигранты (сахалино-хоккайдская, охотская, Гижигинская, зал. Петра Великого, зал. Терпения) (Андреев, 1968; Рыбникова, Пушникова, 1991; Ившина, 2022; Ившина, Мухаметов, в печати). В зимний период у северо-восточного побережья Сахалина обитает только местная сельдь, образуя скопления на шельфовых и присваловых участках над слоем температурного скачка. Сельдь достигает половой зрелости в возрасте 3 года, в массе – в 4–6 лет (Фадеев, 2005). Весной в конце мая сельдь мигрирует в заливы, где нерестится до середины июня. После нереста сельдь смещается на шельф, где интенсивно откармливается в течение лета и осени.

Зубастая корюшка *Osmerus dentex*. Зубастая корюшка западной части Тихого океана ведет исключительно проходной образ жизни: ее нагул происходит в море, а нерест и эмбриогенез – в реках (Щукина, 1999). Являясь проходным видом, она

нерестится в низовьях рек (май–июнь), впадающих в лагуны Ныйский, Чайво и Пильтун и затем откочевывает в морское прибрежье (Гриценко, 2002) не совершая, по-видимому, протяженных миграций. В летние месяцы корюшка держится на хорошо прогреваемом мелководье, на глубинах до 40 м, при этом значительная ее часть концентрируется в заливах-лагунах. В осенний период локальные скопления высокой плотности встречаются в мористых участках шельфа на глубинах до 100 м. Зимовка происходит, как в типично морских условиях, так и в заливах (Гриценко, 2002).

Мойва *Mallotus villosus*. Жизненный цикл мойвы связан с прибрежной зоной, где происходит ее нерест, и более открытыми районами моря, где рыба нагуливается зимой (Великанов, 2018). Весной, когда температура воды в прибрежье достигает устойчивых положительных значений, мойва, устремляясь к берегам для размножения, концентрируется на относительно ограниченной акватории мелководной части шельфа, преимущественно до глубины 50 м (Великанов, 1979). Нерест мойвы у северо-восточного Сахалина происходит в июне-июле. Участки нерестилищ располагаются только севернее 51°40 с.ш. (Великанов, 1990) Икрометание происходит в приливно-отливной зоне на гравийно-песчаных грунтах. После выклева личинки некоторое время находятся в нерестовом субстрате, большую роль при вымывании их из грунта играет ветровой режим (Великанов, 1988). Половозрелой мойва становиться в возрасте 3–4 лет. Самки начинают созревать в возрасте 3–х лет, массовая половая зрелость наступает у самок в 4 года (Малкин, Чуриков, 1972). Естественный предельный возраст мойвы достигает шести, иногда семи полных лет (Великанов, 1986; Датский, 2017).

Навага *Eleginus gracilis*. Образует скопления на довольно ограниченных участках в северной, центральной и южной частях шельфа северо-восточного Сахалина на глубинах менее 50 м. На остальной акватории навага встречается редко. Такая неравномерность распределения вида не случайная. На северо-востоке Сахалина жизненный цикл наваги тесно связан с заливами, в которых она нерестится и проходит ранние стадии развития (Сафронов, 1986). Нерест происходит зимой в конце января – начале февраля. Весной с прогревом прибрежных вод она выходит в море, концентрируясь в приустьевых участках лагун. Предельная длина тела наваги популяции северо-восточного Сахалина достигает 54 см. Основу нерестовой части составляют особи длиной 20–25 см, в возрасте 2–4 лет. Половое созревание наступает на втором году жизни, в массе навага созревает в возрасте 2–3 года. (Сафронов, 1986; Сергеева, Варкентин, 2022).

Минтай *Gadus chalcogrammus*. Основу ихтиомассы на шельфе северо-восточного побережья Сахалина (включая район месторождения Аркутун-Даги) формирует минтай (Ким, 2014; Великанов, 2021). Скопления минтая в придонных слоях встречаются вдоль всего шельфа восточного Сахалина на глубинах от 20 до 500 м при широком диапазоне придонной температуры. Глубины менее 30 м являются районом концентрации молоди данного вида. Массовая половая зрелость минтая наблюдается при достижении длины рыб 36–39 см, в возрасте около 6 лет. Единичные зрелые экземпляры могут быть обнаружены среди рыб длиной 27–29 см в возрасте 3

года, а полностью половозрелым он становится при длине 40–54 см (Фадеев, Раклистова, 2003). Основные скопления минтая в период размножения, в июне–июле, распределяются в прибрежной зоне с глубинами 22−70 м (Ким, 2014; Ким и др., 2017).

Треска *Gadus macrocephalus*. У северо-восточного Сахалина данный вид малочислен, и присутствие в районе связано с высокой миграционной активностью рыб, перемещающихся из смежных регионов Охотского моря. Нерестилищ трески у восточного побережья также не обнаружено. Тем не менее, данный вид периодически встречается в уловах, при этом имеющиеся данные свидетельствуют о присутствии в районе двух группировок особей: быстрорастущих и тугорослых. Первые, скорее всего, связаны с мигрирующими рыбами от западного побережья Сахалина и северного Хоккайдо, а вторые – с треской района Шантарских островов из северо-западной части Охотского моря (Ким, 2016). В уловах обычно присутствуют рыбы длиной 30–85 см, в возрасте от 3 до 9 лет. Доля тугорослых особей, по материалам 2013 г., составляла 12% (Ким, 2016).

Широколобый шлемоносец *Gymnocanthus detrisus*. Довольно многочисленный вид семейства рогатковых. Достигает длины 42 см, массы 800 г. Летом концентрируется на глубинах 50–200 м, зимой смещается глубже, в интервал глубин 100–300 м. Достигает половой зрелости на 3–4 году жизни при длине 18–22 см (Фадеев, 2005). Максимальный возраст, отмеченный для широколобого шлемоносца в водах Приморья составляет 15 лет (Панченко, 2012), в прикамчатских водах – 17 лет (Токранов, 2021).

Бычок-бабочка *Hemilepidotus papilio*. Это один из доминирующих видов семейства рогатковые Cottidae в районе северо-восточного побережья Сахалина (Пометеев, 2007; Ким Сен Ток, 2014). Достигает длины 42 см, массы 960 г (Токранов, 2014). Бычок-бабочка встречается на шельфе вдоль всего побережья на глубинах от 10 до 350 м при температуре воды у дна от -1,6 до более 10ºС. Основная масса рыб придерживается положительных температур, образуя скопления на глубинах 40 60 м.

Керчак-яок *Myoxocephalus jaok*, многоиглый керчак *Myoxocephalus polyacanthocephalus*. В районе месторождения Аркутун-Даги эти два вида имеют наибольшую биомассу среди представителей семейства Cottidae. Максимальная длина керчака-яока достигает 74 см, многоиглого – 80 см. Они широко распространены вдоль всего северо-восточного Сахалина на глубинах до 200 м. В теплый период года, когда происходит интенсивный нагул, керчаки держатся в прибрежье, на глубинах менее 50 м, а нерестятся в январе, на глубинах 100–200 м (Токранов, 1981). Зимовка керчаков происходит в районах нереста, возможно на несколько больших глубинах. В апреле керчаки начинают смещаться с мест зимовки в сторону мелководья, и уже в мае основная их масса концентрируется на глубинах менее 50 м. Половой зрелости керчаки достигают в возрасте 5–7 лет.

Японский волосозуб *Arctoscopus japonicas*. Достигает длины 24 см, массы 114 г, возраста 6 лет. Половая зрелость наступает на 2–3 году жизни (Фадеев, 2005). В российских водах промыслом не осваивается. Это придонный вид, обитающий на

глубинах от 2 до 550 м (Фадеев, 2005), в летнее время рыбы старших возрастов придерживаются глубин 40–60 м (Панченко, Антоненко, 2021). У восточного Сахалина, по результатам исследований 1994-1995 гг. (Ширманкина, 1996), японский волосозуб вылавливался в диапазоне глубин от 9 до 49 м, основная масса рыб держалась в прибрежной зоне на глубине до 25 м при температуре 5-10°С, максимальный улов не превышал 2000 экз. на получасовое траление. Основные скопления преднерестовых и нерестовых особей отмечены в распресненных местах (Колпаков, 1999).

Песчанка *Ammodytes hexapterus*. У северо-восточного Сахалина встречается повсеместно, избегая распресненных вод заливов лагунного типа. Распределение, как правило, совпадает с распространением в прибрежье песчаных, ракушечных и галечных грунтов. Скопления вида формируются в период нагула на высокопродуктивных участках, обычно приуроченных к фронтальным зонам. Обитает на глубинах 12–170 м, предпочитая глубины 30–50 м. Максимальная длина рыб у северо-восточного Сахалина составляет 23 см (Ким, Ким, 2012).

Длинная камбала *Glyptocephalus stelleri*. Распространена по всему шельфу Охотского моря, у северо-восточного Сахалина доля длинной камбалы, по биомассе, может составлять до 22% всех камбал. Это сравнительно крупный вид, может достигать длины до 52 см и массы до 1,5 кг. Зимой она в основном сосредоточена в диапазоне 200-500 м, хотя отдельные особи могут встречаться ближе к берегам при отрицательных температурах у дна. Летом длинная камбала распределяется на шельфе, в массе на глубинах 50-80 м. Весенняя миграция к берегам начинается в апреле-мае, осенняя – отход на большие глубины – в октябре (Фадеев, 2005). Массовая половая зрелость наступает на 7–8–м году жизни, при длине 26–28 см. Размножение происходит над глубинами 20–80 м. Общий период нереста длится с мая по сентябрь, с максимальной активностью в июне-июле.

Северная палтусовидная камбала *Hippoglossoides robustus*. Встречается вдоль всего северо-восточного побережья Сахалина на изобатах более 30 м, предпочитает глубины около 100 м с отрицательными температурами у дна, что характерно для данного вида (Фадеев, 1987). С уменьшением и увеличением глубины плотность ее биомассы снижается. На изобатах менее 50 м и более 300 м она встречается единично. Нерест происходит ранней гидрологической весной при отрицательных температурах придонной воды на глубинах 20–140 м, где и сосредотачиваются половозрелые особи в зимне-весенний период. Возраст наступления половой зрелости составляет от 4 до 7 лет.

Желтоперая камбала *Limanda aspera*. У побережья северо-восточного Сахалина немногочисленна. В теплое время данный вид обитает в верхней сублиторали на глубинах менее 100 м. Осенью и зимой мигрирует на материковый склон, где образует зимовальные скопления на глубинах 150–500 м (Фадеев, 1987). Нерест происходит в местах нагула в период с конца мая по сентябрь на глубинах 20–40 м (Бурлак, Смирнов, 2020). Достигает длины 49 см, в скоплениях преобладают особи длиной 19–35 см.

Массовое половое созревание самцов происходит при длине 20 см, в возрасте 4–5 лет, самок – при длине 26–28 см, в возрасте 6–7 лет (Дьяков, 2015).

Хоботная камбала *Limanda proboscidea*. Мелкая камбала, длиной до 40 см, в уловах преобладают особи 15–20 см, массой 60–100 г. Это прибрежный вид, может встречаться в опресненных водах вблизи устьев рек. В летнее время в массе встречается на глубинах 10–30 м. Поздней осенью мигрирует на свал глубин. По составу пищи типичный червеед. Самостоятельного промыслового значения не имеет (Фадеев, 2005).

Сахалинская лиманда *Limanda sakhalinensis*. Мелкая камбала, длина не превышает 36 см (Фадеев, 2005; Юсупов и др., 2020; Овчеренко, Курбанов, 2022). Промыслового значения не имеет. Большей частью встречается на глубинах 50-200 м (Фадеев, 2005), при этом с увеличением глубины возрастает средняя длина камбалы (Юсупов и др., 2020).

Звездчатая камбала *Platichthys stellatus*. Встречается на глубинах преимущественно менее 50 м, в массовом количестве отмечается только в районе заливов и в самих заливах. В период нереста (в мае – июне) и последующего нагула наиболее плотные скопления вида отмечаются на траверзе Лунского залива, заливов Чайво и Пильтун на глубинах менее 20 м. В это время камбалы мигрируют к берегу и в лагуны для питания икрой сельди и мойвы, а также, производителями мойвы. Осенью звездчатая камбала совершает незначительные миграции в сторону от берега, и уже к концу сентября наиболее плотные скопления вида отмечаются на глубинах 20–30 м, перемещаясь в октябре на изобаты 30–40 м (Пометеев, 2001). В зимнее время основные скопления вида располагаются на шельфе, на глубинах более 50 м, и, возможно, в верхней части континентального склона. В летнее время, молодь камбалы, придерживается наиболее мелководных участков шельфа, предпочитая нагуливаться в солоноватых заливах и устьях рек, а особи с длиной тела менее 15 см, вообще не встречаются глубже 3 метровой изобаты. У северо-восточного Сахалина отмечены особи звездчатой камбалы длиной 61 см (Фадеев, 1971), хотя в настоящее время в составе уловов доминируют особи 26–38 см, в возрасте 6–8 лет (Пометев, Смирнов, 2018).

Желтобрюхая камбала *Pleuronectes quadrituberculatus*. Обитает на шельфе и в верхних отделах материкового склона на глубинах от 5 до 300 м. Летом скопления распределяются на глубинах менее 100 м, в основном 20–70 м. Поздней осенью концентрации смещаются в районы внешней кромки шельфа и зимой уже находятся на глубинах от 100 до 300 м. Период размножения совпадает с началом гидрологической весны, и в зависимости от района, продолжается с апреля по июль. Массовая половая зрелость наступает при длине рыб 23–29 см, в возрасте от 3 до 7 лет (Фадеев, 2005). Желтобрюхая камбала может достигать длины 63 см и возраста 24 года (Юсупов и др., 2015). В уловах преобладают рыбы длиной 24–44 см и массой 0,3–1,2 кг.

Хозяйственная эксплуатация

Основным промысловым объектом в районе является минтай. Активный судовой промысел минтая у северо-восточного побережья Сахалина начал развиваться в конце 1970–х гг. С середины 1980-х гг. уловы минтая стали существенно снижаться и в 1995–1998 гг. промысел минтая в этом районе практически прекратился (вылавливалось всего по 40–50 т в год). В последние годы наблюдается поступательный рост объемов вылова минтая у северо-восточного Сахалина. В 2022 г. вылов минтая в подзоне по данным отраслевой системы мониторинга Росрыболовства составил 120 тыс. т.

Основным районом добычи камбал в Восточно-Сахалинской подзоне является зал. Терпения, где активно эксплуатируются запасы желтоперой камбалы. Северо-восточный Сахалина не относится к району интенсивного промысла камбаловых рыб.

Сырьевые ресурсы рогатковых и скатов у восточных берегов Сахалина осваиваются в виде прилова при траловом, сетном, ярусном промысле. В настоящее время специализированный промысел этой группы донных рыб, также как сельди и волосозуба, не осуществляется.

Непосредственно в районе месторождения Аркутун-Даги, судя по информации ОСМ Росрыболовства, осуществлялся промысел минтая. Добычу вели три единицы крупнотоннажного и две единицы среднетоннажного флота, вылов в исследуемом районе в 2022 году составил около 1 тыс. т, при производительности 44 т за одно траление.

Лососевые рыбы (сем. Salmonidae)

Из семейства лососевых в районе проведения работ встречаются представители проходных видов трех родов: *Oncorhynchus* (Тихоокеанские лососи), *Salvelinus* (гольцы) и *Hucho* (Таймени). Все виды рода *Oncorhynchus* являются проходными рыбами, нерест которых проходит в пресных водах (реках и озерах), а нагул – в морях и сопредельных водах Тихого океана, в сотнях и тысячах миль от мест нереста. Виды родов *Salvelinus* и *Hucho* после выхода из пресных вод длительных морских миграций не совершают. По окончании летнего нагула в море, они мигрируют на зимовку в пресноводные водоемы и заливы северо-восточного Сахалина.

Самый массовый вид лососей – горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*), второй по численности – кета (*Oncorhynchus keta*). Эти виды имеют большое промысловое и социальное значение для местного населения. Значительно меньшую численность имеют представители рода *Oncorhynchus*: сима (*O. masu*) и кижуч (*O. kisutch*). Специализированный промысел последних, как правило, не ведется, но как объект любительского рыболовства они весьма популярны.

Жизненный цикл горбуши и кеты в пресной воде (от оплодотворения икры осенью до формирования покатников весной) продолжается 10–12 месяцев, после чего их молодь мигрирует в морскую среду. Формирование покатников кижуча и симы в пресных водах продолжается 1–2(3) года, после чего они так же мигрируют в море. Горбуша, кижуч и сима нагуливаются в море один год, кета 1–5, обычно 3–4 года.

Горбуша

Горбуша по сравнению с другими видами тихоокеанских лососей обладает наименьшим хомингом (домашним инстинктом). Поэтому на северо-востоке Сахалина горбуша, происходящая из рек южной и северной его части может смешиваться в местах нереста. В связи с тем, что горбуша живет около двух лет, её внутривидовая структура представлена двумя генетически изолированными линиями – поколениями чётных и нечётных лет. На востоке Сахалина эти две линии существенно различаются численностью. Поколения чётных лет характеризуются низкой, а нечётных – высокой численностью. Каждая из линий горбуши представлена двумя сезонными формами (расами), различающимися сроками хода – летней (ход в конце июля - августе) и осенней (ход в конце августа – сентябре). В данном районе обе линии горбуши представлены почти исключительно летней расой. Кета и кижуч на северо-востоке Сахалина представлены только осенней формой (ход в сентябре – октябре), а сима – ранней (ход в июне) (Гриценко, 1973, 2002; Гриценко и др., 1987).

В связи с обилием тихоокеанских лососей на северо-востоке Сахалина, в начале лета с рек района ежегодно скатываются и входят в морскую среду в прибрежье района сотни миллионов покатников горбуши, кеты, симы и кижуча. В летне-осенний период к его берегам подходят миллионы особей преднерестовых рыб этих видов (производителей), как воспроизводящихся собственно в реках района, так и популяций из других районов воспроизводства. При этом промышленная добыча горбуши и кеты является существенным фактором развития экономики северо-востока Сахалина и, особенно, представителей его малых, коренных народов (Оценка ущерба…, 2014).

Район проведения работ проецируется на участок побережья с вытянутым в меридиональном направлении зал. Чайво, соединенным с Охотским морем проливом Клейе. В зал. Чайво впадают 10 нерестовых рек лососей протяжённостью от 40 до 117 км, имеющих суммарную площадь нерестилищ 596 тыс. м2 (Нерестовые водоёмы..., 1962). Акватория залива и прибрежные охотоморские воды являются местом нагула и миграции молоди и половозрелых особей этой группы рыб.

Ход производителей горбуши к местам нереста в реки северо-восточного Сахалина начинается с третьей декады июня и заканчивается в третьей декаде августа (Гриценко и др., 1987; Гриценко, 2002). Перед заходом в заливы-лагуны и реки, производители нагуливаются в прибрежных районах. Количество зашедших в реки (впадающие в залив Чайво) производителей колеблется в нечётные годы от 70 до 295 тыс. экз., в чётные годы – от 14,6 до 144 тыс. экз. Нерест проходит, как правило, по всей протяженности рек, совпадая по времени с летней меженью. Горбуша откладывает в бугры от нескольких десятков до полутора тысяч икринок, в среднем – 400 икринок. Выживаемость икры в нерестовых буграх составляет 68–82% и лишь в редкие годы падает до 25–50%. В среднем, из одного бугра выходит около 300 личинок (Гриценко, 2002).

Начало покатной миграции молоди горбуши приходится на середину мая, её окончание – на первую декаду июля. При этом большая часть молоди обычно скатывается в две первые декады июня (Гриценко и др., 1987; Гриценко, 2002; Каев,

2008). Скатывающаяся молодь либо нагуливается в заливах северо-восточного Сахалина (Иванков и др., 1999), либо сразу попадает в прибрежные воды Охотского моря (Гриценко и др., 1987). В июне молодь горбуши уже присутствует в прибереговой полосе северо-востока Сахалина. Войдя в морскую среду молодь горбуши около 3-х месяцев (с начала июня по август, включительно) нагуливается в узкой прибрежной полосе до изобаты 20 м. Мористее в это время она не наблюдается. При этом мальки разных рек происхождения смешиваются в местах нагула в прибрежье. Длина тела мальков в июле–августе изменяется от 7 до 13,5 см, масса – от 4 до 18,5 г, составляя в среднем 10,7 см и 10,7 г соответственно (Шубин и др., 2007). Лишь в конце августа или сентябре молодь горбуши покидает прибереговую полосу и выходит в открытые воды Охотского моря. Осенью сеголетки мигрируют в Тихий океан через Курильские проливы (Бирман, 1985, 2004; Шунтов, 1994). При возвращении на нерест созревающая горбуша мигрирует из Тихого океана теми же путями, по которым их молодь смещалась в океан.

В 2000-х годах в линии чётных лет урожай молоди горбуши с рек северо-востока Сахалина варьировался в пределах 30,5–1010 млн. экз., в линии нечётных лет – от 296,7 до 609,1 млн. экз. (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Величина урожая молоди горбуши (млн. экз.) с рек северо-восточного Сахалина в 2003–2021 гг.

Год нереста (поколения нечётных лет)									
2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021
471	313,7	609,1	296,7	355,9	–	219,8	513,3	181,2	418,0
Год нереста (поколения чётных лет)									
2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016	2018	2020
30,5	66,0	182,2	351,5	457,5	348,9	1010	72,9	65,4	38,32

По протяженности береговой линии и обилию нерестовых рек северо-восток Сахалина является наиболее крупным районом добычи тихоокеанских лососей. Вместе с тем в плане воспроизводства горбуши район не однороден. Из общей площади нерестилищ района (6022 тыс. м^2) 73% (4396 тыс. м^2) их сосредоточены в реках северной части побережья, нетипичных для размножения этого вида. В то время как промысловый запас формируется за счёт нереста в реках горного типа южной части побережья с нерестовой площадью 1626 тыс. м^2. Распространение преднерестовой горбуши летней расы на акватории шельфа северо-востока Сахалина начинается с середины июля и заканчивается в конце августа. Максимальные подходы наблюдаются обычно в двух первых декадах августа. Численность горбуши северо-востока Сахалина подвержена значительным годовым колебаниям, при этом до 2016 г. здесь преобладала линия нечётных лет. Последние 6 лет в уловах доминируют поколения четных лет (таблица 4.10). С конца 1990-х годов вылов горбуши у берегов северо-востока Сахалина изменялся от 0,56 до 77,77 тыс. т. При этом в линии нечётных лет он изменялся от 2,25 до 77,77 тыс. т, а в линии чётных – от 0,83 до 39,52 тыс. т.

Таблица 4.10 – Динамика вылова (тыс. т) горбуши на северо-востоке Сахалина в 2003–2022 гг.

Годы вылова									
2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
15,72	1,14	28,03	0,56	19,0	2,65	31,44	2,92	41,74	9,24
Годы вылова									
2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
77,77	1,85	34,2	26,79	7,22	39,52	2,86	11,29	7,53	12,70

Кета

У побережья северо-востока Сахалина в летне-осенний период встречается кета из различных районов воспроизводства. Это и амурская кета, и кета северо-западного побережья Сахалина, и кета, воспроизводящаяся собственно в реках северо-восточного Сахалина – осенняя кета популяции бассейна р. Тымь и более мелких рек северо-восточного побережья (Набиль, Вал, Даги и др.) (Гриценко и др., 1987; Гриценко, 2002).

Из 10 нерестовых рек, впадающих в зал. Чайво, в 7 водотоках происходит воспроизводство кеты. Общая площадь нерестилищ лососей в 596 тыс. м^2. Самая большая из этих рек р. Вал – протяженностью 112 км с площадью нерестилищ лососей 313,5 тыс. м^2. В 60-е годы при обследовании бассейна р. Вал отмечена плотность заполнения нерестилищ до 60 шт. кеты на 100 м^2 нерестилищ (Отчет экспедиции…, 1956). В настоящее время, по данным Сахалинского филиала ФГБУ «Главрыбвод» кета на нерестилищах р. Вал встречается единично. Надо полагать, что и в остальных реках ситуация не лучше. С учетом того, что единичная встречаемость рыб на нерестилищах соответствует уровню 5 экз./100 м^2 и менее, можно дать экспертную оценку захода кеты в реки зал. Чайво. Ориентировочно в реки залива заходит на нерест 29,8 тыс. экз. производителей кеты (596 тыс. м^2 ×5 экз./100 м^2) от нереста которых в залив скатывается порядка 4,96 млн. мальков кеты.

На морских рыболовных участках в районе зал. Чайво кета в уловах появляется с начала августа. Доля вылова кеты в августе по отношению к общему улову, например в 2022 г. составила 8%.. Основной промысел ведётся в сентябре – в 2022 г. максимум вылова отмечен в середине сентября. На нерестилищах массовый ход производителей кеты отмечается с середины сентября до третьей декады октября. Завершается ход в конце ноября–декабре (Гриценко и др., 1987; Гриценко, 2002). В реки северо-восточного побережья заходит в разные годы до 100 тыс. экз. производителей кеты, в среднем – 25 тыс. экз. Средняя индивидуальная плодовитость одной самки кеты составляет 3040–3130 икринок (Гриценко др., 1987). Нерест проходит в период осеннего повышения уровня воды, которое начинается обычно со второй половины сентября, после выпадения осенних дождей. Нерестилища обильно снабжаются тёплыми грунтовыми водами, что наряду с высоким снежным покровом препятствует вымерзанию нерестилищ. В нерестовых буграх чаще всего насчитывается от 200 до

1400 икринок, в среднем – 710 икринок или 23,3% от средней абсолютной плодовитости. Выживает в среднем 333 личинки, что составляет 10,9% от средней абсолютной плодовитости (Гриценко, 2002). Первые мальки выходят из бугров в первых числах марта–первых числах апреля, скат начинается в мае и продолжается до начала августа (Гриценко и др., 1987; Гриценко, 2002). Ежегодно из рек залива Чайво в среднем скатывается 1,7 млн. мальков, (экспертная оценка). Поведение молоди кеты в ранний морской период её жизни аналогично таковому горбуши. В июне молодь кеты уже присутствует в прибереговой полосе северо-востока Сахалина. С начала июня и до конца августа она нагуливается в узкой прибрежной полосе до изобаты 20 м. При этом, мальки разных рек происхождения смешиваются в местах нагула. В конце июля размеры мальков кеты изменялись от 11 до 13 см, при средней длине 11,5 см и массе 14 г (Шубин и др., 2002). Лишь в конце августа или сентябре они покидают прибереговую полосу и выходят в открытые воды Охотского моря. Осенью сеголетки мигрирует в Тихий океан через Курильские проливы (Бирман, 1985, 2004; Шунтов, 1994).

Численность кеты на северо-востоке Сахалина поддерживается за счёт сохранения естественного воспроизводства и заводского разведения рыб (рыбоводные заводы «Адо-Тымовский» и «Пиленга»). Вместе с мальками заводского разведения, количество покатников кеты с основного «кетового» водоёма района в 2000-х годах составляло от >4,40 до 86,6 млн. экз. (таблица 4.11). В 2000-х годах у берегов северо-востока Сахалина добывается от 51 до 4694 т кеты (таблица 4.12) (Макоедов, 2019).

Таблица 4.11 – Урожай молоди кеты в бассейне р. Тымь в 2003–2022 гг.

Год ската	Урожай молоди, млн. экз.		
	Дикая	Заводская*	Всего
2003	6,20	26,84	33,04
2004	42,00	34,87	76,87
2005	26,76	33,19	59,95
2006	4,93	24,73	29,66
2007	1,46	25,92	27,38
2008	40,11	34,29	74,40
2009	17,54	35,90	53,44
2010	51,54	35,10	86,64
2011	2,36	28,96	31,32
2012	-	17,79	> 17,92
2013	н/д	40,50	> 40,50
2014	н/д	33,01	> 33,01
2016	н/д	33,91	> 33,91
2017	н/д	19,38	> 19,38
2018	н/д	4,40	> 4,40
2019	н/д	25,51	> 25,51
2020	н/д	20,26	> 20,26
2021	н/д	10,21	> 10,21
2022	н/д	10,49	> 10,49
Примечание: * – Лососевые рыбоводные заводы (ЛРЗ) «Адо-Тымовский» и «Тымовское»			

Таблица 4.12 – Динамика промышленного вылова (т) кеты на северо-востоке Сахалина в 2005–2022 гг.

Годы вылова								
2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
339	347	347	679	4694	2270	1615	1153	1867
Годы вылова								
2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1439,2	3010	2719	2254	2919	2400	2020	1790	2456

Кижуч в водоемах северо-востока Сахалина добывается только в качестве прилова при промысле кеты, а сима – лишь в рамках любительского рыболовства. Ввиду малочисленности обоих видов, их численность и биомасса в районе производства работ не рассматривается.

Голец (мальма) *Salvelinus alpinus complex* обитает практически во всех реках северо-востока Сахалина, включая реки зал. Набиль. Нерест гольца происходит в реках в сентябре – начале октября. В пресных водах молодь гольца проводит 3-7 лет. Ее миграция в море происходит с конца мая до начала июля. Возврат в реки происходит с конца июля по сентябрь. Таким образом, в морской среде голец проводит всего 40-60 дней. При этом солоноватые заливы северо-востока Сахалина не используются гольцом для нагула, а в море он обитает только на акватории внутренней части шельфа вблизи родной реки. Более 90% сахалинских гольцов созревают после первого ската в море (Гриценко, 2002; Сафронов и др. 1995).

Кунджа *Salvelinus leucomaenis*. Как и голец, кунджа обитает почти во всех реках северо-востока Сахалина. Нерест кунджи происходит с последних чисел августа до первой декады октября, после чего отнерестившиеся особи скатываются на зимовку в низовья рек, солоновато-водные лагуны, а в крупных реках - в омуты равнинной части русла. Скат молоди кунджи в море происходит после 2–4-х лет ее нагула в реке, миграция в море длится с конца мая по середину августа. Во время пребывания в морской среде кунджа избегает длительного пребывания в воде с высокой соленостью. Она не уходит далеко от берега и в течение лета неоднократно заходит на несколько дней в пресную или слабосоленую воду. Половозрелые особи совершают нерестовую миграцию из прибрежья и заливов района в реки во второй половине июля – сентябре. После размножения они вновь возвращаются в заливы в сентябре – октябре. Нерест у кунджи неоднократный, в связи с чем, половозрелые особи могут два-три раза скатываться в море. Однако большинство особей кунджи, подобно гольцу, нерестуют один раз в жизни. (Гриценко, 2002; Сафронов и др., 1995).

Сахалинский таймень *Hucho perryi* на северо-востоке Сахалина обитает в р. Тымь, Набиль, Богатая и других реках. В крупных реках молодь тайменя проводит 5-7 лет, а в мелких - 2-4 года. Скат молоди из рек в лагуны происходит с конца мая и до осени. Старшие возрастные группы рыб нагуливаются в заливах и море. Протяженных морских миграций таймень, как и кунджа, не совершает, о чем свидетельствуют его

неоднократные заходы в пресную воду в течение летнего нагула. В море таймень нагуливается до конца сентября – начала ноября и затем мигрирует в реки на зимовку. В низовьях малых рек зимуют только мелкие особи (длиной до 25 см). Более крупные рыбы, видимо, заходят в низовья соседних крупных рек или в озёра. До первого созревания таймень совершает зимовально-нагульные миграции река — море в течение 3–5 лет. Нерест тайменя происходит весной и в начале лета. Скат рыб в море после нереста происходит во второй половине июня – начале июля (Гриценко, 2002). Сахалинский таймень относится к редким, исчезающим видам, он занесен в «Красную книгу» Сахалинской области и России.

4.6. Промысловые беспозвоночные

Морские воды северо-восточного Сахалина отличаются высоким видовым разнообразием беспозвоночных.

Из крабов, обитающих в районе северо-восточного Сахалина, 6 видов являются промысловыми. По глубинам обитания, крабов северо-восточного Сахалина условно можно разбить на четыре батиметрические группы. К прибрежным видам, встречающимся на глубинах менее 50 м, можно отнести колючего краба *Paralithodes brevipes* и четырехугольного волосатого крабов *Erimacrus isenbeckii*. К глубоководным видам относятся равношипый краб *Lithodes aequispinus* и угловатый краб-стригун *Chionoecetes angulatus*, обитающие на глубинах более 300 метров. К относительно мелководному, шельфовому виду можно отнести синего краба *Paralithodes platypus.* Стригун-опилио *Chionoecetes opilio* встречается в широком диапазоне глубин, от 15 до 690 м (Первеева, 2005).

Из креветок наиболее часто в уловах трала встречаются углохвостый чилим *Pandalus goniurus* (около 50% от всего количества тралений в этом районе), песчаный шримс *Crangon communis* (около 40%), козырьковый шримс *Argis lar* и северный шримс *Sclerocrangon boreas* (около 30%). По биомассе основу уловов составляют креветки-пандалиды и крангониды (более 80% от вылова всех креветок).

В районе северо-восточного Сахалина брюхоногие моллюски семейства Buccinidae встречаются в уловах около половины тралений. Наиболее часто встречаются в уловах виды *Buccinum lischkeanum, Neptunea varicifera* и *Buccinum ectomocyma*, у каждого из этих видов частота встречаемости составляет 10-15%. Наибольшую долю в уловах по массе имеет вид *N.varicifera* – около 40% от общего улова трубачей. Достаточно высокую долю по массе в уловах (более 10%) также имеют виды *Neptunea beringiana* и *Buccinum ectomocyma*. Палевый морской еж (*Strongylocentrotus pallidus*) в районе северо-восточного Сахалина отмечен на глубинах от 30 до 500 м, при температуре придонного слоя воды от –1,2 до 5,7°С (среднее значение –0,2°С) преимущественно на галечно-песчаных и песчаных грунтах, реже на песчано-каменистых, галечно-каменистых, илисто-галечных с примесью ракушечника и илисто-песчаных грунтах. Наиболее плотные скопления серых морских ежей

наблюдаются в северной 53°30′–54°30′с.ш. и центральной 51°30′-52°30′с.ш. частях района (Смирнов, 2002).

Из промысловых видов в районе исследований встречаются краб-стригун опилио *Chionoecetes opilio* и брюхоногие моллюски сем. Buccinidae (трубачи).

На акватории морского месторождения углеводородов Аркутун-Даги отмечено 10 видов беспозвоночных из 5 семейств (таблица 4.13) (Смирнов, 2010, Смирнов, 2021). К промысловым и потенциально промысловым объектам относятся 7 видов. Наибольшее число видов – 5 наблюдается у брюхоногих моллюсков.

Наиболее высокая частота встречаемости наблюдалась у краба-стригуна опилио (75%).

Таблица 4.13 – Видовой состав и частота встречаемости беспозвоночных из траловых уловов на акватории морского месторождения углеводородов Аркутун-Даги в 2010–2021 гг.

Семейство, вид	Частота встречаемости, %
Majidae	
Chionoecetes opilio	75,0
Hyas coarctatus	50,0
Atelecyclidae	
Telmessus cheiragonus	25,0
Buccinidae	
Buccinum lischkeanum	50,0
Buccinum ochotense	25,0
Neptunea beringiana	50,0
Neptunea lamellosa	25,0
Lussivolutopsius emphaticus	25,0
Myidae	
Mya truncata	25,0
Echinarachniidae	
Echinarachnius parma	25,0

В уловах по численности доминировал краб-паук *Hyas coarctatus* с плотностью 1,329 тыс. экз./км^2, по биомассе – краб-стригун опилио (78,31 кг/км^2) и брюхоногие моллюски (71,57 кг/км^2) (таблица 4.14).

В районе участка Аркутун-Даги встречаются только самцы стригуна-опилио, в основном неполовозрелые, на глубинах 16–43 м. Ширина карапакса самцов составила 4,3–11,8 см, при среднем значении 7,32 см.

Таблица 4.14 – Средние значения плотности и биомассы беспозвоночных из траловых уловов на акватории морского месторождения углеводородов Аркутун-Даги в 2010–2021 гг.

Семейство, вид	Коэффициент уловистости	Плотность, экз./км^2	Биомасса, кг/км^2
Majidae			
Chionoecetes opilio	0,4	454,2	78,31
Hyas coarctatus		1329,1	28,79
Atelecyclidae			

Telmessus cheiragonus	0,4	17,9	4,97
Buccinidae	0,2	932,2	71,57
Myidae			
Mya truncata	0,2	214,5	19,59
Echinarachniidae			
Echinarachnius parma	0,2	38,0	0,28

Среди трубачей в уловах в значительном количестве встречались виды *Buccinum lischkeanum* и *Neptunea beringiana*, остальные виды отмечены по 1 экз. (таблица 4.15).

Таблица 4.15 – Размеры (высота раковины) трубачей из траловых уловов на акватории морского месторождения углеводородов Аркутун-Даги в 2010–2021 гг.

Вид	N, экз.	Высота раковины, мм	
		пределы	средняя
Buccinum lischkeanum	10	48–67	57,8
Buccinum ochotense	1	71	71
Neptunea beringiana	8	67–101	87,1
Neptunea lamellosa	1	128	128
Lussivolutopsius emphaticus	1	115	115

В районе работ промысел беспозвоночных не проводится из-за отсутствия промысловых скоплений на небольших глубинах.

Охраняемые и малочисленные виды промысловых беспозвоночных в районе участка Аркутун-Даги отсутствуют.

5. МЕТОДИКА РАСЧЕТА УЩЕРБА

Расчет ущерба произведен в соответствии с главой II «Методики определения.., 2020» (Приказ ФАР от 06 мая 2020 г. №238).

За основу расчетов приняты данные по объемам и площадям зон негативного воздействия, рассчитанные в соответствии с параметрами оборудования и методикой работ (Программа работ.., 2023) и рассчитанные с учетом максимального радиуса воздействия ПИ на морские организмы.

Определение потерь водных биоресурсов (N) от снижения продуктивности фитопланктона в зоне повышенной концентрации взвешенных веществ (или при других воздействиях без гибели организмов) необходимо определять при наличии в водном объекте рыб, питающихся фитопланктоном. В этом случае следует использовать формулу 6а (3) п. 25 «Методики определения.., 2020» (Приказ ФАР от 06 мая 2020 г№238):

$$N = B \times P / B_{сут} \times W_{шл} \times t_{сут} \times K_E \times K_З / 100 \times d \times 10^{-3}, \qquad (3)$$

где,

N – потери (размер вреда) водных биоресурсов, килограмм или тонн;

B – средняя за период воздействия (месяцы, сезоны) величина общей биомассы фитопланктона, г/м3;

$P/B_{сут}$ – средний суточный продукционный коэффициент перевода биомассы кормовых организмов в их продукцию, характерный для сезона (сезонов) года в период производства работ;

$W_{шл}$ – средний за период воздействия объем области зоны (зон) повышенной концентрации взвешенных веществ мутности воды, м3;

$t_{сут}$ – продолжительность негативного воздействия зоны (зон) повышенной концентрации взвешенных веществ на фитопланктон, сутки;

K_E – коэффициент использования пищи на рост;

$K_З$ – средняя доля использования кормовой базы рыбами, %;

100 – показатель перевода процентов в доли единицы;

d – степень воздействия или доля гибнущих организмов от их общего количества (биомассы), в долях единицы;

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

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

Значения коэффициентов K_2, $K_З$ и P/B приведены в приложениях № 1 к приказу Минсельхоза России № 167 и «Методики определения.., 2020».

При отсутствии в приложениях № 1 к приказу Минсельхоза России № 167 (Приказ Минсельхоза России от 31 марта 2020 г. №167) и «Методики определения.., 2020» (Приказ ФАР от 06 мая 2020 г. №238) значений Р/Всут коэффициента фитопланктона, приведенные в ней значения годовых Р/В коэффициентов делятся на

количество суток вегетационного периода. В случае отсутствия в приложениях № 1 к приказу Минсельхоза России №167 и «Методики определения.., 2020» значений кормовых коэффициентов K_2, K_3 и P/B допускается принимать их по результатам современных и полученных ранее гидробиологических наблюдений (исследований) опубликованных в рецензируемых научных изданиях.

Исходя из данных главы 6.4 данного отчета, в районе Киринского лицензионного участка, рыбы, питающиеся фитопланктоном, отсутствуют, поэтому расчет ущерба ВБР по фитопланктону не производится.

Определение потерь водных биоресурсов от гибели зоопланктона, в том числе автохтонных и аллохтонных организмов, а также мелкого нектона, который используется в пищу хищными рыбами или другими водными биоресурсами, при использовании водных ресурсов водного объекта (N) (заборе воды, работе перекачивающих насосов, турбин гидроэлектростанций и других гидротехнических сооружений) производится по формуле 6б (4) п. 26 «Методики определения.., 2020» (Приказ ФАР от 06 мая 2020 г. №238):

$$N = B\times(1+P/B)\times W\times K_E\times K_3/100\times d\times 10^{-3}, \text{ где} \qquad (4)$$

где,

N – потери (размер вреда) водных биоресурсов, килограмм или тонн;

B – средняя за период воздействия (месяцы, сезоны) величина общей биомассы кормовых планктонных организмов, г/м3;

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

W – объём воды в зоне воздействия, в котором прогнозируется гибель кормовых планктонных организмов, м3;

K_E – коэффициент эффективности использования пищи на рост (доля потребленной пищи, используемая организмом на формирование массы своего тела);

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

d – степень воздействия или доля гибнущих организмов от их общего количества, в долях единицы. (см гл. 9);

10^{-6} – показатель перевода миллиграммов в килограммы.

Показатель коэффициента использования кормовой базы (КЕ) является обратной величиной кормового коэффициента ($К_2$), то есть $К_Е = 1/К_2$.

Значения коэффициентов $К_2$, $К_3$ и Р/В приведены в приложениях № 1 к приказу Минсельхоза России № 167 (Приказ Минсельхоза России от 31 марта 2020 г. №167) и «Методики определения.., 2020» (Приказ ФАР от 06 мая 2020 г. №238). В случае отсутствия в приложениях к приказу Минсельхоза России № 167 и «Методики определения.., 2020» значений коэффициентов $К_2$, $К_3$ и Р/В допускается принимать их

по результатам современных и полученных ранее гидробиологических наблюдений (исследований) опубликованных в рецензируемых научных изданиях.

В формуле (4) вместо коэффициента (1+P/B) должен применяться коэффициент (P/B), если погибшие организмы зоопланктона употребляются в пищу рыбами и (или) беспозвоночными, в том числе при проведении сейсморазведочных работ, как следует из п. 26 «Методики определения.., 2020».

Величины коэффициентов для различных систематических групп кормовых организмов приведены в приложении к «Методике определения.., 2020» . В расчетах использованы следующие продукционные показатели: продукционный коэффициент P/B=3,94 (Приложение к «Методике определения…, 2020» (Приказ ФАР от 06 мая 2020 г. №238), для шельфа северо-востока Сахалина), кормовой коэффициент $К_Е$=0,24 ($К_2$=4,2) (Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 31 марта 2020 г. №167); показатель использования кормовой базы $К_З$=30% (Приложение к «Методике определения…, 2020» (Приказ ФАР от 06 мая 2020 г. №238), для шельфа северо-востока Сахалина).

Определение потерь (размер вреда) водных биоресурсов (N) от гибели пелагической икры, личинок, ранней молоди рыб и промысловых беспозвоночных (ихтиопланктон) при воздействии взвешенных веществ в воде, источников упругих волн, электроразрядов, электрических и электромагнитных полей, возбуждаемых при геофизических исследованиях, следует использовать формулу 5 (2) п. 21 «Методики определения.., 2020» (Приказ ФАР от 06 мая 2020 г. №238):

$$N = n_{пи} \times W \times K_1 / 100 \times p \times d \times \Theta \times 10^{-3}, \qquad (2)$$

где:

N – потери (размер вреда) водных биоресурсов, килограмм или тонн;

$n_{пи}$ – средняя за период встречаемости данной стадии или весовой категории концентрация (численность) икры, личинок или ранней молоди в зоне воздействия, экз./м^3;

W – объём воды в зоне воздействия, в котором прогнозируется гибель икры, личинок или ранней молоди видов водных биоресурсов, м^3;

K_1 – величина пополнения промыслового запаса (промысловый возврат), в %, которая определяется в соответствии с приложением № 2 к приказу Минсельхоза России № 167 (Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 31 марта 2020 г. №167). В случае отсутствия в приложении № 2 к приказу Минсельхоза России № 167 коэффициента $К_1$ допускается принимать значения коэффициента $К_1$ по результатам современных и ранее полученных гидробиологических наблюдений (исследований) опубликованных в рецензируемых научных изданиях;

100 – показатель перевода процентов в доли единицы;

p – средняя масса одной воспроизводимой особи рыб или других объектов воспроизводства в промысловом возврате, которая определяется исходя из соотношения самок и самцов 1:1; кг;

d – степень воздействия или доля гибнущей икры, личинок, ранней молоди от их общего количества (численности) в зоне воздействия, в долях единицы (см. гл. 8);

Θ – величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия планируемой деятельности и время восстановления (до исходной численности, биомассы) теряемых водных биоресурсов, определяется согласно формуле 8 (7) п. 28 «Методики определения.., 2020»;

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

Величина повышающего коэффициента (Θ), учитывающего длительность негативного воздействия планируемой деятельности и время восстановления теряемых водных биоресурсов до исходной численности, биомассы, их кормовой базы (кормовой бентос), площадей зимовки, продуктивности нерестилищ (в том числе пойменных), общей рыбопродуктивности поймы, исходных характеристик водосборного бассейна, влияющих на водный сток с поверхности водосборного бассейна и общую рыбопродуктивность водных объектов, определяется по формуле 8 (7) п. 28 «Методики определения.., 2020»:

$$\Theta = T + \sum K_{Б(t=1)}, \qquad (7)$$

где:

Θ – величина повышающего коэффициента;

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

В соответствии с приложением 1 Методического пособия (2016) для сейсмоисточников, влияющих на пелагические сообщества, период непрерывного негативного воздействия принимается равным одним суткам, так как объем воды, на который производится воздействие каждого импульса ПИ пневмоисточников постоянно обновляется за счет гидрологической активности морских вод. В этом случае Т=1/365=0,003=0. Судно с каждым произведенным импульсом массива ПИ перемещается в пространстве в незадействованный ранее объём воды.

$K_{(t=1)}$ – коэффициент длительности восстановления теряемых водных биоресурсов, определяемый как $K_{(t=1)}=0,5\times i$, где i равно числу лет с даты прекращения негативного воздействия.

В случае, если последствия негативного воздействия носят постоянный характер, коэффициент длительности восстановления теряемых водных биоресурсов

($_{КБ(t=1)}$) равен нулю, а коэффициент (Θ) следует учитывать и принимать равным показателю (T).

Для рыб, донных беспозвоночных и ихтиопланктона (икра, личинки, ранняя молодь) с многолетним жизненным циклом, которые являются объектами (добычи) вылова, длительность восстановления их запаса должна приравниваться к среднему возрасту достижения ими половой зрелости.

При одновременных, на одном и том же участке, в одном и том же объеме воды и на одной и той же площади дна частичной или полной гибели водных биоресурсов и других групп организмов, указанных в п. 9 «Методики определения.., 2020», в результате негативного воздействия планируемой деятельности расчет вреда необходимо производить отдельно для каждой группы организмов и затем суммировать полученные результаты.

Для беспозвоночных и макрофитов, а также рыб и рыбообразных, которые относятся к водным биоресурсам, в отношении которых осуществляется добыча (вылов), расчет вреда необходимо производить отдельно для прямого вреда (гибели) и косвенного вреда (потери кормовой базы) и затем суммировать полученные результаты (п. 9 «Методики определения.., 2020») (Приказ ФАР от 06 мая 2020 г. №238).

Затраты на восстановление водных биоресурсов и среды их обитания определяются согласно п. 35 «Методики определения.., 2020» (Приказ ФАР от 06 мая 2020 г. №238).

Расчет количества молоди рыб, необходимой для восстановления нарушаемого состояния водных биоресурсов (NM) посредством их искусственного воспроизводства, выполняется по формуле 12 (8) п. 35 «Методики определения.., 2020» (Приказ ФАР от 06 мая 2020 г. №238):

$$N_M = N/(p \times K_1) \times 100, \qquad (8)$$

где:

N_M – количество личинок или молоди рыб (других водных биоресурсов), экз.;

N – суммарные потери (размер вреда) водных биоресурсов за период воздействия планируемой деятельности (включая период восстановления водных биоресурсов по окончании воздействия), кг или т;

р – средняя масса одной воспроизводимой особи рыб (или других объектов воспроизводства) в промысловом возврате, которая определяется исходя из соотношения самок и самцов 1:1, кг;

$К_1$ – величина пополнения промыслового запаса (промысловый возврат), в %, которая определяется в соответствии с приложением № 2 к приказу Минсельхоза России № 167.

6. РАСЧЕТ СМЕРТНОСТИ ЗОО- И ИХТИОПЛАНКТОНА

При оценке воздействия пневмоисточников на водные организмы в ближней к источнику зоне используется понятие предельного радиуса воздействия (R_{max}), от величины которого зависит и относительный показатель интенсивности воздействия (d), применяемый в формулах методики определения размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам (Приказ ФАР от 06 мая 2020 г. №238).

Предельный радиус воздействия обозначает границу области вокруг источника, в пределах которой происходит гибель водных организмов или повреждения, снижающие их жизнеспособность, что впоследствии также ведет к их гибели.

Зависимость доли гибнущих организмов (ДГО), т.е. смертности гидробионтов (m), от расстояния до пневмоисточников описывается экспоненциальной функцией вида (Методическое пособие…, 2016):

$$m = m_o \exp(-k \times r), \quad (1)$$

где:

m_o – доля смертности вблизи пневмоисточника (при r=0);

r – расстояние от пневмоисточника, м;

k – коэффициент экспоненциального ослабления воздействия пневмоисточника при удалении от него.

Параметры m_0 и k различны для разных групп гидробионтов.

Величина m0 зависит от рабочего объема пневмоисточников и оценивается по формуле:

$$m_o = 1 - e^{-sv}, \quad (2)$$

где:

s – эмпирический коэффициент, постоянный для определенной группы зоопланктона;

v – объём пневмоисточника, л.

Оценки коэффициентов s и k для различных групп зоопланктона и ихтиопланктона представлены в таблице 6.1 (по: Методическое пособие…, 2016, таблица 4).

Таблица 6.1 – Эмпирические коэффициенты k и s для расчета смертности разных групп планктона в зависимости от объема ПИ и расстояния до ПИ (Методическое пособие…, 2016)

Группа планктона	k, м$^{-1}$	s, л$^{-1}$
Copepoda	0,80	0,62
Euphausiacea	1,30	2,00
Cladocera	0,80	0,02
Chaetognatha	0,88	0,01

Группа планктона	k, м$^{-1}$	s, л$^{-1}$
Coelenterata	0,53	0,39
Pteropoda	1,02	1,12
Decapoda (личинки)	1,05	0,54
Mollusca (личинки)	0,70	0,06
Икра рыб	0,32	0,04
Личинки рыб	0,20	1,56

Предельный радиус воздействия для всех видов планктонных организмов, икры и личинок рыб принимается равным 10 м (R_{max} = 10 м).

Для группового пневмоисточника, состоящего из N ПИ, смертность (m_0) определенного таксона в точке i с координатами рассчитывается по следующей формуле (Методическое пособие…, 2016):

$$m_i(x_i, y_i, z_i) = 1 - \prod_{n=1}^{N} \left(1 - m_0 \cdot \mathrm{e}^{-k\left(\sqrt{(x_i - x_n)^2 + (y_i - y_n)^2 + (z_i - z_n)^2}\right)}\right) \qquad (6)$$

Средняя смертность таксона (d) в объеме воды (V), окружающей групповой пневмоисточник в радиусе, равном предельному радиусу воздействия (R_{max}), рассчитывается по формуле:

$$d = \int_V m_i dV \qquad (7)$$

Шаг ΔV_i может быть задан сколь угодно малым. Приемлемая точность вычислений обеспечивается при суммировании значений m_i по кубическим ячейкам объемом ΔV_i = 0,125 м^3 (при линейном размере ячейки 0,5 м). И тогда расчет сводится к численному интегрированию по схеме:

$$M_V = B \cdot \sum_i m_i \Delta V_i = B \cdot V \frac{1}{V} \sum_i m_i \Delta V_i = B \cdot V \cdot m_{<среднее>}, \text{ где } m_{<среднее>} = \frac{1}{V} \sum_i m_i \Delta V_i . \qquad (8)$$

По указанным выше формулам с помощью компьютерной программы были рассчитаны значения смертности основных групп планктона (и икры и личинок рыб) от единичного импульса группового пневмоисточника (приложение 1). В расчетах принят шаг точности ΔV_i=0,1.

Расчётные значения смертности планктонных организмов от единичного импульса группового пневмоисточника объемом 2400 куб. дюймов представлены в таблице 6.2.

Для фаунистических групп зоопланктона, по которым не получено достоверных данных о смертности в экспериментах, можно использовать осредненные расчетные данные.

Таблица 6.2 – Расчётные значения смертности планктона и личинок рыб от единичного импульса группового пневмоисточника объемом 2400 куб. дюймов

Группа планктона	Смертность, *d*
Copepoda	0,039
Euphausiacea	0,012
Cladocera	0,003
Chaetognatha	0,001
Coelenterata	0,093
Pteropoda	0,023
Decapoda (личинки)	0,017
Mollusca (личинки)	0,012
Икра рыб	0,051
Личинки рыб	0,574

В этом случае смертность рачкового планктона составит 0,018 (среднее по группам Copepoda, Euphausiacea, Cladocera, Decapoda); для мягкотелого – 0,012 (среднее по группам Chaetognatha, Pteropoda, Mollusca).

В этом случае, в соответствии со структурой сообщества зоопланктона (кормовая часть) в районе Аркутун-Даги (см. таблицу 4.2), средневзвешенная смертность для всего сообщества составит 0,034 или 3,4% (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Средневзвешенная смертность зоопланктона при единичном импульсе массива ПИ объёмом 2400 куб. дюймов

Группа	B, мг/м^3	d
Amphipoda	1,406	0,018
Cladocera	32,674	0,003
Copepoda	341,069	0,039
Ctenophora	3,893	0,093
Decapoda	4,861	0,017
Euphausiacea	13,850	0,012
Gastropoda	19,827	0,012
Tunicata	3,155	0,012
Всего	420,735	0,034

Смертность (*d*) ихтиопланктона прогнозируется более высокой по сравнению с зоопланктоном: икра рыб – 0,051, личинки рыб – 0,574 (см. таблицу 6.2, приложение 1).

Расчет объемов зон воздействия в пределах максимального радиуса негативного воздействия произведен по алгоритму, предложенному в Методическом пособии по оценке размера вреда водным биоресурсам при сейсморазведке и электроразведке (Методическое пособие…, 2016) в специально созданной программе (приложение 1).

Входными данными для расчета зоны воздействия единичного импульса массива ПИ являются данные по радиусу воздействия на кормовые планктонные

организмы – 10 м, глубине погружения линий ПИ – 5 м, глубине места работы – более 25 м и данные по конфигурации массивов источников и их мощности (см. таблицы 2.2, 2.3).

При запланированных параметрах для источника с рабочим объемом 2400 куб. дюймов зона воздействия на пелагиаль единичного импульса составит 11 630 м^3 (таблица 6.4).

Таблица 6.4 – Исходные объемы и зоны воздействия сейсморабот

Вид работ	Общий объем работ, шт. ПВ	Единичное воздействие, м³	Общий объем зоны воздействия, м³
3D сейсмопрофилирование (2024 г.)	200 500	11 630	2 331 815 000
3D сейсмопрофилирование (2026 г. или 2027 г.)	200 500	11 630	2 331 815 000
3D сейсмопрофилирование (суммарно за 2 года)	401 000	11 630	4 663 630 000

7. РАСЧЕТ УЩЕРБА

Согласно проведённой оценке воздействия, потери водных биологических ресурсов будут складываться из:

потерь водных биоресурсов в результате гибели кормового зоопланктона;

потерь водных биоресурсов в результате гибели икры и личинок рыб (ихтиопланктон);

7.1 Ущерб водным биоресурсам вследствие гибели кормового зоопланктона

Потери рыбопродукции в результате гибели кормового зоопланктона для всего объема производственных сейсморабот на месторождении Аркутун-Даги составят за каждый год работ 9 462,60 кг, суммарно за два года работ – 18 925,20 кг. Подробный расчет представлен в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Потери рыбопродукции в результате гибели кормового зоопланктона при выполнении 3D сейсморабот

B, мг/м^3	d	W, м^3	P/B	K_E	K_3, %	мг/кг (10^{-6})	N, кг
3D сейсмопрофилирование (2024 г.)							
420,735	0,034	2331815000	3,94	0,24	30	1000000	9462,60
3D сейсмопрофилирование (2026 г. или 2027 г.)							
420,735	0,034	2331815000	3,94	0,24	30	1000000	9462,60
Суммарно за 2 года							
420,735	0,034	4663630000	3,94	0,24	30	1000000	18925,20

7.2 Ущерб водным биоресурсам вследствие гибели ихтиопланктона

Потери рыбопродукции в результате гибели икры и личинок рыб за каждый год работ составят 27998,70 кг, для всего объёма запланированных сейсморабот (за два года) – 55 997,40 кг. Подробный расчет представлен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Потери рыбопродукции в результате гибели икры и личинок рыб при выполнении 3D сейсморабот

Видовой состав	Фаза развития	N, экз./м^3	W, м^3	K_1, %	p, кг	d	Θ	N, кг
Gadus chalcogrammus	Икра	0,673	2331815000	0,0013	0,615	0,051	3,00	1919,64
Hippoglossoides robustus	Икра	0,185	2331815000	0,0009	0,338	0,051	2,00	133,85
Limanda aspera	Икра	0,787	2331815000	0,0017	0,411	0,051	2,50	1634,82
Limanda proboscidea	Икра	0,029	2331815000	0,0017	0,12	0,051	2,50	17,59
Limanda sakhalinensis	Икра	0,089	2331815000	0,00069	0,12	0,051	2,00	17,53
Platichthys stellatus	Икра	0,086	2331815000	0,0031	0,971	0,051	3,00	923,56

Видовой состав	Фаза развития	N, экз./м^3	W, м^3	K_1, %	p, кг	d	Θ	N, кг
Pleuronectes quadrituberculatus	Икра	0,004	2331815000	0,0009	0,895	0,051	2,50	9,58
Hypomesus japonicus	Личинки	0,002	2331815000	0,014	0,038	0,574	1,00	14,24
Mallotus villosus	Личинки	0,012	2331815000	0,07	0,028	0,574	1,00	314,81
Eleginus gracilis	Личинки	0,002	2331815000	0,1058	0,222	0,574	0,50	314,37
Gadus chalcogrammus	Личинки	0,006	2331815000	0,026	0,615	0,574	3,00	3852,36
Cottidae gen.sp.	Личинки	0,001	2331815000	0,01	0,15	0,574	1,50	30,12
Enophrys diceraus	Личинки	0,005	2331815000	0,01	0,208	0,574	1,50	208,80
Megalocottus platycephalus	Личинки	0,001	2331815000	0,01	0,55	0,574	1,50	110,42
Ammodytes hexapterus	Личинки	0,038	2331815000	0,1058	0,03	0,574	0,50	807,17
Limanda aspera	Личинки	0,036	2331815000	0,013	0,411	0,574	2,50	6436,26
Limanda proboscidea	Личинки	0,017	2331815000	0,011	0,12	0,574	2,50	750,88
Limanda sakhalinensis	Личинки	0,005	2331815000	0,0013	0,12	0,574	2,00	20,88
Pleuronectes quadrituberculatus	Личинки	0,005	2331815000	0,07	0,895	0,574	2,50	10481,83
Итого за 2024 г.:								27998,70
Итого за 2026 г. (или 2027 г.):								27998,70
Всего за 2 года работ:								55997,40

7.3 Итоговая величина ущерба

Потери водных биоресурсов носят временный характер и будут выражаться в гибели кормовых организмов зоопланктона, гибели пелагической икры и личинок рыб (ихтиопланктон).

Величина потерь рыбопродукции за каждый год работ составит 37 461,30 кг. Суммарная величина потерь рыбопродукции за весь период работ (2 года) составит 74 922,60 кг в натуральном выражении.

8. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УСТРАНЕНИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

В соответствии с п. 33 «Методики определения.., 2020» в случае, если субъектом (или заказчиком) намечаемой деятельности планируется восстановление нарушенного состояния водных биоресурсов посредством искусственного воспроизводства водных биоресурсов, организация таких мероприятий осуществляется с учетом требований, установленных Порядком подготовки и утверждения планов искусственного воспроизводства водных биологических ресурсов, утвержденных приказом Минсельхоза России от 20 октября 2014 г. № 395 (зарегистрирован Минюстом России 20 февраля 2015 г., регистрационный № 36179), с изменениями, внесенными приказом Минсельхоза России от 26 июня 2019 г. № 352 (зарегистрирован Минюстом России 12 сентября 2019 г., регистрационный № 55901).

В целях компенсации возможно осуществление искусственного воспроизводства одного или нескольких видов лососевых видов рыб, исходя из приоритетности объектов и возможности осуществления мероприятий. Для Сахалинской области Восточно–Сахалинской подзоны объекты располагаются в следующем порядке – горбуша, кета (Письмо ФГБУ «Главрыбвод» № 07–744 от 03.03.2023, приложение 2).

Коэффициент промыслового возврата для горбуши при выпуске молоди средней массой 0,28 г принят 0,7% (Приказ Минсельхоза России от 30 января 2015 г. N 25; приказ Минсельхоза России № 167); средний вес одной особи производителей горбуши – 1,35 кг (приказ Минсельхоза России от 25.08.2015 № 377).

В Сахалинской области к выпуску рекомендована молодь кеты двух навесок – навеской от 0,7 до 1 г, для которой коэффициент возврата принят 0,5% и навеской 1,0 г и более с коэффициентом возврата 0,908% (Письмо ФГБУ «Главрыбвод» № 07–744 от 03.03.2023, приложение 2).

В соответствии с формулой (8) Методики определения ущерба (Методика определения…, 2020) при объёме прогнозируемых потерь при выполнении 3D сейсмики за каждый год работ в размере 37461,30 кг необходимо выпустить в естественные водные объекты Сахалинской области (реки северо–восточного Сахалина) 3 964 159 экз. молоди горбуши, или 2 305 311 экз. молоди кеты с навеской 0,7–1,0 г, или 1 269 444 экз. молоди кеты с навеской 1,0 и более грамм, не ниже плановой для конкретного ЛРЗ. Суммарно за два года работ при объёме прогнозируемых потерь в размере 74922,60 кг необходимо выпустить в естественные водные объекты Сахалинской области (реки северо–восточного Сахалина) 7 928 317 экз. молоди горбуши, или 4 610 622 экз. молоди кеты с навеской 0,7–1,0 г, или 2 538 889 экз. молоди кеты с навеской 1,0 и более грамм (таблица 8.1).

Таблица 8.1 – Расчет компенсационных затрат на выращивание молоди тихоокеанских лососей при реализации проекта по проведению сейсморабот 3D в пределах месторождения Аркутун–Даги

Показатели	Горбуша	Кета (0,7–1,0 г)	Кета (≥ 1,0 г)
3D сейсмопрофилирование (2024 г.)			
Потери рыбопродукции (ущерб), кг	37461,30	37461,30	37461,30
Вес особи кеты в промысловом возврате, кг	1,35	3,25	3,25
Коэффициент возврата (%)	0,7	0,5	0,908
Количество мальков к выпуску (шт.), округл.	3964159	2305311	1269444
3D сейсмопрофилирование (2026 г. или 2027 г.)			
Потери рыбопродукции (ущерб), кг	37461,30	37461,30	37461,30
Вес особи кеты в промысловом возврате, кг	1,35	3,25	3,25
Коэффициент возврата (%)	0,7	0,5	0,908
Количество мальков к выпуску (шт.), округл.	3964159	2305311	1269444
Суммарно за 2 года работ			
Потери рыбопродукции (ущерб), кг	74922,60	74922,60	74922,60
Вес особи кеты в промысловом возврате, кг	1,35	3,25	3,25
Коэффициент возврата (%)	0,7	0,5	0,908
Количество мальков к выпуску (шт.), округл.	7928317	4610622	2538889

Затраты, необходимые для проведения восстановительных мероприятий, являются ориентировочными и уточняются субъектом намечаемой деятельности в рамках договорных отношений с подрядными организациями, выполняющими такие мероприятия.

9. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Участок планируемых сейсморабот, площадью 234,4 км^2, располагается в пределах месторождения Аркутун-Даги над глубинами более 30 м (ориентировочно 30–50 м) в пределах верхнего горизонта сублиторали северо-восточного шельфа Сахалина Охотского моря.

По продолжительности негативное воздействие планируемых сейсморазведочных работ характеризуется как временное, с продолжительностью в навигационный период в течение одного сезона; по кратности – однократное; по площади – локальное; по интенсивности – частичная потеря компонентов водных биоресурсов без снижения биологической продуктивности; по времени восстановления до исходного состояния нарушенных компонентов водных биологических ресурсов на участке воздействия – в течение нескольких лет.

Непредотвращаемый вред составил 74 922,60 кг в натуральном выражении (для всего объема работ). Он рассчитан для компонентов водных биоресурсов, последствия которых невозможно предотвратить посредством проведения природоохранных мероприятий, и включает потери кормовой базы рыб (зоопланктон), а также икры и личинок рыб.

Данные потери будут компенсированы мероприятиями по выращиванию молоди приоритетных видов лососевых – горбуши и кеты.

Анализ информации по составу и динамике сообществ, обитающих в районе месторождения Аркутун–Даги, показал, что данный район имеет высокое значение как:

– транзитный район в период нерестовых и нагульных миграций производителей лососевых рыб;

– район раннего морского нагула молоди лососевых после ската;

– район нагула морских промысловых рыб;

– район нереста минтая, желтоперой и палтусовидной камбалы.

В связи с намечаемыми работами наиболее уязвимыми являются производители горбуш и кеты, которые совершают через данный район нагульные и нерестовые миграции к водотокам северо-восточного Сахалина.

Как показали исследования акустического воздействия на рыб, расстояние, на котором наблюдаются поведенческие реакции рыб, составляет обычно 1–2 км от работающего сейсмического судна (McCauley, 1994). В этом случае максимальная площадь зоны интенсивного акустического воздействия вокруг судна составит не более 13 км^2, и она будет смещаться вместе с судном по мере продвижения по сейсмическим профилям.

Рыбы ощущают выстрелы пневмоисточников на больших расстояниях и поэтому будут избегать зону работ сейсморазведочного судна и держаться от него на безопасном расстоянии. При этом не ожидается, что смещение рыбы

относительно зоны интенсивного акустического воздействия, создаст перерывы в ее питании или приведет к снижению выживаемости.

Таким образом, препятствий для миграционных подходов производителей лососевых горбуши и кеты не прогнозируется.

В ранний морской период жизни, после ската, молодь лососевых распространяется вдоль берега в пределах до 20-метровой глубины, где нагуливается в течение 1–2 месяцев, не выходя в более глубокие воды.

В дальнейшем, скопления молоди становятся разреженными и она распространяется на шельф.

Наиболее близкая к берегу граница проведения сейсморабот, начинается ориентировочно за 25–метровой изобатой, выходящей за условную границу распространения молоди лососей в ранний морской период жизни. Таким образом, планируемые работы не приведут к помехам для ската и раннего нагула молоди лососевых.

Численность производителей симы и кижуча на северо-восточном Сахалине невелика и данные виды не образуют сколько-нибудь значимых скоплений.

На протяжении июня–августа в прибрежье происходит нагул еще нескольких видов лососевых, чья численность до сих пор не определена ввиду низкой частоты встречаемости и малочисленности – кунджа, голец, сахалинский таймень.

Для исключения возможного воздействия на молодь лососей не рекомендуется выполнять работы по тестированию оборудования до начала основных работ на акватории с глубинами менее 25 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение и анализ документации по «Программе морских геофизических работ на месторождении Аркутун-Даги» (2023) позволил сделать заключение, что реализация проекта может привести к единовременной потере рыбопродукции вследствие негативного воздействия работающих пневмоисточников. Воздействие прогнозируется на кормовую базу рыб (зоопланктон), икру и личинок рыб (ихтиопланктон).

Величина потерь рыбопродукции за каждый год работ составит 37 461,30 кг. Суммарная величина потерь рыбопродукции за весь период работ (2 года) составит 74 922,60 кг в натуральном выражении.

При объёме прогнозируемых потерь при выполнении 3D сейсмики за каждый год работ в размере 37461,30 кг необходимо выпустить в естественные водные объекты Сахалинской области (реки северо–восточного Сахалина) 3 964 159 экз. молоди горбуши, или 2 305 311 экз. молоди кеты с навеской 0,7–1,0 г, или 1 269 444 экз. молоди кеты с навеской 1,0 и более грамм, не ниже плановой для конкретного ЛРЗ. Суммарно за два года работ при объёме прогнозируемых потерь в размере 74922,60 кг необходимо выпустить в естественные водные объекты Сахалинской области (реки северо–восточного Сахалина) 7 928 317 экз. молоди горбуши, или 4 610 622 экз. молоди кеты с навеской 0,7–1,0 г, или 2 538 889 экз. молоди кеты с навеской 1,0 и более грамм.

Затраты, необходимые для проведения восстановительных мероприятий, уточняются субъектом намечаемой деятельности в рамках договорных отношений с подрядными организациями, выполняющими такие мероприятия.

Выполненные расчеты размера вреда водным биоресурсам Сахалинской области будут справедливы только при выполнении всех заложенных в Программе работ технических решений, природоохранных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

Андреев В. Л. Результаты мечения сельди в заливе Ныйво (северо-восточный Сахалин) в 1963 г. / В. Л. Андреев // Известия ТИНРО. – 1968. – Т. 65. – С. 257-258.

Бирман И. Б. 2004. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей. М.: ФГУП «Национальные рыбные ресурсы», 171 с.

Бирман И.Б. 1985. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей. М.: "Агропромиздат", 207 с.

Борец Л. А. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение / Л. А. Борец – Владивосток, изд. ТИНРО-центр, 1997. – 217 с.

Бурлак Ф. А. Изменения биологических показателей основных промысловых видов камбал: звёздчатой (*Platichthys stellatus*), желтопёрой (*Limanda aspera*), жёлтобрюхой (*Pleuronectes quadrituberculatus*), обитающих в северной части Охотского моря / Ф. А. Бурлак, А. А. Смирнов // Научная молодёжь - Северо-Востоку России: Материалы VIII Межрегиональной конференции молодых учёных, приуроченной к 60-летнему юбилею Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института им. Н. А. Шило ДВО РАН, Магадан, 26–27 ноября 2020 года. Том Выпуск 8. – Магадан: Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н. А. Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук (СВКНИИ ДВО РАН), 2020. – С. 59-62.

Векилов Э.Х., Криксунов Е.А., Полонский Ю.М. Влияние на гидробионты упругих волн от сейсмоисточников для морской геофизической разведки. Информационно-справочное пособие — М., 1995. — 64 с.

Великанов А. Я. Дальневосточная мойва: распределение, особенности биологии, динамика биомассы, проблемы и перспективы промыслового освоения / А. Я. Великанов // Вопросы рыболовства. – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 300-326.

Великанов А. Я. Данные об икринках и личинках дальневосточной мойвы *Mallotus villosus socialis* у берегов южного Сахалина / А. Я. Великанов // Вопросы ихтиологии. – 1988. – Т. 28, вып.4. – С. 644-648.

Великанов А. Я. Перспективы промысла мойвы у западного побережья Сахалина / А. Я. Великанов // ж. Рыбное хозяйство. – 1979. – № 4. – С. 10-12.

Великанов А. Я. Промысел морских биоресурсов и использование сырьевой базы рыболовства в Сахалино-Курильском регионе в первые десятилетия XX1 века / А. Я. Великанов // Труды СахНИРО. Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях. – 2021. – Т. 17. – С. 3-29.

Великанов А. Я. Сырьевые ресурсы морских рыб Сахалина и Курильских островов: состав, современное состояние запасов, их многолетняя изменчивость / А. Я. Великанов // Известия ТИНРО. – 2002. – Т. 130.– С. 1122-1141.

Великанов А. Я. Тихоокеанская мойва / А. Я. Великанов // Биологические ресурсы Тихого океана. – М.: Наука, 1986. – С. 135–145.

Великанов, А. Я. Дальневосточная мойва: распределение, особенности биологии, динамика биомассы, проблемы и перспективы промыслового освоения // Вопросы рыболовства. – 2018. – Т. 19. № 3. – С. 300–326.

Великанов, А. Я. Оценка нерестового запаса и возможных уловов мойвы у берегов о.Сахалин / А. Я. Великанов // Всесоюзное совещание «Резервные пищевые

биологич.ресурсы открытого океана и морей СССР» (Калининград). – М., 1990. – С. 25-27.

Гриценко О.Ф. 2002. Проходные рыбы острова Сахалин. М.:ВНИРО. 247 с.

Гриценко О.Ф., 1973. Биология симы и кижуча Северного Сахалина. М.: ВНИРО. 40 с.

Гриценко О.Ф., Ковтун А.А., Косткин В.К. 1987. Экология и воспроизводство кеты и горбуши. М.: Агропромиздат. 166 с.

Гриценко О. Ф. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел) / О. Ф. Гриценко. – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – 248 с.

Датский А. В. Особенности биологии массовых рыб Олюторско-Наваринского района и прилегающих вод Берингова моря. 2. Семейство Долгохвостовые (Macrouridae), Сельдевые (Clupeidae), Корюшковые (Osmeridae) / А. В. Датский // Вопросы ихтиологии. – 2017. – Т. 57, № 1. – С. 66–81.

Долганов В. Н. Запасы скатов дальневосточных морей России и перспективы их промыслового использования / В. Н. Долганов // Известия ТИНРО. – 1999. – Т. 126, ч. 2. – С. 650-652.

Долганов В. Н. Размножение скатов семейства Rajidae дальневосточных морей России / В. Н. Долганов // Известия ТИНРО. – 1998 а. – Т. 124, ч. 1. – С. 425-428.

Долганов В. Н. Распределение и миграции скатов семейства Rajidae дальневосточных морей России / В. Н. Долганов // Известия ТИНРО. – 1998 б. – Т. 124, ч. 2. – С. 433-437.

Дулепова, Е. П. Сравнительная биопродуктивность макроэкосистем дальневосточных морей. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2002. С. 59–123.

Дулепова, Е. П. Сравнительная биопродуктивность макроэкосистем дальневосточных морей. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2002. С. 59–123.

Дьяков Ю.П. Половое созревание дальневосточных камбалообразных рыб (PLEURONECTIFORMES) / Ю. П. Дьяков // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2015. – № 39. – С. 5-69.

Захарков С.П. Характеристики фитопланктона и гидрологические условия западной части Охотского моря весной 1999 и 2000 гг. по судовым м спутниковым данным / С.П. Захарков, М.С. Селина, Н.С. Ванин, Е.А. Штрайхерт // Океанология. – 2007. – Т. 47 – № 5. – С. 559–570.

Зверькова Л. М. Минтай. Биология, состояние запасов / Л. М. Зверькова. - Владивосток: ТИНРО-Центр, 2003. – 248 с.

Зверькова Л. М. Сырьевые ресурсы Охотского моря у северо-восточного побережья Сахалина / Л. М. Зверькова, Г. М. Пушникова // ж. Рыбное хозяйство. – 1996. – № 1. – С. 38-39.

Иванков В. Н., Андреева В.В., Тяпкина Н.В., Рухлов Ф.Н., Фадеева Н.П. 1999. Биология и кормовая база тихоокеанских лососей в ранний морской период жизни. Владивосток: Изд-во ДВГУ. 1999. 259 с.

Иванков В. Н., Андреева В.В., Тяпкина Н.В., Рухлов Ф.Н., Фадеева Н.П. 1999. Биология и кормовая база тихоокеанских лососей в ранний морской период жизни. Владивосток: Изд-во ДВГУ. 1999. 259 с.

Иванов О. А. Значимость видов рыб в донных и придонных биотопах дальневосточных морей и тихоокеанских вод России / О. А. Иванов, В. П. Шунтов // Известия ТИНРО. – 2022. – Т. 202, № 2. – С. 268-282.

Ившина Э. Р. Промысел сельди в заливах северо-восточного побережья о. Сахалин / Э. Р. Ившина // Вестник Сахалинского музея. – 2022. – № 4 (41). – С. 181-193.

Ившина Э. Р. Распределение тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* на северо-восточном шельфе о. Сахалин в современный период / Э. Р. Ившина, И. Н. Мухаметов // Известия ТИНРО. – в печати.

Исследование рыбных ресурсов в 2002 г. у восточного Сахалина, в районе месторождения Чайво и Одопту, на предполагаемом участке пересечения Татарского пролива трубопроводом и в гавани Де-Кастри с целью сбора исходных данных. Отчёт о выполнении НИР по заявке на проведение работ №BNL-1102 WO3. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2002.

Исследования особенностей воспроизводства минтая Восточно-Сахалинской промысловой подзоны в июне 2014 г.: Отчет о НИР (по договору) / Отв. исполн. И. Н. Мухаметов. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2014. – 52 с., № 12565 н/а.

Каев А. М. 2008. Показатели воспроизводства горбуши северо-восточного побережья острова Сахалин / А. М. Каев, Г. В. Геращенко // Бюллетень № 3 реализации "Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей". - 2008. - С. 102-106.

Ким Сен Ток. Пространственное распределение и многолетняя динамика биомассы демерсальных рыб в зоне Восточно-Сахалинского течения (Охотское море) / Сен Ток Ким // Вопросы ихтиологии. – 2014. – Т. 54, № 6. – С. 672-681.

Ким Сен Ток. Пространственное распределение и некоторые стороны биологии северной тихоокеанской песчанки *Ammodytes hexapterus* Pallas в водах о. Сахалин и Курильских островов по данным 1980–2010-х гг. / С. Т. Ким, А. Ч. Ким // Известия ТИНРО. – 2012. – Т. 171. – С. 69-84.

Ким Сен Ток. Структура шельфовых ихтиоценов северо-восточного Сахалина и залива Терпения / Сен Ток Ким, О. Н. Шепелева // Вопросы ихтиологии. – 2001. – Т. 41, № 6. – С. 750-760.

Ким Сен Ток. Условия воспроизводства минтая *Theragra chalcogramma* (Gadidae) у северо-восточного побережья Сахалина, Охотское море / С. Т. Ким, И. Н. Мухаметов, Д. С. Заварзин (и др.) // Вопросы ихтиологии. – 2017. – Т. 57, № 6. – С. 721-735.

Ким, Сен Ток. Новая информация о тихоокеанской треске в северо-восточных водах острова Сахалин / Сен Ток Ким // Вопросы рыболовства. – 2016. – Т. 17, № 1. – С. 63-71.

Колпаков Н. В. Некоторые черты биологии японского волосозуба *Arctoscopus japonicus* из вод северного Приморья / Н. В. Колпаков // Изв. ТИНРО. – 1999. – Т. 126, Ч. 1. – С. 318-326.

Макоедов А.А., Никитин В.Д., Игнатьев Ю.И. и др. Итоги промысла горбуши и кеты в Сахалино-Курильском регионе в 2019 г. // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИНРО-центр, 2019. – С. 65–75.

Малкин Е. М. О нересте мойвы у восточного побережья Сахалина / Е. М. Малкин, А. А. Чуриков // Рыбное хоз-во. – 1972. – №8. – С. 19-21.

Маркина, Н.П. Количественное распределение планктона и бентоса в Охотском море / Н.П. Маркина, В.И. Чернявский // Известия ТИНРО. - 1984. - Т.106. - С. 109–119.

Матишов Г. Г., Зуев А. Н., Сочнев О. Я., Шпарковский И. А., Вовк В. С., Рабкин В. М., Мандель А.Я., Ефремкин И.Е. Воздействие на окружающую среду поисково-оценочных работ на нефть и газ в Печорском море / // Труды 4 Междунар. конф. «Освоение шельфа Арктических морей», 1999. Ч. 1. С. 384–391.

Методика определения последствий негативного воздействия при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства, внедрении новых технологических процессов и осуществлении иной деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания и разработки мероприятий по устранению последствий негативного воздействия на состояние водных биологических ресурсов и среды их обитания, направленных на восстановление их нарушенного состояния: Приложение к приказу Федерального агентства по рыболовству от 06.05.2020 N 238. – 2020 г. – 23 с.

Методика 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)" (Зарегистрировано в Минюсте России 20.02.2015 N 36147) Приказ Минсельхоза России от 30.01.2015 N 25 (ред. от 25.08.2015).

Методическое пособие по оценке размера вреда водным биоресурсам при сейсморазведке и электроразведке. – М.: Изд-во ВНИРО, 2016. – 86 с.

Мониторинг метана в Охотском море. Под. ред А.И. Обжирова. – Владивосток: Дальнаука, 2002. С. 83–93.

Нерестовые водоемы Сахалинской области. 1962. Южно-Сахалинск. 259 с. Архив СахНИРО, архив. № 1263.

Овченко Р. Т. Размерно-весовые показатели промысловых видов камбал (Pleuronectidae) тихоокеанских вод Камчатки / Р. Т. Овченко, Ю. К. Курбанов // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы X международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов, Москва, 10–11 ноября 2022 года / Федеральное агентство по рыболовству, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии». – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2022. – С. 122-125.

Отчёт о выполнении научно-исследовательских работ по заказу на Поставку компании «Эксон Нефтегаз Лимитед» № 4500771671 от 21 июля 2011 г. «Мониторинг биоты вдоль трассы морского трубопровода Орлан-ДК’11» Книга 1. Результаты исследований. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2012.

Отчёт о выполнении экологических исследований, сопровождающих «Геофизические и геотехнические исследования на шельфе о. Сахалина в 2001» в рамках контракта №BNL-1089. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2001.

Отчет о результатах научных исследований, выполненных в рейсе на НИС «Дмитрий Песков» в июне 2015 года у северо-восточного Сахалина по теме 4.1 (ихтиопланктонная съемка) / Отв. исполн. И. Н. Мухаметов. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2015. – 33 с. Инв. № 12056 н/а.

Отчет о результатах научных исследований, выполненных при проведении экспедиционных работ по изучению эффективности нереста минтая у восточного побережья о. Сахалин на НИС «Дмитрий Песков» в 2017 г.: Отчет о НИР (рейсовый)

/ Отв. исполн: И. Н. Мухаметов. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2017. – 37 с., 12328 н/а.

Отчет по программе мониторинга серых китов у северо-восточного побережья острова Сахалин в 2015 г. Эксон Нефтегаз Лимитед и Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лимитед. – 2016.

Отчет по программе мониторинга серых китов у северо-восточного побережья острова Сахалин в 2018 г. Эксон Нефтегаз Лимитед, Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лимитед и ООО «Газпромнефть-Сахалин». – 2019.

Отчёт по результатам проведения производственного экологического контроля (мониторинга) за строительством морских трубопроводов по проекту «Проект «Сахалин-1». Месторождение Арктутун-Даги. Береговые и морские сооружения. Строительный этап. По заказам Эксон Нефтегаз Лимитед № 229953DY 0501 от 20.01.2012, № 229953DY0601 от 24.11.2011. – Южно-Сахалинск: ФГУП «СахНИРО», 2012.

Отчёт по результатам экологического мониторинга в районе установки основания гравитационного типа (ОГТ) на предстроительном и строительном этапах. Проект «Сахалин-1». Месторождение Арктутун-Даги. Береговые и морские сооружения. Договор № 1931987 РО 4500846614. – Южно-Сахалинск: ЭКС, 2012.

Отчет СахНИРО «Эколого-рыбохозяйственные характеристики акваторий залива Чихачева и пролива Невельского, месторождений Одопту и Чайво». Книга 2 / Отчет о выполнении научно-исследовательских работ по Заявке на проведение работ № BNL-1102 по теме «Исследование рыбных ресурсов в районе месторождений Чайво и Одопту, предполагаемом участке пересечения Татарского пролива трубопроводом и в гавани Де-Кастри с целью сбора исходных данных». – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2002.

Отчет СахНИРО по результатам проведения производственного экологического контроля (мониторинга) за строительством морских трубопроводов по проекту «Проект «Сахалин-1». Месторождение Аркутун-Даги. Береговые и морские сооружения. Строительный этап. По заказам компании «Эксон Нефтегаз Лимитед» № A2299953DY0501 от 20.01.2012 и № A2299953DY0601 от 24.11.2011: Отчет о НИР / СахНИРО; Рук. А.Д. Саматов. – Южно-Сахалинск, 2012.

Отчет ЭКС «По результатам экологического мониторинга в районе установки основания гравитационного типа (ОГТ) на предстроительном и строительном этапах». – Южно-Сахалинск: ЭКС, 2012.

Отчет ЭКС «Результаты экологического мониторинга и производственного контроля в 2014 году. Морская платформа Беркут». Шевченко – Южно-Сахалинск: ЭКС, 2015.

Отчёт ЭКС «Фоновая эколого-рыбохозяйственная характеристика акватории месторождения Аркутун-Даги». (Контракт ENL/ECS №1931987, Заявка на работы №DY6800). – Южно-Сахалинск: Экологическая Компания Сахалина при участии ФГУП «СахНИРО», 2007.

Отчет экспедиции Сахрыбвода по рыбохозяйственному обследованию рек и заливов северо-восточного побережья Сахалина. Южно-Сахалинск , н/архив СахТИНРО N 762 , 1956, 70 с.

Оценка воздействия на водные биоресурсы Сахалинской области при реализации проекта: «Программа морских геофизических исследований на месторождении Проекта «Сахалин-1» (месторождения Одопту, Аркутун-Даги, о.

Сахалин, Охотское море). Договор № 04-64/2018 от 24 июля 2018 г. Отчет. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2019.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) при реализации проекта: «Программа комплексных морских инженерных изысканий на месторождении Аркутун-Даги. Отчет. – М: ФРЭКОМ, 2017.

Оценка ущерба водным биологически ресурсам и компенсационных мероприятий при выполнении сейсмических исследований на северо-восточном шельфе Сахалина в 2015 г. Договор №ХД 04-946/2014-НИР от 18.11.2014 г. Отчет. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2014.

Панченко В. В. Батиметрическое распределение японского волосозуба *Arctoscopus japonicus* (Steindachner, 1881) (Trichodontidae) в заливе Петра Великого (Японское море) и замечания по его биологии / В. В. Панченко, Д. В. Антоненко // Биология моря. – 2021. – Т. 47, № 6. – С. 400-410.

Панченко В. В. Возраст и рост шлемоносных бычков рода *Gymnocanthus* (Cottidae) в заливе Петра Великого и прилегающих районах Приморья (Японское море) / В. В. Панченко // Вопросы ихтиологии. – 2012. – Т. 52, № 2. – С. 234-247.

Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. М.: Изд-во ВНИРО, 2001. С. 163—175. (Обзор.)

Первеева, Е. Р. Распределение и биология стригуна опилио *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788) в водах, прилегающих к острову Сахалин: Автореферат дис. … канд. биол. наук / Москва. – 2005. – 22 с.

Пометеев Е. В. Размерно-возрастной состав звездчатой камбалы из уловов научно-исследовательских судов у северо-восточного Сахалина / Е. В. Пометеев, А. А. Смирнов // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы XIX международной научной конференции, посвященной 70-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН И. А. Черешнева, Петропавловск-Камчатский, 14–15 ноября 2018 года. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН, 2018. – С. 361-363.

Пометеев Е. В. Распределение и запасы звездчатой камбалы северо-восточного побережья Сахалина / Е. В. Пометеев // Прибрежное рыболовство – XXI век: тезисы докл. – Южно-Сахалинск, 2001. – С. 95-96.

Пометеев Е. В. Распределение и размерно-возрастная характеристика бычка-бабочки *Melletes papilio* северо-восточного Сахалина / Е. В. Пометеев // Труды СахНИРО, 2007. – Т. 9. – С. 95-96.

Проведение экологического мониторинга морской биоты на трассе морских трубопроводов по проекту «Сахалин-1». Книга 1. Результаты исследований / Отчёт о НИР по заказу на Поставку компании «Эксон Нефтегаз Лимитед№ 4500499884 от 21 июля 2008 г. / Отв. исп. И.А. Немчинова. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2008.

Проведение экологического мониторинга морской биоты на трассе морских трубопроводов по проекту «Сахалин-1». Книга 1. Результаты исследований / Отчёт о НИР по заказу на Поставку компании «Эксон Нефтегаз Лимитед» № 4500586959 от 03 августа 2009 г. / Отв. исп. В.С. Лабай. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2010.

Проведение экспедиционных работ по изучению эффективности нереста минтая у восточного побережья о. Сахалин на НИС «Дмитрий Песков» в 2018 г.: Отчет о НИР (рейсовый) / Отв. исполн: И. Н. Мухаметов. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2018. – 30 с., № 12368 н/а.

Программа инженерных изысканий. Месторождение Аркутун-Даги. Проект «Сахалин–1». Приложение 5. Расчет ущерба биоресурсам. – Эксон Нефтегаз Лимитед, 2007.

Пространственное распределение планктона в условиях весенней динамики вод северо-восточного Сахалина. Отчет о НИР: Руководитель, к.б.н. Е.М. Латковская / Ким Сен Ток, Заварзин Д.С., Мухаметов И.Н., Корнеев Е.С., Частиков В.Н., Цхай Ж.Р. - Южно-Сахалинск: СахНИРО, – 2015. – 119 с. – Инв. № 12091н/а.

Пространственное распределение планктона в условиях весенней динамики вод северо-восточного Сахалина. Отчет о НИР : Руководитель, к.б.н. Е.М. Латковская / Ким Сен Ток, Заварзин Д.С., Мухаметов И.Н., Корнеев Е.С., Частиков В.Н., Цхай Ж.Р. - Южно-Сахалинск: СахНИРО, – 2015. – 119 с. – Инв. № 12091н/а.

Результаты исследований окружающей среды в районе строительства промысловых сооружений по проекту «Сахалин–1» в 2001 году. – Южно-Сахалинск: Экологическая компания Сахалина, 2002.

Результаты научных исследований, выполненных на НИС «Дмитрий Песков» в мае-июне 2020 г. у восточного Сахалина» (рейсовый): Отчет о НИР (рейсовый) / Отв. исполн: Мухаметов И.Н. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2020. – 68 с., № 12729 н/а.

Рыбникова И. Г. Популяционно-генетические исследования тихоокеанской сельди северо-восточного Сахалина и Сахалинского залива / И. Г. Рыбникова, Г. М. Пушникова // Рациональное использование биоресурсов Тихого океана. Тез. док. - Владивосток, 1991. – С. 170-171.

Сафронов С. Н., Никифоров С. Н. 1995. Видовой состав и распределение ихтиофауны пресных и солоноватых вод Сахалина // Материалы XXX научно - методической конференции преподавателей ЮСГПИ. Доклады и тезисы докладов. Южно-Сахалинск. Изд. РИО ЮСГПИ. 4 II. С. 112-124.

Сафронов С. Н. Экология дальневосточной наваги (*Eleginus gracilis* Telesius) в Сахалино–Курильском районе: Автореф. дис. … канд. биол. наук / С.Н. Сафронов – Владивосток, 1986. – 24 с.

Сергеева Н. П. Половое созревание, шкала стадий зрелости гонад и половой цикл тихоокеанской наваги *Eleginus gracilis*, Tilesius (Gadiformes, Gadidae) / Н. П. Сергеева, А. И. Варкентин // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2022. – № 65. – С. 5-25.

Смирнов А. В. и др. Отчет о результатах научных исследований, проведенных у северо-восточного Сахалина и в заливе Терпения на НИС "Профессор Пробатов" с 06 августа по 02 сентября 2010 г. / Смирнов А. В., Смирнов И.П., Лученков А.В., Баранова Е.А., Юркова Ю.А. – Южно-Сахалинск: СахНИРО; Инв.11291, 2010. – 88 с.

Смирнов А. В. и др. Результаты учетной донной траловой съемки на НИС «Дмитрий Песков» «БИФ ВНИРО» у северо-восточного Сахалина и в зал. Анива в период с 29 сентября по 6 ноября 2021 г. / Смирнов А. В., Смирнов И. П., Новокрещенных С. В., Слепченко Д. В. – Южно-Сахалинск: СахНИРО; Инв.13218, 2021. – 71 с.Гриценко О.Ф., 1973. Биология симы и кижуча Северного Сахалина. М.: ВНИРО. 40 с.

Смирнов, И. П. Распределение и биологическая характеристика промысловых видов беспозвоночных у северо-восточного Сахалина / И. П. Смирнов // VI Всероссийская конференция по промысловым беспозвоночным: Тезисы докладов. – М.: Изд-во ВНИРО. – 2002. – С.39–42

Смирнова, Л.И. Фитопланктон Охотского моря и Прикурильского района / Л.И. Смирнова // Биологические исследования моря: Труды ИО. М.: Изд. АН СССР. - 1959. – Т. XXX. – С. 3–51.

Соколовский А. С. Рыбы залива Петра Великого / А. С. Соколовский, Т. Г. Соколовская, Ю. М. Яковлев; Под ред. акад. РАН А. В. Адрианова. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – 376 с.

Соколовский А. С., Соколовская Т. Г., Яковлев Ю. М. Рыбы залива Петра Великого. – Владивосток: Дальнаука, 2011 – 431 с.

Сорокин, Ю.И. Первичная продукция и гетеротрофный микропланктон в Охотском море / Ю.И. Сорокин, П.Ю. Сорокин, О.В. Сорокина, Т.И. Мамаева // Журнал общей биологии. – 1995. -Т. 5. - № 5. - С. 603-628.

Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна – 2022: Материалы к промысловым прогнозам (краткая версия). – Владивосток: ТИНРО, 2022. – 215 с.

Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна – 2021: Материалы к промысловым прогнозам (краткая версия). – Владивосток: ТИНРО, 2021. – 455 с.

Токранов А. М. Некоторые черты биологии бычка-бабочки *Melletes papilio* (Cottidae) в прикамчатских водах Охотского моря / А. М. Токранов // Вопросы ихтиологии. – 2014. – Т. 54, № 5. – С. 566-573.

Токранов А. М. Особенности размерно-возрастной структуры некоторых представителей отрядов Scorpaeniformes и Perciformes прикамчатских вод / А. М. Токранов // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2021. – № 57. – С. 54-69.

Токранов А. М. Распределение керчаковых (Cottidae, Pisces) на западно-камчатском шельфе в летний период / А. М. Токранов // Зоол. журн. – 1981. – Т. 60, вып. 2. – С. 229-237.

Фадеев Н. С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. – 366 с.

Фадеев Н. С. Биология и промысел тихоокеанских камбал / Н. С. Фадеев // Владивосток: Дальиздат, 1971. – 100 с.

Фадеев Н. С. Половое созревание минтая в северной части Охотского моря и обоснование минимального промыслового размера / Н. С. Фадеев, М. М. Раклистова // Известия ТИНРО. – 2003. – Т.133. – С. 45-55.

Фадеев Н. С. Северо-тихоокеанские камбалы (распространение и биология) / Н. С. Фадеев // М.: Агропромиздат, 1987. – 175 с.

Чучукало В. И. Питание и пищевые отношения нектона и нектобентоса в дальневосточных морях; ТИНРО-Центр. – Владивосток: Тинро-Центр, 2006. – 484 с.

Шевченко О.Г. Фитопланктон северо-восточного побережья о-ва Сахалин в августе–сентябре 2010 г. / О.Г. Шевченко, А.А. Пономарева // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2013. – Т. 29. – С. 31–40.

Ширманкина Л. С. Результаты первого этапа исследований по волосозубу японскому в Сахалино-Курильском районе / Л. С. Ширманкина // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – 1996. – Вып. 8. – С. 44-46.

Шубин А.О. Молодь горбуши Oncorhynchus gorbuscha и кеты Oncorhynchus keta (Salmonidae) в ихтиоценах верхней эпипелагиали шельфа и свала глубин восточного Сахалина и южных Курильских островов в летний период 2002-2004 гг.

/ А. О. Шубин, Л. В. Коряковцев, С. А. Коваленко, Д. Ю. Стоминок // Труды СахНИРО. - Южно-Сахалинск, 2007. - Изд-во СахНИРО. - Т. 9. - С. 16-36.

Шунтов В. П. 1994. Новые данные о морском периоде жизни азиатской горбуши // Изв. ТИНРО. Т. 116. С. 3-41.

Шунтов В.П. Минтай в экосистемах дальневосточных морей / В. П. Шунтов, А. Ф. Волков, О. С. Темных. – Владивосток: ТИНРО, 1993. – 426 с.

Шунтов В.П/ Биология дальневосточных морей России. / В.П. Шунтов. Т. 1. – Владивосток : ТИНРО-центр, 2001. – 579 с.

Щукина Г. Ф. Азиатская корюшка *Osmerus mordax dentex* шельфовых вод Сахалина и южных Курильских островов (распределение, биология, популяционная структура): Автореф. дис. … канд. биол. наук / Г. Ф. Щукина. – Владивосток: ИБМ, 1999. – 23 с.

Экологический мониторинг в районе платформы «Орлан» и по трассе морского трубопровода платформа «Орлан» - БП «Чайво» в 2014 г. (Контракт ENL/ECS №А2470710, Заявка №4501043602): Итоговый отчет. – Экологическая компания Сахалина: Южно-Сахалинск, 2014.

Экологический мониторинг морской биоты и донных отложений на объектах проекта «Сахалин-1»: 1. Платформа «Орлан»; 2. Трубопровод от платформы «Орлан» до БП Чайво; 3. Платформа «Беркут»; 4. Промысловый трубопровод Платформа «Беркут» – БП Чайво; 5. Татарский пролив; 6. Залив Чихачева. Книга 1. Текст отчета. – Южно-Сахалинск, 2019. – 264 с.

Эколого-рыбохозяйственные характеристики акваторий залива Чихачева и пролива Невельского, месторождений Одопту и Чайво. Книга 2 // Отчет о выполнении научно–исследовательских работ по Заявке на проведение работ № BNL–1102 по теме «Исследование рыбных ресурсов в районе месторождений Чайво и Одопту, предполагаемом участке пересечения Татарского пролива трубопроводом и в гавани Де-Кастри с целью сбора исходных данных». – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2002.

Юсупов Р. Р. Биологическая характеристика хоботной камбалы *Myzopsetta proboscidea* (Pleuronectidae) северной части Охотского моря Исследования водных биологических ресурсов Камчтки м северо-западной части Тихого океана. – 2013, вып. 29. – С.116–124.

Юсупов Р.Р., Метелев Е.А., Сергеев А.С., Данилов В.С.Первые данные о размерно-возрастной и половой структуре сахалинской камбалы *Limanda sakhalinensis* (Сем. Pleuronectidae) северной части Охотского моря // Исследования водных биологических ресурсов Камчтки м северо-западной части Тихого океана. – 2020, вып. 57. – С.117–124.

Юсупов Р.Р., Метелев Е.А., Сергеев А.С., Данилов В.С.Первые данные о размерно-возрастной и половой структуре сахалинской камбалы *Limanda sakhalinensis* (Сем. Pleuronectidae) северной части Охотского моря // Исследования водных биологических ресурсов Камчтки м северо-западной части Тихого океана. – 2020, вып. 57. – С.117–124.

Юсупов Р. Р. Первые данные о размерно-возрастной и половой структуре сахалинской камбалы *Limanda sakhalinensis* (Pleuronectidae) северной части Охотского моря / Р. Р. Юсупов, Е. А. Метелев, А. С. Сергеев, В. С. Данилов // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2020. – № 57. – С. 117-124.

Юсупов Р. Р. Рост и продукция массовых видов камбаловых рыб (Pleuronectidae) северной части охотского моря / Р. Р. Юсупов, Ю. К. Семенов, Ю. А. Шилин // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2015. – № 36. – С. 14-24.

Chapman C.J., Hawkins A.D. An importance of sound in fish behavior in relation to capture by trawls // FAO Fish. Rep., 1969. T.(62). Vol. 3. P. 717–729.

Dalen J., Knutsen G.M. Scaring effect in fish and harmful effects on eggs, larvae and fry by offshore seismic exploration // Symp. on Underwater Acoustics, Halifax, N.S., 1986. — New York: Plenum Publishing Corp. 1987. P. 93–102.

Impact assessment for seismic activities.// IOSEA. Department of Communications, Energy and Natural Resources. Section. 2008. — 29 p.

IUCN. 2008 IUCN Red List of Threatened Species, 2008. [Электронный ресурс]. URL: http://www.iucnredlist.org/ (дата обращения 07.03.2020).

JASCO acoustic modelling of planned 2015 Odoptu and Chayvo 3D seismic surveys, 2015.

JASCO acoustic modelling of planned 2015 Odoptu and Chayvo 3D seismic surveys, 2015.

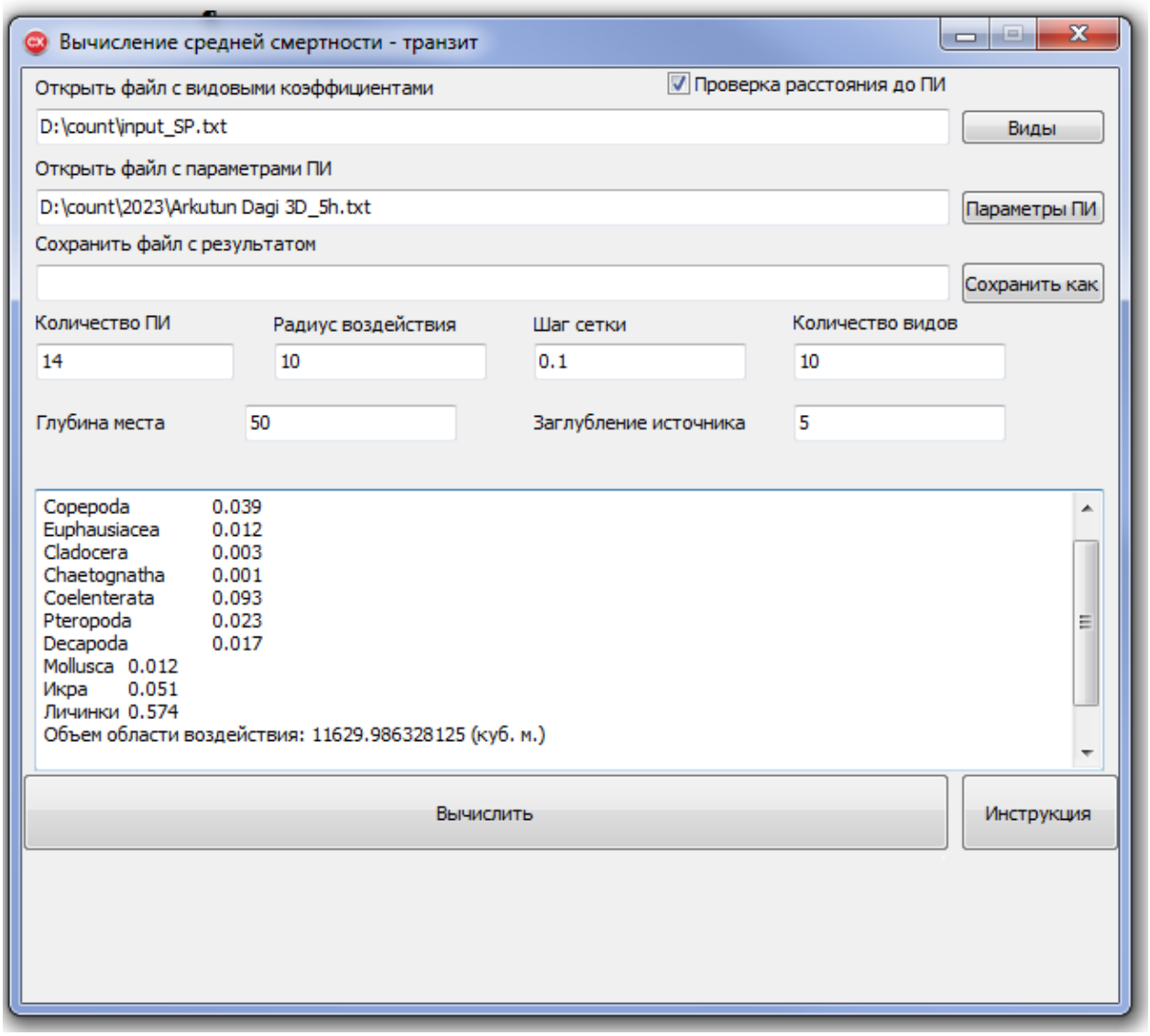
Kostyuchenko L.P. Effect of elastic waves generated on fish and fish eggs in the Black Sea // Hydrobiological J., 1973. Vol. 9. No. 5. P. 72–75.

McCauley R.D. Seismic Surveys // Environmental implications of offshore oil and gas development in Australia. — Sydney: Australian Petroleum Exploration Association, 1994. P. 23–118.

Pearson W. Effects of seismic energy releases on the survival and development of zoeal larvae of dungeness crab (Cancer magister). / W. Pearson, J. Skalski, S. Sulkin, C. Malme // Mar. Environ. Res. – 1994. No. 38. P. 93–113.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 – Расчетные значения смертности зоо- и ихтиопланктона (скриншот)



Приложение 2 – Письмо ФГБУ «Главрыбвода» (Сахалинский филиал) от 03/03/2023№ 07-744

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Главное бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов»

(ФГБУ «Главрыбвод»)
(Сахалинский филиал)

693006, Сахалинская область,
г. Южно-Сахалинск, ул. Емельянова, д.43-а
E-mail: priemnaya@sakhrybvod.ru
Сайт: www.sakhrybvod.ru

ОКПО 00472880 ОГРН 1037739477764
ИНН 7708044880 КПП 772501001

03 МАР 2023 № 07-744

на № 206-349 от 28.02.2023

Руководителю Сахалинского
филиала ФГБНУ «ВНИРО»
(«СахНИРО»)
Н.В. Колпакову

693023, г. Южно-Сахалинск,
ул. Комсомольская, д. 196,
тел. 8(4242)45-76-79,
факс 8(4242)45-76-78

Уважаемый Николай Викторович!

По Вашему запросу (исх. № 206-349 от 28.02.2023) Сахалинский филиал ФГБУ «Главрыбвод» предоставляет следующую информацию:

1. Приоритетные объекты искусственного воспроизводства водных биоресурсов для расчёта компенсационных мероприятий.

В декабре 2016 года Сахалино-Курильское территориальное управление Росрыболовства и Сахалинский филиал ФГБУ «Главрыбвод» (на тот момент ФГБУ «Сахалинрыбвод») разработали единое мнение и распределили виды водных биоресурсов, воспроизводство которых в составе восстановительных мероприятий по приоритетности в следующей последовательности по районам воспроизводства):

Восточно-Сахалинская подзона:
- юго-восток Сахалина: горбуша - кета;
- бассейн реки Тымь: кижуч - горбуша - кета;
- залив Анива: горбуша - сима- кета;

Западно-Сахалинская подзона:
- юго-запад Сахалина: горбуша - кета - сима;

Курилы: кета - сима - горбуша.

2. Навески за единицу продукции объектов искусственного воспроизводства.

Масса выпускаемой молоди кеты составляет 0,7 - 1,0 грамм, молоди горбуши 0,28 - 0,3 грамма, молоди кижуча 1,5 - 2,0 грамма.

3. Соответствующие коэффициенты возврата объектов искусственного воспроизводства.

Коэффициент возврата для кеты весом до 1,0 г согласно «Методике» (Приказ ФАР № 328 от 06.05.2020, Приказ ФАР №167 от 31.03.2020) в Сахалинской области равен 0,5 %, свыше 1,0 г - 0,908-1,0 %. Для кижуча массой 1,5 - 2,0 г, коэффициент возврата равен 0,5 %. Для горбуши массой 0,28 - 0,3 г, коэффициент возврата равен 0,7 %.

В феврале 2023 нами рассмотрены предлагаемые изменения для внесения в приложение № 2 Методики исчисления размера вреда 31.03.2020 № 167. Считаем, что:

- В разделе «водные объекты Сахалинской области (за исключением рек острова Сахалин, впадающих в залива Анива)...», коэффициент возврата кеты, равный 2,0 %, для рек северо-востока острова завышен.

По данным Сахалинского филиала ФГБНУ «ВНИРО» в предыдущие годы коэффициент возврата кеты в этом районе составлял 0,908 - 0,983 %.

- В разделе «выпуск в реки острова Сахалин, впадающие в залив Анива ...» содержится только коэффициент возврата кеты. Отсутствует показатель для горбуши и симы, также выпускаемых в реки залива Анива. Популяция горбуши находится в депрессивном состоянии и нуждается в поддержании численности. При выборе вида ВБР для проведения компенсационных мероприятий в Сахалинской области горбуша относительно кеты находится в приоритете.

4. Стоимость за единицу продукции выращиваемых объектов искусственного воспроизводства.

Согласно действующему Прейскуранту цен, утверждённому Приказом ФГБУ «Главрыбвод» № 299 от 29.12.2022, до 31 декабря 2023 года стоимость 1 единицы продукции составляет для молоди кеты и горбуши 8,00 руб., для молоди кижуча - 12,20 руб.

С уважением,
И.о. заместителя начальника учреждения -
начальника Сахалинского филиала
ФГБУ «Главрыбвод» П.С. Сухонос

Исп.
М.Г. Шереметьева
Тел. 46-75-16