



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЯМАЛ СПГ»



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ЦЕНТР МОРСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»
(ООО «ЦМИ МГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «ЦМИ МГУ»


Д.В. Корост



**«КОМПЛЕКСНАЯ ПРОГРАММА МОНИТОРИНГА
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОБИОЦЕНОЗОВ
АКВАТОРИИ МОРСКОГО ПОРТА САБЕТТА ДЛЯ РАННЕГО
ОБНАРУЖЕНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВСЕЛЕНИЯ
ОПАСНЫХ ЧУЖЕРОДНЫХ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ В 2021-2023
ГОДАХ»**

Договор № 770/21-ЯСПГ от «02» июля 2021 года

г. Москва, 2021

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

ФИО	Организация	Роль в проекте
Коновалова Ольга Петровна	ООО «ЦМИ МГУ»	Управление НИР: заместитель руководителя
Рогожин Владимир Сергеевич	ООО «ЦМИ МГУ»	Управление НИР: научный сотрудник
Калениченко Владислав Олегович	ООО «ЦМИ МГУ»	Управление ПИР: Начальник отдела экологии
Кокорин Александр Игоревич	ООО «ЦМИ МГУ»	Управление НИР: Заместитель руководителя лаборатории гидробиологии

СОДЕРЖАНИЕ

Список исполнителей.....	2
Содержание	3
Список рисунков и таблиц.....	5
Список приложений	6
Список сокращений.....	7
1. Введение.....	8
1.1. Цель работ	8
1.2. Район работ.....	10
1.3. Физико-географическая характеристика	11
1.4. Климатическая характеристика.....	12
1.5. Характеристика состояния окружающей среды	14
1.5.1. Характеристика качества донных отложений	14
1.5.2. Фитопланктон	19
1.5.3. Зоопланктон	21
1.5.4. Ихтиопланктон	22
1.5.5. Зообентос	23
1.6. Оценка экологического состояния акватории порта Сабетта с точки зрения контроля риска вселения чужеродных видов с балластными водами	27
1.6.1. Обрастания причальных сооружений	27
1.6.2. Зоопланктон	27
1.6.3. Ихтиопланктон	29
1.6.4. Макрозообентос.....	29
2. Виды и объемы работ.....	33
2.1. Подготовительные работы	33
2.2. Экспедиционные работы.....	34
2.3. Камеральная обработка	35
2.4. Объем работ.....	35
2.4.1. Информационно-измерительная сеть станций	36
3. Организация работ.....	37
3.1. Экспедиционное судно.....	37
3.2. Технические средства и оборудование	37
4. Методика выполнения работ	39
4.1. Экспедиционные работы.....	39
4.1.1. Последовательность выполнения работ на станциях	39
4.1.2. Гидрологические исследования	39
4.1.3. Исследование качества донных отложений.....	42
4.1.4. Гидробиологические исследования	45
4.2. ДНК-исследования балластных вод.....	52
4.3. Контроль обрастания в порту Сабетта.....	53

5.	Ожидаемые результаты работ	54
5.1.1.	Предварительный состав работ:.....	54
5.1.2.	Предварительная структура отчета	54
6.	Техника безопасности и охрана окружающей среды	56
7.	Список литературы.....	62

СПИСОК РИСУНКОВ И ТАБЛИЦ

Рисунки

Рисунок 1.1 район работ в акватории порта Сабетта	10
Рисунок 1.2 Гистограмма гранулометрического состава донных отложений на станциях ЯСПГ 1 – ЯСПГ 50.....	15
Рисунок 1.3 Гистограмма гранулометрического состава донных отложений на станциях ЯСПГ 51 – ЯСПГ 100.....	16
Рисунок 1.4 Пространственное распределение типов донных отложений.....	17
Рисунок 1.5. Вклад в видовое разнообразие различных таксономических групп фитопланктона Обской губы в августе 2019 г.	20
Рисунок 1.6. Суммарное процентное соотношение отдельных видов ихтиопланктона в зоне влияния проекта "«Ямал СПГ» "	22
Рисунок 1.7. Процентное соотношение отдельных видов ихтиопланктона на станциях мониторинга (без учета пустых станций)	23
Рисунок 1.8. Сообщества макрозообентоса, выделенные статистическими методами	27
Рисунок 1.9 Соотношение различных таксономических групп сообщества микроводорослей-обрастателей причальных сооружений в районе п. Сабетта в августе 2019 г.	Ошибка! Закладка не определена.
Рисунок 4.1 – Работа с CTD-зондом YSI Castaway	41
Рисунок 4.2 – Отбор донных отложений дночерпателем «Океан-0,1»	46
Рисунок 4.3 – Отбор проб морской воды батометром Нискина, закрывающимся с помощью посыльного груза	45
Рисунок 4.4- Камера обратной фильтрации.....	46
Рисунок 4.5 – Отбор проб зоопланктона сетью Джеди	49
Рисунок 4.6 – Лов ихтиопланктона на циркуляции с помощью сети ИКС-80.....	50
Рисунок 6.1 – Сотрудник ООО «ЦМИ МГУ», выполняющий работы в полном комплекте СИЗ	57

Таблицы

Таблица 1.1. Виды планктонных беспозвоночных, которые могут быть перенесены в балластных водах (http://www.iucngisd.org/gisd/).....	28
Таблица 1.2 Виды донных беспозвоночных, которые могут быть перенесены в балластных водах и в обрастаниях судов (http://www.iucngisd.org/gisd/).....	29
Таблица 2.1 – Объем гидрологических, гидрохимических и гидробиологических исследований	35
Таблица 2.2 – Планируемые координаты станций	36
Таблица 3.1. – Оборудование для проведения исследований	37
Таблица 4.1 – Методики исследований донных отложений	43
Таблица 6.1– Пути к нейтрализации основных угроз при выполнении работ	57

Список приложений

Приложение А Техническое задание

Список сокращений

ВНИРО	Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
ГОСТ	Государственный стандарт
ДНК	Дезоксирибонуклеиновая кислота
ИС	Исследовательское судно
ЛУ	Лицензионный участок
МГУ	Московский государственный университет
МСОП	Международный союз охраны природы
МФК	Международная финансовая корпорация
МАРПОЛ 73/78	Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов
НИР	Научно-исследовательские работы
НИС	Научно-исследовательское судно
О.	Остров
ОАО	Открытое акционерное общество
ОВОС	Оценка воздействия окружающей среды
ООО	Открытое акционерное общество
ОТ и ПБ	Охрана труда и пожарная безопасность
ПАО	Публичное акционерное общество
ПАУ	Полициклические ароматические углеводороды
ПБОТОС	Промышленная безопасность, охрана труда и окружающая среда
ПДК	Предельно допустимая концентрация
Пос.	Посёлок
ПИР	Проектно-изыскательные работы
ПК	Персональный компьютер
ПХБ	Полихлорированные бифенилы
СТД (Conductivity, Temperature and Depth)	Зонд, с помощью которого измеряют соленость, температуру и глубину
СИЗ	Средства индивидуальной защиты
СПГ	Сжиженный природный газ
GISD (global invasive species database)	Глобальная база данных инвазивных видов

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящая комплексная программа мониторинга экологического состояния гидробиоценозов акватории морского порта Сабетта для раннего обнаружения и предотвращения вселения опасных чужеродных инвазивных видов в 2021–2023 годах реализуется на основании договора между ОАО «Ямал СПГ» и ООО «Центр морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова», в соответствии с Техническим заданием. Реализацию комплексной программы экологического состояния гидробиоценозов акватории морского порта Сабетта для раннего обнаружения и предотвращения вселения опасных чужеродных инвазивных видов в 2021–2023 годах ООО «ЦМИ МГУ» планирует выполнять собственными силами с привлечением субподрядных организаций.

При выполнении работ ООО «ЦМИ МГУ» руководствуется Политикой в области охраны здоровья и безопасности труда, качества и экологической политикой в соответствии с требованиями российских и международных стандартов.

ООО «ЦМИ МГУ» обладает следующими лицензиями и сертификатами:

- Действующим свидетельством о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства №436 от саморегулируемой организации (№ СРО-И-037-18122012);
- Действующим сертификатом соответствия системе менеджмента качества ISO 9001–2015 (рег. № FORTIS.RU.0001.F0012608);
- Действующим сертификатом соответствия системе экологического менеджмента ISO 14001:2004 (рег. № FORTIS.RU.0001.F0001453);
- Действующим сертификатом соответствия системе менеджмента охраны здоровья и безопасности труда OHSAS 18001:2007 (рег. № FORTIS.RU.0001.F0000891);
- Действующей лицензией на осуществление деятельности в области гидрометеорологии и в смежных с ней областях (№ Р/2016/3019/100/Л от 14 марта 2016 г.).

Субподрядные организации

1. ООО «Лаборатория» (Аттестат аккредитации № RA.RU.21AK94) – Отбор образцов и выполнение камеральных исследований воды и донных отложений.

2. ООО «Генотек» – Исследование образцов ДНК, взятых из балластных вод на предмет наличия инвазивных видов.

1.1.Цель работ

Целевым назначением работ является контроль и управление риском вселения чужеродных инвазивных видов с балластными водами в акватории морского порта Сабетта, связанных с деятельностью ОАО «Ямал СПГ».

Проникновение видов-вселенцев является значительным риском для крупных инфраструктурных проектов, в том числе – связанных с приходом судов из других регионов и поступлением в акваторию балластных вод. Судовые балластные воды высоко идентифицируются за свою роль в перемещении биологических видов, а также в качестве потенциального вектора распространения инвазивных чужеродных видов. В данном контексте комплексная программа мониторинга направлена на предотвращение вселения опасных инвазивных видов с целью выполнение требований Конвенции об управлении

балластными водами, Стандарта 6 МФК, принятых корпоративных Программ, Плана мероприятий по сохранению биоразнообразия ОАО «Ямал СПГ» и Комплексной программы по реализации экологической стратегии ПАО «НОВАТЭК».

В рамках реализации проекта будут решены следующие задачи:

1. Оценка риска, создаваемого судовой балластной водой, сбрасываемой в акватории морского порта Сабетта, и разработка мер для управления данным риском;
2. Мониторинг состояния гидробиоценозов акватории морского порта Сабетта (включая подходной канал), направленный на раннее обнаружение и предотвращение вселения опасных инвазивных видов (исследование состояния фито- и зоопланктона, зообентоса в акватории порта и на подходном канале);
3. Контроль обрастаний на портовых сооружениях;
4. Контроль состояния балластных вод, сбрасываемых в акватории морского порта Сабетта, включая выборочный контроль проб балластной воды из судовых танков (контроль биологического состава балластных вод грузовозов);
5. Обеспечение поддержки ответственного подхода Проекта «Ямал СПГ» к управлению экологическими и связанными с ними социальными рисками и формирование лучших практик в области реализации СПГ проектов в России и за рубежом; выполнение требований Конвенции об управлении балластными водами, Стандарта 6 МФК, принятых корпоративных Программы и Плана мероприятий по сохранению биоразнообразия.

1.2. Район работ

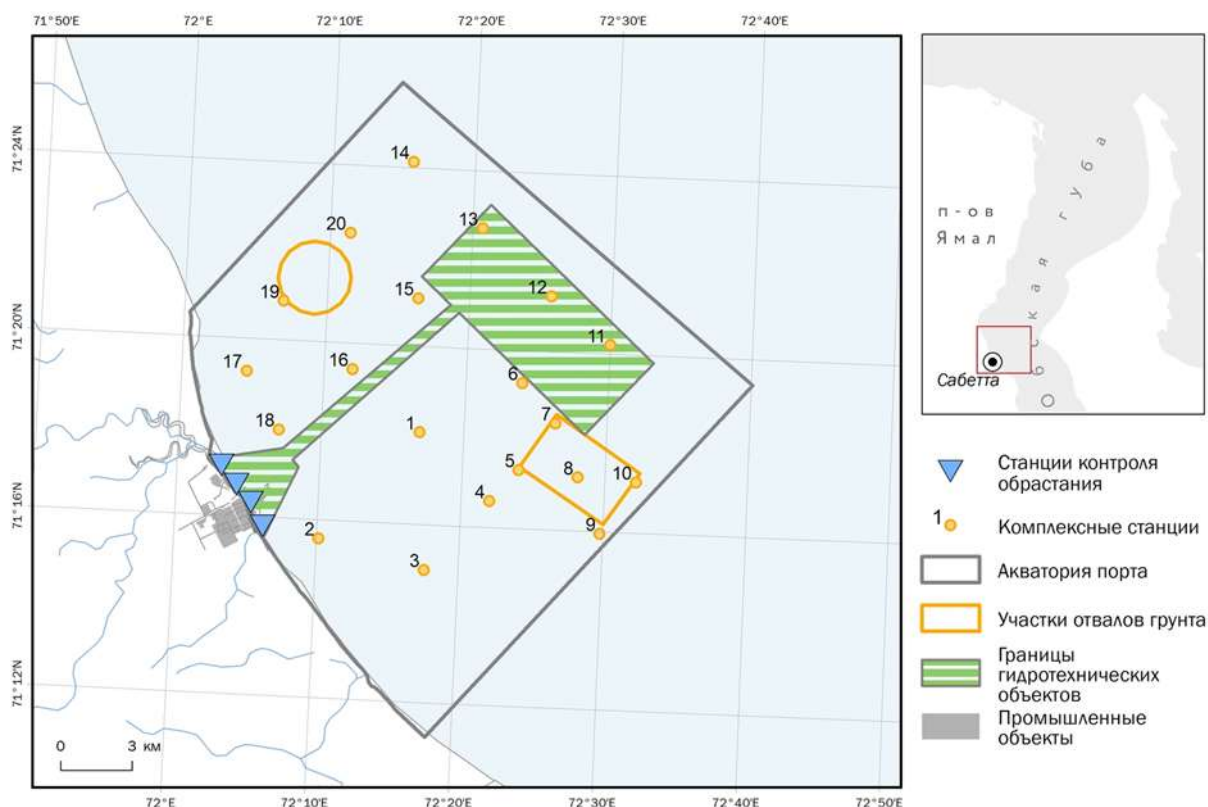


Рисунок 1.1 район работ в акватории порта Сабетта.

В соответствии с российским ОВОС и международной оценкой воздействия на экологическую и социальную среду зона непосредственного воздействия Проекта «Ямал СПГ» в акватории Обской губы простирается от трассы Северного морского пути до траверза южной границы Южно-Тамбейского лицензионного участка (Рисунок 1.1). В соответствии с техническим заданием район мониторинга в рамках комплексной программы определяется, как акватория морского порта Сабетта в Обской губе, включая подходной канал, и морская часть Южно-Тамбейского лицензионного участка.

Выполнение морских экспедиционных работ запланировано в несколько этапов, время выполнения: июнь – сентябрь 2021-2023 годов;

Лабораторные гидробиологические и химико-аналитические исследования, камеральные работы, анализ полученного в ходе экспедиционных работ материала и подготовка отчета о результатах выполнения программы за текущий год осуществляются в срок до конца декабря текущего года;

Итоговый отчет будет включать в себя результаты выполнения комплексной программы за период 2021–2023 гг.

По всей акватории района работ планируется отобрать 20 станций, приуроченных к акватории морского порта Сабетта и морской части Южно-Тамбейского лицензионного участка, включая подходной канал и район дампинга грунта. Всего на участке будет произведен отбор на 20 комплексных станциях: 5 станций располагаются на участке дампинга и 15 станций в акватории порта. Также будет произведен отбор проб обрастаний портовых сооружений (не менее 4-х точек внутри акватории порта - по соображениям

безопасности отбираются подрядчиками, обслуживающими портовую инфраструктуру; передаются для анализа).

1.3. Физико-географическая характеристика

Обская губа – это эстуарий, замыкающий водоем бассейна реки. Устье Обской губы открывается в мелководную область шельфа Карского моря, которую называют Обь-Енисейским мелководьем. Гидрологический режим этой морфологически сложной акватории формируется под определяющим влиянием стока этих крупнейших сибирских рек. Изменчивость имеет выраженную цикличность, в основе которой лежат сезонный и климатический циклы. Губа отделена от Карского взморья баром примерно по 72° с.ш. Бар препятствует свободному водообмену с морем в глубинных горизонтах и продвижению плотных и соленых вод Карского моря далеко в эстуарий. (Ильин, 2018)

Область контакта речных вод и соленых вод Карского моря выражена в поле гидрологических характеристик как фронтальная зона. При этом наибольшее обострение градиентов солености и температуры происходит в придонном слое, где и происходит основной приток соленых и холодных вод из морского бассейна. По данным наблюдений, градиент солености на обостренных участках фронтальной зоны в меридиональном сечении составляет около 0,9 ‰ на морскую милю, градиент температуры – около 0,12 °С. На поверхности термический и солевой градиенты сглажены превалярованием речного стока и наблюдаются лишь фрагментарно у берегов, что вызвано орографическими эффектами.

Положение фронтальной зоны и ее ширина динамично меняются в сезонном цикле. Этот гидрофронт делит Обскую губу на две области. Значительные различия термохалинных характеристик воды в этих частях и процессов, формирующих эти характеристики, дали основания условно обозначить их как южную, речную, и северную, эстуарную, области. Между ними выделяется некая область смешения, более всего выраженная в поле гидрохимических и гидробиологических характеристик. Эта область идентифицируется как зона наибольшей первичной продукции в Обской губе (Лапин, 2011; Лапин, 2012).

В южной, речной, области гидрологический режим определяется главным образом речным стоком. Проникновение соленых морских вод ограничено водообменом через фронтальный раздел. В качестве северной границы этой области принимают изогалину 0,5 ‰, южнее которой градиент солености не обнаруживается.

Северная, эстуарная, область представляет собой часть зоны смешения пресной воды речного стока с более солеными морскими водами. Положение фронтальной зоны и ее характеристики меняются под действием ветровых нагонов и приливов. Соленость вод во фронтальной зоне варьируется в диапазоне 0,5–2 ‰. Осредненное положение границы речной области в безледный период (период открытой воды), можно условно обозначить вдоль $71^{\circ}20'$ с.ш. Южная граница эстуарной области проходит примерно вдоль 72° с.ш (Лапин, 2011; Лапин, 2012).

Большую часть года Обская губа покрыта льдом. Осенью, после устойчивого перехода температуры воздуха к отрицательным значениям, охлаждение воды в Обской губе идет очень интенсивно. В результате этого образуются первичные формы льда. В

южной части губы процесс формирования ледяного покрова начинается в первых числах октября и завершается в первой декаде ноября. В средней части губы образование прибрежного льда происходит в первой половине ноября, а сплошное замерзание растягивается до конца декабря. У границ эстуарной зоны сплошной ледяной покров устанавливается только в январе. В устьевой части Обской губы ледяной покров, как правило, не бывает сплошным вследствие взаимодействия с морским бассейном – течения, солевые интрузии, нагоны, ветровой дрейф льдов. Разрушение ледяного покрова под влиянием солнечной радиации и увеличения объема паводковых вод начинается в южной части Обской губы в мае. Средняя скорость продвижения волны вскрытия ледяного покрова уменьшается в направлении к северу от 49,6 км/сутки у мыса Каменного до 43,2 км/сутки у о. Белого. В июне начинается вскрытие акватории губы под действием ветрового волнения. С этого времени разрушение припая происходит как на юге, так и на севере Обской губы. Полное очищение дельты Оби ото льда обычно наблюдается в начале июня, а устья Обской губы – в конце июля – начале августа. Таким образом, приход гидрологической и биологической весны растягивается по акватории губы на месяц и более (Стунжас, Маккавеев, 2014).

1.4. Климатическая характеристика

Климат. На севере полуострова Ямал распространен арктический климат. Климат в районе работ – морской арктический, он характеризуется суровой зимой и холодным летом, с частыми туманами и неустойчивой погодой в течение всего года. На климат района влияют высокоширотное положение и атмосферная циркуляция.

Средние температуры составляют в январе около $(-)$ 25°C, в августе – $(+)$ 6°C. Количество осадков невелико: около 320 мм/год. Толщина снежного покрова достигает в среднем 40 см.

Температура воздуха. Самые теплые месяцы – июль и август (средние значения температуры воздуха – 5-6°C). Абсолютный максимум составляет в летний период 30°C (Тамбей). Самые холодные месяцы – январь и февраль (средние значения температуры воздуха – $(-)$ 25 – $(-)$ 26°C, а абсолютный минимум составляет $(-)$ 49°C. Минимум среднемесячной температуры приходится на февраль, $(-)$ 26,2°C, максимум – на август, 6,2°C. Экстремальные температуры воздуха колеблются: максимальные варьируются от 0,3°C (февраль) до 30°C (июль), минимальные – от $(-)$ 3 (в июле, августе) до $(-)$ 49°C в феврале.

Атмосферное давление. Атмосферное давление в среднем за год равно 1011,1 гПа, максимум бывает в феврале 1013,9 гПа, а минимум летом 1010,6 гПа.

Влажность. Месячное парциальное давление колеблется от 0,8 до 8,4 гПа. Максимум – от 1,8 до 10, а минимум – от 0,2 (февраль) до 6,7 гПа в августе. Относительная влажность высока: 85–91 %, за год – 87 %. Максимальная влажность – 100%, минимальная отмечается в феврале (22%).

Дефицит влажности варьируется от 0,1 до 1,3 гПа летом, максимум – 1 гПа – в августе и минимум – 0,03 гПа – в феврале.

Средняя годовая относительная влажность близка к 88%, зимой – 84–85%, летом – 90%. Число дней за год с относительной влажностью 80% и более составляет 280–290.

Низкая относительная влажность (30% и менее) наблюдается в отдельных пунктах у побережья губы 1-2 раза за 50 лет.

Скорость и направление ветра. Зимой из-за особенностей барической ситуации преобладают ветра южных направлений. Летом преобладают ветра северной составляющей. Среднемесячная скорость ветра составляет здесь 5–7 м/с. Максимум скорости ветра в порывах может достигать 45 м/с.

Среднемесячная скорость ветра колеблется от 5,3 м/с (июль) до 6,8 м/с (ноябрь-декабрь). Максимальная (в порыве) может превышать 40 м/с.

Средние и максимальные скорости ветра чаще отмечаются юго-западного направления, а меньшая скорость чаще северной четверти зимой и юго-восточной летом.

Зимой наибольшая повторяемость 1–2% на северную половину румбов приходится на скорость ветра 3–5 м/с, на южную – 1-2% скорости 4-6 м/с. Летом северные ветры повторяемостью 1-3 % скоростью 2-5 м/с, а южной половины 3-6 м/с повторяемостью 1-3 %.

В январе наибольшая повторяемость приходится на южное направление. В июле – на северное и северо-восточное.

Видимость. Число дней с видимостью более 100 м колеблется от 27 до 30. Наибольшая – от 28 в феврале до 30–31 дня во все другие месяцы. Дней с видимостью более 10 км (ясная погода) наблюдается от 17 до 23 в месяц.

Атмосферные осадки. Среднее количество осадков составляет 16–19 мм в месяц зимой и 42–47 мм летом. Интенсивность осадков – 1,2–3,8 мм/сутки, максимум – 4,6 мм/сутки (август). Высота снежного покрова равна 12 см в октябре и увеличивается до 37 см к апрелю.

Температура вод. Для летнего периода характерные значения температуры воды составляют 5-5,2°C у поверхности до 3°C у дна. Для зимнего периода характерны колебания температуры вод от (-0,4) °C у поверхности до (-0,8) °C у дна.

Соленость. Для летнего периода характерные значения солености воды составляют от 0-0.5‰ у поверхности до 1–2 ‰ у дна.

В зимнее время граница пресных вод располагается в зоне 69°30'–70°30' с.ш. В северной части Обской губы зимой складывается своеобразное вертикальное распределение солености, на которое сильное влияние оказывает наличие полыньи на севере губы. Интенсивные нагонные и приливные явления в совокупности с конвекцией способствуют процессам перемешивания, поэтому часто зимой в северной части губы отмечается однородная по вертикали соленость. Однако в среднем соленость вод колеблется от 8–9‰ на поверхности до 18–19‰ у дна.

Плотность. Для летнего периода характерные значения плотности воды составляют от 1000,4 кг/м³ у поверхности до 1000,8–1001,6 кг/м³ у дна.

Значения плотности в зимний период варьируются от 1006,3–1007,9 кг/м³ у поверхности до 1014,4–1015,3 кг/м³ у дна.

Течения. Течения на акватории северной части Обской губы представляют собой сумму периодической приливо-отливной и непериодической составляющих скоростей течения, являющихся векторной суммой стокового, ветрового и плотностного течений.

В течениях преобладают западо-северо-западные и востоко-юго-восточные направления, на придонном горизонте увеличивается повторяемость восточных и востоко-юго-восточных румбов. Максимальные приливные течения развиваются в направлении

северо-северо-запад – юго-юго-восток. На поверхностных горизонтах среднесизигийная скорость течений составляет 46 см/с. на придонном горизонте 30 см/с.

Колебания уровня. Глубины моря в районе работ изменяются от 9 до 20 м (https://www.rosmorport.ru/filials/arf_serv_loc/). Глубина Морского канала (по БС) – 15.1м. Колебания уровня определяются приливной волной и сгонно-нагонными явлениями. Приливная волна проникает в район работ из Карского моря. Максимальная величина суммарных колебаний уровня на севере района у мыса Дровяной составляет 3,1 м.

Уровенный режим. Уровенный режим Обской губы формируется под влиянием приливно-отливных и сгонно-нагонных явлений, также небольшое влияние имеет стоковая составляющая.

Приливы имеют в целом полусуточный характер, но в зимний период могут иметь и неправильный суточный характер. Приливная волна, имея 0,5 м высоту в Карском море, входя в узкую часть губы, вначале возрастает в 2–3 раза (м. Дровяной - амплитуда прилива 1,85 м), затем постепенно понижается, доходя практически до нуля в середине дельты р. Оби. Сизигийные приливы достигают максимального развития на третьи сутки после астрономической сизигии. В апреле средняя величина сизигийного прилива составляет 57 см, в августе – 128 см. Величина квадратурных приливов в 2,3–2,5 раз меньше величины сизигийных.

Нагоны в Обской губе обусловлены северными, западными и северо-западными ветрами. При юго-западных ветрах могут наблюдаться небольшие подъемы уровня.

Сгоны обусловлены восточными, южными и юго-восточными ветрами. Непериодические колебания уровня достигают наибольших значений на южной границе устьевого взморья (м. Ям-Сале).

Амплитуда колебания средних годовых высот уровня у с. Тадибеяха составляет около 20 см. Амплитуда средних годовых высот уровня в приустьевом участке дельты более чем на морском крае в 2 раза. В северной части губы амплитуда средних годовых уровней почти в 6 раз меньше, чем в приустьевом участке.

Ледовые условия. Начало устойчивого ледообразования в среднем происходит в первой декаде октября. Устойчивый припай образуется в начале третьей декады октября. Переход температуры воды через 0°C весной происходит в конце мая. Разрушение припая происходит в начале второй декады июля, а окончательное очищение района ото льда в середине третьей декады июля.

Продолжительность ледового периода в среднем составляет 296 дней, максимум – 317 дней. Максимальная толщина ровного льда может достигать к маю 210 см.

Для района характерно существование прибрежных гряд торосов и навалов льда на берег. В Обской губе ежегодно образуются «региональные» продольные и поперечные разломы, которые существуют на протяжении всего ледового сезона в виде сходящихся и расходящихся трещин и разводий.

1.5. Характеристика состояния окружающей среды

1.5.1. Характеристика качества донных отложений

1.5.1.1. Гранулометрический состав

Гранулометрический состав является важной характеристикой донных отложений, поскольку он не только отражает существо осадка как геологического тела и его генезис, но и обуславливает основные физические свойства осадков (пористость, объемный вес, вязкость, плотность и др.) и многие гео- и экохимические свойства, в частности, их сорбционные свойства, поведение различных элементов в системе «донные отложения – вода», условия жизнедеятельности донных организмов и характер перемещения частиц при техногенном воздействии. Особенно большое значение эта характеристика приобретает в акватории Арктики, где преобладающими являются именно терригенные осадки.

В качестве характеристики состояния донных отложений были взяты результаты, полученные в ходе комплексной программы мониторинга экологического состояния Обской губы в зоне влияния проекта «Ямал СПГ». Стоит отметить, что данная программа мониторинга охватывала северную часть акватории Обской губы. Наиболее релевантными к текущей программе мониторинга являются данные по станциям ЯСПГ 61-80. По результатам лабораторных исследований (Итоговый отчёт..., 2020) поверхностные донные отложения северной части Обской губы представлены преимущественно разными типами алевритов: чистыми (без примесей), глинистыми, песчано-глинистыми, глинисто-песчаными и песчаными (81 из 100 станций) (Рисунок 1.2, Рисунок 1.3.). На 11 станциях наблюдаются пески от глинисто-алевритовых до мелкозернистых. На 8 станциях – пелиты (глины) алевритовые и песчано-алевритовые. Грубообломочный материал отсутствует в составе грунтов на всех станциях опробования.



Рисунок 1.2 Гистограмма гранулометрического состава донных отложений на станциях ЯСПГ 1 – ЯСПГ 50



Рисунок 1.3 Гистограмма гранулометрического состава донных отложений на станциях ЯСПГ 51 – ЯСПГ 100

Пространственное распределение типов донных отложений в целом подчиняется классическим закономерностям: наиболее мелкодисперсные грунты (глинистые алевриты и пелиты) приурочены к глубоководному и широкому участку изучаемого района, а алевриты с содержанием песка и пески тяготеют к мелководным и прибрежным участкам (Рисунок 1.4).

Такое распределение обусловлено несколькими факторами: породами, слагающими побережье, твёрдым стоком временных и постоянных водных потоков, но в основном оно диктуется гидродинамическим режимом и хорошо согласуется с картой придонных течений (Итоговый отчет..., 2020). В широких и глубоких районах с небольшими скоростями течения преобладают аккумулятивные процессы, здесь мелкодисперсные частицы успевают осесть на дно. А в мелководных и узких районах более активная гидродинамика не дает накапливаться глинистым частицам, вынося их в более глубоководные и спокойные зоны осадконакопления.

Плотность частиц грунта изменялась от $2,54 \text{ г/см}^3$ в песках (станция ЯСПГ 59) до $2,73 \text{ г/см}^3$ в глинистых алевритах (станции ЯСПГ 3, 22, 27, 35, 81, 82, 91). Среднее значение плотности грунтов – $2,68 \text{ г/см}^3$. В целом в районе исследований наблюдается логичная закономерность – плотность песков ниже, чем плотность более мелкодисперсных осадков.

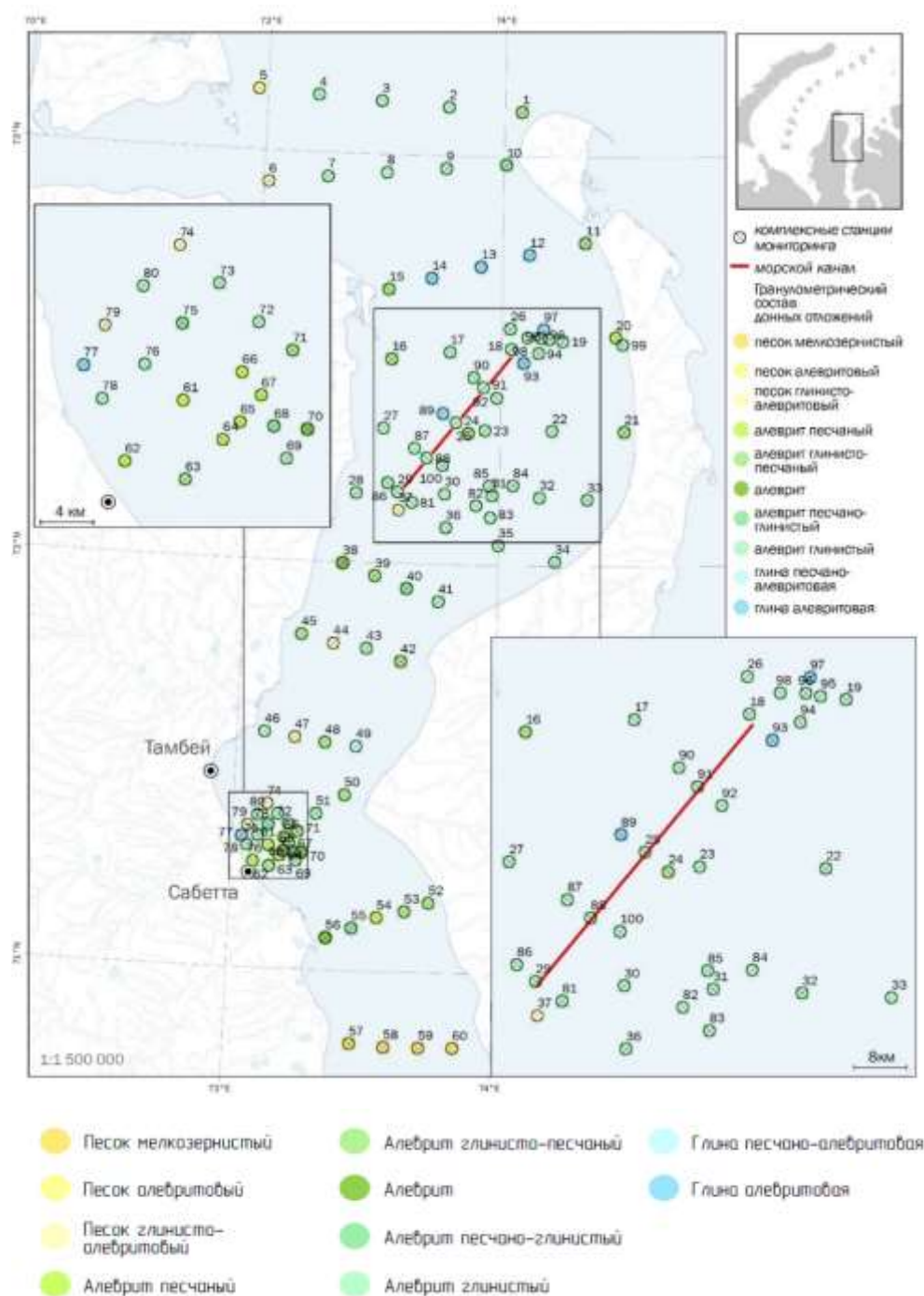


Рисунок 1.4 Пространственное распределение типов донных отложений

1.5.1.2. Химические характеристики

Органические загрязнители

На участке исследований концентрации битуминозных веществ изменялись от 51 до 270 мг/кг. В грунтах станций ЯСПГ 48, 50, 54, 55, 61–67 концентрации битуминозных веществ были ниже предела обнаружения используемой методики. Минимальные концентрации отмечаются в грунтах разных частей акватории: в северной – на станциях ЯСПГ 5, 29, 37, 86; в южной части участка исследований – на станциях ЯСПГ 48, 50, 54, 55, 57-60; в акватории порта Сабетта – на станциях ЯСПГ 61-66. Это может быть связано с особенностями гранулометрического состава верхнего слоя донных отложений, которые на данных станциях представлены песками (мелкозернистыми и алевритовыми) или

алевритами (песчаными или песчано-глинистыми с содержанием песчаной фракции от 15 до 40%).

Для всех станций исследуемого участка концентрации бенз(а)пирена и полихлорированных бифенилов (ПХБ) были ниже пределов обнаружения используемых методик.

При анализе влияния битуминозных веществ на гидробионты необходимо знать их состав, поскольку в зависимости от их типа и свойств (особенно от плотности и вязкости) будет преобладать тот или иной механизм поражения биоты. Также важно понимать, что вредное действие нефти и нефтепродуктов в море может определяться не только и не столько интоксикацией морских организмов, сколько прямым физическим контактом с биотой на поверхности моря и на берегах, а также нарушением биотопов (местообитаний) организмов (Патин, 2017).

Неорганические загрязнители

Концентрации кадмия были ниже предела определения в грунтах большинства станций исследуемого участка, за исключением грунтов станций ЯСПГ 4, 6, 10, 12-14, 16, 59, 60. Значимые концентрации элемента в грунтах станций ЯСПГ 12, 13, 14 могут быть связаны с особенностью гранулометрического состава верхнего слоя донных отложений (грунты представлены глиной алевритовой). В грунтах станций ЯСПГ 59, 60 (донные отложения представлены песком мелкозернистым) отмечаются максимальные для участка исследований концентрации кадмия – 0,5 и 0,48 мг/кг соответственно, что может быть связано с высоким содержанием органического вещества или с выносом вещества из береговой зоны. Стоит отметить, что данные станции находятся за пределами исследуемой акватории порта Сабетта (ЯСПГ 61-80).

Ртуть и мышьяк распределены по акватории достаточно равномерно. В грунтах станций ЯСПГ 3–5, 7, 8, 10, 20, 57, 58 концентрации ртути не достигали нижнего предела диапазона измерений.

Минимальные концентрации меди, хрома, никеля, свинца и цинка приурочены к прибрежным частям участка исследований и коррелируют с особенностями гранулометрического состава донных отложений (в основном пески мелкозернистые, алевритовые и глинисто-алевритовые, а также алевриты песчаные и глинисто-песчаные). Соответственно максимальные концентрации элемента отмечаются в центральной и наиболее глубоководной части участка исследований, в которой наиболее распространены глинистые осадки.

Фосфаты кислоторастворимые

По результатам исследований концентрации фосфатов в донных отложениях не превышали порог диапазона измерений (>500 мг/кг) практически на всем участке исследований, за исключением грунтов станций ЯСПГ 10 (191 мг/кг), 15 (380 мг/кг), 50 (440 мг/кг), 55 (490 мг/кг), находящихся за пределами исследуемой акватории.

Учет современного состояния природных и техногенно измененных экосистем можно осуществлять через ранжирование по классам состояний – удовлетворительное, условно удовлетворительное, неудовлетворительное, катастрофическое. В соответствии с выделенными классами состояний Трофимовым и Зилингом (2002) были предложены четыре уровня природно-антропогенных экологических нарушений - нормы (Н), риска (Р), кризиса (К) и бедствия (Б). В основу выделения этих уровней положено ранжирование

нарушения экосистем по глубине их необратимости (Трофимов, Зилинг, 2002). Сравнение полученных данных с фоновыми значениями показало, что исследуемая территория относится к классу условно удовлетворительного состояния, который коррелирует с зоной экологического риска экосистемы, т. к. значения прямых критериев (битуминозных веществ, тяжелых металлов и мышьяка в донных отложениях) оценки эколого-геологического состояния литосферы незначительно (до 5 раз) превышают фон. Для зоны экологического риска характерно нестабильное состояние, ведущее в дальнейшем к спонтанной деградации экосистем, но еще с обратимыми нарушениями (Трофимов, Зилинг, 2002). Стоит отметить, что большая часть экологической нагрузки имеет кумулятивный эффект, и не является прямыми последствиями функционирования проекта «Ямал СПГ».

Присутствие тяжелых металлов (Cd, Cu, As, Ni, Hg, Pb, Cr, Zn) и их соединений в водных экосистемах в повышенных концентрациях может быть причиной снижения и прекращения роста водорослей, задержкой развития беспозвоночных. В этом случае медь будет являться наиболее токсичной для водных организмов, а хром – наоборот менее токсичным относительно других металлов. Некоторые соединения хрома могут оказывать также стимулирующее действие на рост водорослей (Мур, Рамамурти, 1987).

Исследуя влияния концентраций тяжелых металлов и мышьяка в донных отложениях на гидробионты необходимо учитывать то, что, во-первых, большинство тяжелых металлов относятся к группе природных микроэлементов, без которых жизнь была бы невозможной ни на суше, ни в море. Переход концентраций к вызывающим сублетальные и летальные эффекты происходят в довольно широком диапазоне концентраций и зависят от многих биотических и абиотических факторов; во-вторых – для тяжелых металлов характерна высокая изменчивость содержания в донных осадках, а их биологическое действие будет определяться не столько концентрациями, сколько формой нахождения (Патин, 2017). Повышенные концентрации тяжелых металлов в донных отложениях часто рассматриваются как фактор повышенной экологической опасности, но при этом не учитывается тот факт, что металлы присутствуют в абсолютно недоступной для биологического усвоения форме.

1.5.2. Фитопланктон

На акватории Обской губы в августе 2019 г. отмечен 171 вид микроводорослей. Диатомовые водоросли были самой богатой в видовом отношении группой (38%), второе место по видовому разнообразию занимали зеленые водоросли (27%), на долю динофитовых и эвгленовых пришлось 10% и 11% соответственно, на долю цианобактерий – 8%, на долю остальных таксономических групп не более 3% от общего количества видов (Рисунок 1.5.).

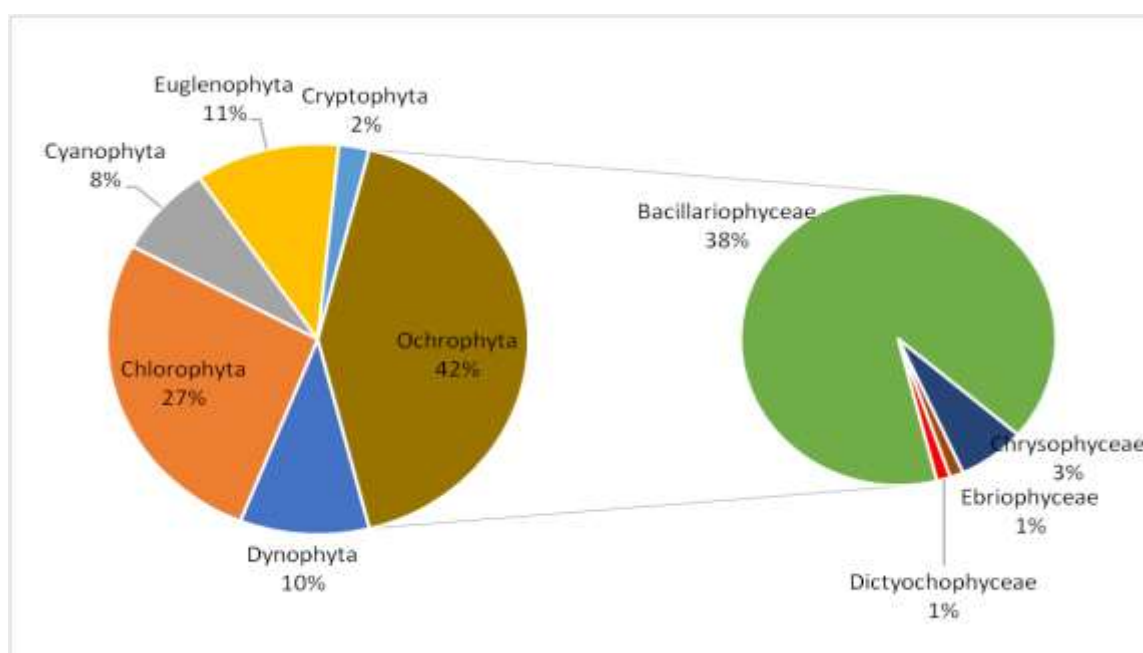


Рисунок 1.5. Вклад в видовое разнообразие различных таксономических групп фитопланктона Обской губы в августе 2019 г.

В составе диатомовой флоры наиболее разнообразно были представлены рр. *Aulacoseira* (10 видов), *Chaetoceros* (5 видов), *Melosira* (5 видов), *Protoperidinium* (5 видов), в составе зеленых водорослей – р. *Ankistrodesmus* (7 видов). Количество видов по станциям варьировало от 34 до 110, среднее значение составило 76. Пресноводные виды фитопланктона составили 60% от общего их числа, на долю неритических видов приходилось 27%, микрофитобентосных и панталассных – по 5%, океанических – 3%. Значения численности фитопланктона Обской губы в августе 2019 г. в поверхностном горизонте варьировали в пределах 57,25–2481 млн. кл/м³ (среднее значение 730,69 млн. кл/м³), значения биомассы составили 114,32–2433 мг/м³ (среднее значение 800,48 мг/м³). В слое скачка плотности численность фитопланктона изменялась от 34,5 до 1891 млн кл/м³ (среднее значение 452,03 млн кл/м³), биомасса – от 142,83 до 3806,53 мг/м³ (среднее значение 865,007 мг/м³). В придонном горизонте значения численности лежали в пределах от 16,41 до 940 млн кл/м³ (среднее значение 226,3 млн кл/м³), биомассы – от 84,26 до 3887,5 мг/м³ (среднее значение 774,23 мг/м³).

Видовой состав фитопланктона Обской губы в августе 2019 г. соответствует литературным данным (Дружков, Макаревич, 1996; Киселев, 1970; Макаревич, 2007; Суханова и др., 2010; Митрофанова 2016).

Хлорофилл «а» и первичная продукция

Хлорофилл «а» является основным фотосинтетическим пигментом фитопланктона, обеспечивающим фотосинтез, то есть процессы новообразования органического вещества из минеральных веществ и воды за счет солнечной энергии. Однако активность пигмента сильно зависит от благоприятности условий среды, а также подвержена внутри- и межсезонной изменчивости. Одним из показателей общей активности хлорофилла «а» (т. е. его способности воспринимать солнечную энергию и обеспечивать фотосинтез) является доля феофитина «а» (неактивной формы хлорофилла «а») в общей сумме «хлорофилл + феофитин». Доля феофитина обратно коррелирует с продукционной активностью

фитопланктона (Fou, 1987; Мошаров и др., 2016), при этом процесс феофитинизации, связанный с дефицитом ФАР, наблюдается при опускании клеток фитопланктона ниже эвфотической зоны и нахождении там определенное время (более 70 часов) (Yentsch, 1965) и может быть обратим (Мошаров, Сергеева, 2018).

В августе 2019 г. содержание хлорофилла «а» в поверхностном горизонте варьировало от 0,79 мг/м³ до 28,55 мг/м³ в среднем составляя 5,78±0,48 мг/м³, трофический статус был переходным от олиго- к мезотрофному, на отдельных станциях воды соответствовали эвтрофному уровню. Области наименьших концентраций были приурочены к акватории п. Сабетта и Тамбею, а также к северной границе обследованной акватории в районе открытого моря. Понижение количественных показателей фитопланктона в акватории п. Сабетта отмечали и ранее, вероятнее всего это связано с воздействием дноуглубительных работ. Доля феофитина, характеризующая физиологическое состояние альгофлоры и фотосинтетическую активность, варьировала от 0,3% до 78%, в среднем составляя 35,0±2,2%, что соответствует высокой продукционной активности сообщества. Первичная продукция фитопланктона, рассчитанная на основе данных по содержанию хлорофилла в поверхностном горизонте, изменялась от 29,2 мгС/м³ в сут. до 792,7 мгС/м³ в сут., среднее значение составляло 178,7±13,5 мгС/м³ в сут. В целом за период экологических изысканий с 2014 по 2019 г. наблюдается планомерное увеличение содержания хлорофилла «а» и продукционной активности фитопланктона от минимальных показателей, зафиксированных в 2014–2015 гг. к значениям характерным, согласно данным литературы, для Обской устьевой области. Ввиду того, что экологические изыскания проводились в летний период, когда возможно провести сравнение полученных результатов. Межгодовая изменчивость показателей первичной продукции связана с изменчивостью площади акватории, свободной ото льда (Демидов, 2018).

1.5.3. Зоопланктон

Всего в пробах зоопланктона в 2019 г. зарегистрировано 44 таксона водных беспозвоночных. Наибольшим разнообразием отличались веслоногие ракообразные (21 таксон). В зоопланктоне отмечены также 8 видов коловраток, 7 видов ветвистоусых ракообразных и 4 вида гидроидных медуз. Остальные таксономические группы были представлены 1 таксоном каждый. Представители меропланктона – личинки полихет и двусторчатых моллюсков, до вида не определялись.

Видовое богатство зоопланктона составляло в среднем 10,3 вида на станцию, варьируя в диапазоне от 5 до 21. Максимальное видовое разнообразие было зафиксировано на станции 97, расположенной в открытой части Обской губы напротив о-ва Халяngo, минимальное – на станциях 15, 16, 22, 78 и 96, расположенных как в устьевой части Обской губы, так и в районе пос. Сабетта. Какой-либо закономерности в пространственном распределении видового разнообразия зоопланктона по обследованной акватории не прослеживалось.

Таким образом, сообщество зоопланктона характеризовалось богатым видовым разнообразием, всего было зарегистрировано 44 вида. Наибольшую роль в сообществе играли, в основном, те же таксоны, что и в предшествующий период: веслоногие раки *Drepanopus bungii* доминировали по численности (в среднем 30% от общей численности), а *Senecella siberica* – по биомассе (в среднем 53% от суммарной биомассы). Веслоногие раки рода *Limnocalanus*, а также *Jashnovia tolli* по-прежнему входили в число доминирующих

таксонов, формируя 5–7% суммарной биомассы зоопланктона. По сравнению с 1997–1999 гг. можно отметить повышенную роль ветвистоусых ракообразных, на долю которых в 2019 г. приходилось 22% численности и 4,8% биомассы. Возможно, такие различия в количественных показателях объясняются различным пространственным охватом съемок 2019 г. и 1997–1999 гг. Так, в 1997–1999 гг. пробы не отбирались южнее пос. Тамбей, где в 2019 г. отмечены скопления ветвистоусых ракообразных.

Численность и биомасса организмов зоопланктона обследованной акватории были низкими, 452 экз./м³ и 68 мг/м³, и существенно (на 4 порядка величин) варьировали между станциями. Пространственное распределение зоопланктона носило мозаичный характер. Повышенные величины обилия планктонных беспозвоночных были отмечены как в северных, так и южных районах исследованной акватории независимо от глубины или солености.

В целом структура зоопланктона северной части Обской губы в 2019 г. не отличалась существенно от таковой, наблюдавшейся здесь ранее. Между тем, показатели обилия зоопланктона были существенно ниже аналогичных показателей, отмеченных в предыдущий период (1962-2006 гг.). При этом минимальные значения численности и биомассы зоопланктона наблюдались не только в районах интенсивной хозяйственной деятельности, но и на значительном удалении от них.

1.5.4. Ихтиопланктон

В составе ихтиопланктона обнаружены личинки и молодь 4 видов рыб: четырёхрогий керчак/четырёхрогий бычок, или рогатка *Myoxocephalus quadricornis* (Linnaeus, 1758), сайка или полярная тресочка *Boreogadus saida* (Lepetchin, 1774), личинка рода люмпенус – *Lumpenus sp.*, арктический шлемоносный бычок, арктический шлемоносец *Gymnocanthus tricuspis* (Reinhardt, 1830) (Ошибка! Источник ссылки не найден. Рисунок 1.6; Рисунок 1.7).

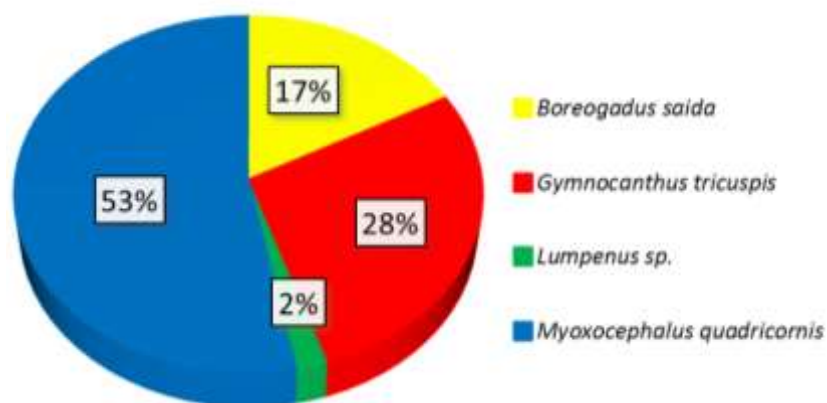


Рисунок 1.6. Суммарное процентное соотношение отдельных видов ихтиопланктона в зоне влияния проекта «Ямал СПГ»

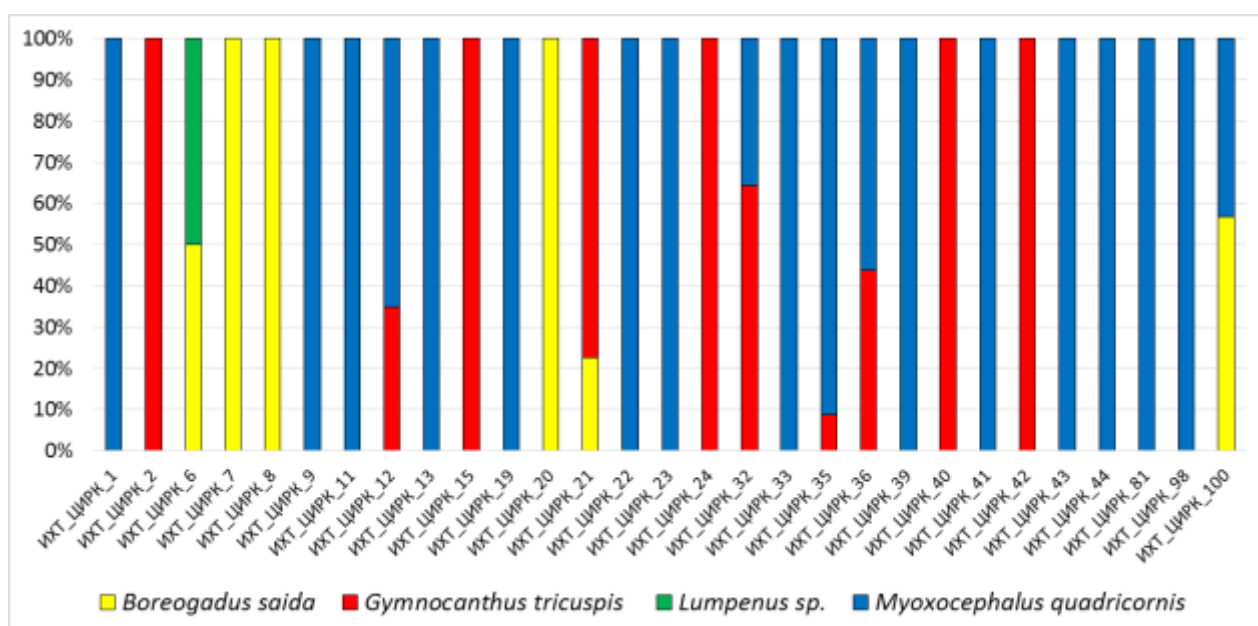


Рисунок 1.7. Процентное соотношение отдельных видов ихтиопланктона на станциях мониторинга (без учета пустых станций)

В составе ихтиопланктона была обнаружена молодь 4 видов рыб: четырёхрогий керчак, или четырёхрогий бычок/рогатка *Myoxocephalus quadricornis* (Linnaeus, 1758), сайка или полярная тресочка *Boreogadus saida* (Lepetchin, 1774), личинка рода люмпенус – *Lumpenus sp.* и арктический шлемоносный бычок, арктический шлемоносец *Gymnocanthus tricuspis* (Reinhardt, 1830). Икры рыб в зоне влияния проекта «Ямал СПГ» в пробах обнаружено не было, а ихтиопланктон был представлен личинками и мальками рыб, так как мониторинг проводился в сезон, когда самые ранние этапы развития большинства рыб уже пройдены. Результаты исследований, проведенных в 2019 г., соответствуют имеющимся литературным данным по составу, обилию и сезонной динамике ихтиопланктонного сообщества на участке исследования. Из встреченных видов *M. quadricornis* является наиболее обычными и массовым видом в ихтиопланктоне исследуемого участка Обской губы. Все перечисленные выше виды ихтиопланктона были встречены во взрослой форме на участке исследования в предыдущие годы мониторинга (Инженерно-экологические..., 2011 г; Отчет ВНИРО, 2015).

Результаты исследований, проведенных в 2019 г., соответствуют имеющимся литературным данным по составу, обилию и сезонной динамике ихтиопланктонного сообщества на участке исследования. Из встреченных видов *M. quadricornis* является наиболее обычными и массовым видом в ихтиопланктоне исследуемого участка Обской губы. Все перечисленные выше виды ихтиопланктона были встречены во взрослой форме на участке исследования в предыдущие годы мониторинга (Инженерно-экологические..., 2011 г; Отчет ВНИРО, 2015). Результаты исследований ихтиопланктона на данный момент не свидетельствуют о возможном антропогенном влиянии, а находятся в пределах естественной изменчивости.

1.5.5. Зообентос

Всего в пробах зообентоса в 2019 г. зарегистрировано 83 таксона водных беспозвоночных. Из отдельных таксономических групп наибольшей встречаемостью

характеризовались полихеты, которые были отмечены практически на всех станциях. Другими характерными группами зообентоса были бокоплавы (встречаемость 92%) и олигохеты (встречаемость 68%). Примерно на половине всех обследованных станций были отмечены кумовые и равноногие раки, а также двустворчатые моллюски, на трети всех станций – приапулиды и немертины.

Наибольшим разнообразием отличались полихеты (30 видов), бокоплавы (17 видов) и двустворчатые моллюски (13 видов). В зообентосе отмечены также 7 видов брюхоногих моллюсков, по 3 вида офиур и кумовых раков, по 2 вида актиний, равноногих ракообразных и приапулид. Остальные группы были представлены 1 видом каждая, или их видовая принадлежность не определялась.

Среднее видовое богатство зообентоса составило 8,2 вида на станцию, варьируя в диапазоне от 2 до 33. Максимальное видовое разнообразие было зафиксировано на станции 14 напротив о-ва Халяngo, минимальное – на станции 10 у о-ва Шокальского и станции 58 на южной границе обследованной акватории. Анализ распределения биоразнообразия показал, что повышенные величины видового богатства на станцию отмечались в северных частях исследованной акватории в районе устья Обской губы. Пониженное видовое богатство регистрировалось в южных районах обследованной акватории и в районе пос. Сабетта.

Средняя суммарная численность зообентоса обследованной акватории составила 737 экз./м², варьируя в диапазоне от 17 до 5 413 экз./м². Максимальное обилие зообентоса (в основном благодаря высокой численности полихет *Ampharete vega*) было зафиксировано на станции 38 севернее пос. Тамбей, минимальное – на станции 10 у о. Шокальского. Повышенное обилие бентоса было характерно для района пос. Сабетта и центральной части обследованной акватории между пос. Тамбей и о-вом Халяngo. Низкая численность бентоса наблюдалась как на южном разрезе, так и самых северных станциях на выходе из губы. В целом распределение суммарной численности бентоса по обследованной акватории было мозаичным, без выраженных трендов.

Средняя суммарная биомасса зообентоса обследованной акватории составила 26 г/м², варьируя в диапазоне от 0,19 до 192 г/м². Максимальное значение биомассы зообентоса (в основном благодаря высокой биомассе двустворчатых моллюсков *Portlandia arctica*) было зафиксировано на станции 27, расположенной в районе пос. Дровяной, минимальное – на станции 10 у о. Шокальского. Распределение биомассы, как и численности бентоса, было мозаичным, без выраженных трендов. Повышенное обилие бентоса чаще отмечалось в районе пос. Дровяной и о-ва Халяngo и было связано с максимумами развития либо двустворчатых моллюсков, либо полихет, либо равноногих раков. Пониженные биомассы наблюдались как на южном разрезе, так в районе пос. Сабетта и на самых северных станциях на выходе из губы.

Наиболее характерным сообществом для южной, наиболее распресненной части обследованной акватории Обской губы было сообщество *Marenzelleria* (Рисунок 1.8). Сообщество развивалось на типичных глубинах, но занятая им акватория характеризовалась максимальной средней температурой придонного слоя воды и минимальной соленостью. Данный участок Обской губы отличался большим разнообразием грунтов, но крупнозернистых осадков здесь было больше, чем в других обследованных районах. С точки зрения структуры макрозообентоса сообщество отличалось минимальным видовым разнообразием (в отношении количества видов на

станцию), отсутствием двустворчатых моллюсков, наличием личинок двукрылых и пониженной суммарной численностью донных организмов. Здесь же были отмечены минимальные значения индексов видового разнообразия. Необходимо отметить, что данное сообщество было обнаружено и на мелководной станции в северной части обследованной акватории у о. Шокальского при необычно низкой для данного района солености. Не исключено, что все восточное побережье обследованной части Обской губы, в той или иной степени подверженное влиянию пресноводного стока, заселено этим биоценозом, но оказалось необследованным из-за малых глубин в этой зоне.

На самом юге обследованной акватории отмечено сообщество *Monoporeia*+*Marenzelleria*. Оно отличалось низким количеством видов на станцию с доминированием по численности и биомассе бокоплавов *Monoporeia*. Общее количество зарегистрированных таксонов также было минимальным среди всех сообществ, хотя это могло объясняться и минимальной занимаемой площадью – всего 3 станции. Между тем, рассчитанные индексы видового разнообразия здесь оказались не самыми низкими, а индекс Пиелоу находился на уровне самых богатых видами сообществ. Это объяснялось отсутствием ярко выраженных доминант (превосходящих по численности другие виды на порядок величин) и относительной выровненностью обилия присутствующих видов. Необходимо отметить, что это сообщество было зарегистрировано не только на юге, но и в центральной части обследованной акватории в совершенно иных абиотических условиях в отношении типа грунта, солености и придонной температуры. Единственным сходным абиотическим показателем, объединявшим все 3 станции (сформировавшие данное сообщество), была глубина, которая варьировала между станциями в очень узком диапазоне – 10–12 м.

Севернее двух указанных сообществ располагался биоценоз *Ampharete*+*Pontoporeia*, занимавший самую обширную площадь на обследованной акватории. В полном соответствии со своим расположением средняя соленость в границах биоценоза была выше, а температура – ниже, чем в первых двух биоценозах. Сообщество характеризовалось относительно низким видовым разнообразием донных организмов (хотя оно было и выше, чем в южных биоценозах), включая двустворчатых моллюсков и полихет (разнообразие последних – почти на уровне южных биоценозов). При этом суммарная численность донных организмов за счет массового развития полихет здесь была максимальной.

В северной части обследованной акватории было отмечено 2 сообщества. На относительно мелководных станциях (впрочем, глубины здесь были вполне типичны для остальной обследованной акватории), располагавшихся ближе к берегам, зарегистрировано сообщество *Portlandia*+*Marenzelleria*. На глубоководных станциях в середине данной части Обской губы располагалось сообщество *Pectinaria*+*Portlandia*. Первое из этих сообществ развивалось в условиях повышенной по сравнению с южными сообществами солености, пониженной температуры и на более мелкозернистых грунтах. Количество видов на станцию и общее количество зарегистрированных видов здесь было заметно выше, чем в предыдущих сообществах. Здесь впервые появляются брюхоногие моллюски, существенно возрастает видовое разнообразие полихет и бокоплавов (хотя их численность и биомасса существенно снижаются по сравнению с южными биоценозами). Суммарная биомасса бентоса, благодаря двустворчатым моллюскам, существенно увеличивается по сравнению с более южными районами.

Второе из северных сообществ, занимавшее более глубоководную зону, формировалось в условиях, типичных для Карского моря. Средняя соленость здесь превышала 30‰, температура находилась в отрицательном диапазоне, глубины были существенно выше, чем в других обследованных районах и варьировали от 14 до 27 м. Несмотря на занимаемую обширную акваторию, характер грунтов здесь достаточно стабилен: отмечены только мелкозернистые осадки - алеврит глинистый, глина песчано-алевритовая и глина алевритовая. Макрозообентос характеризовался максимальным видовым разнообразием, как в расчете на одну станцию, так и в отношении общего зарегистрированного числа видов. Индексы видового разнообразия имели максимальные значения. Двустворчатые и брюхоногие моллюски, а также полихеты представлены большим количеством видов. Здесь появляются типичные морские организмы – офиуры, актинии, при этом снижается видовое разнообразие бокоплавов и полностью исчезают олигохеты. За счет возросшей биомассы двустворчатых моллюсков, полихет и равноногих раков суммарная биомасса бентоса достигала здесь максимальных величин.

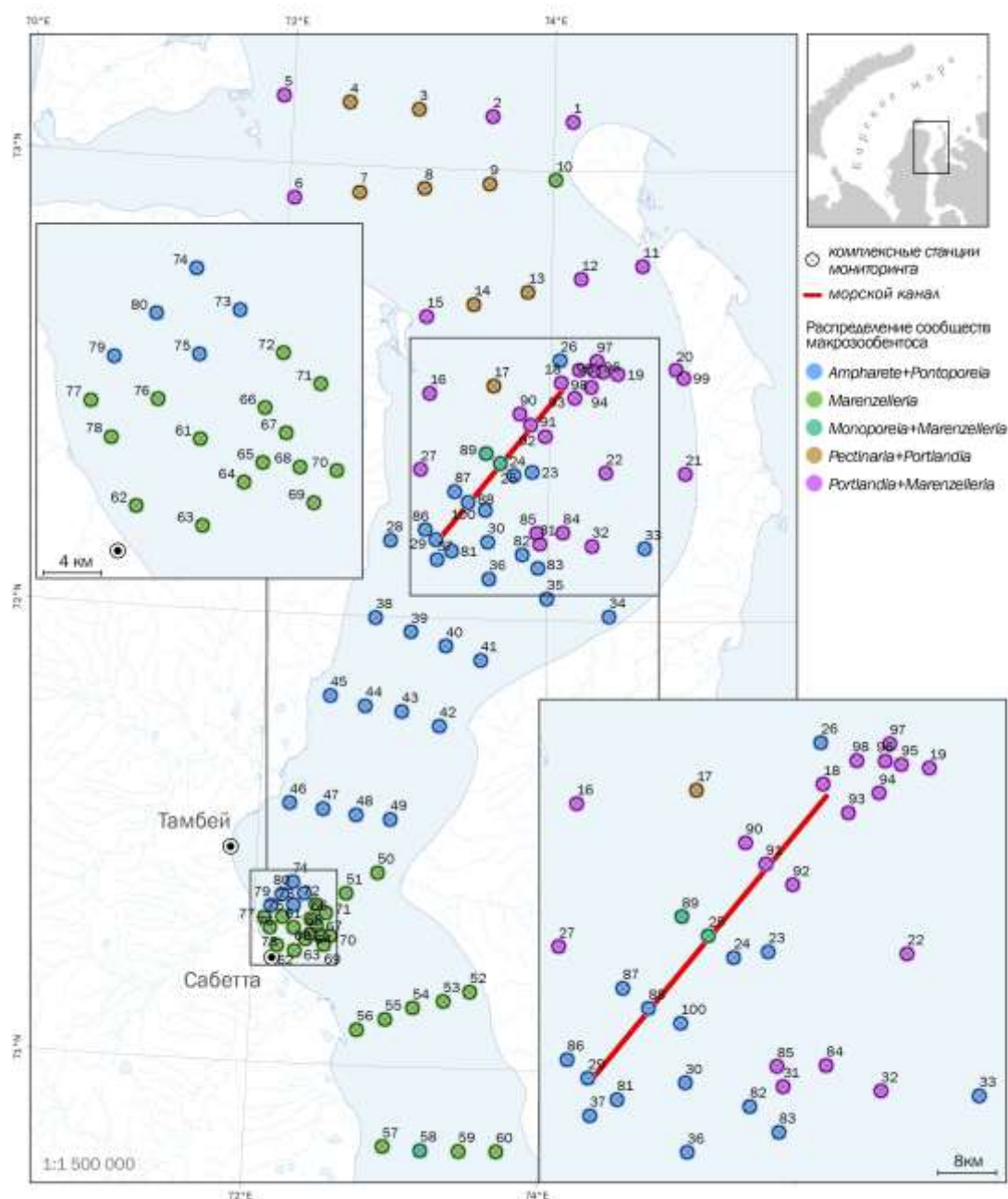


Рисунок 1.8. Сообщества макрозообентоса, выделенные статистическими методами

1.6. Оценка экологического состояния акватории порта Сабетта с точки зрения контроля риска вселения чужеродных видов с балластными водами

С целью контроля вселения чужеродных видов на обследованную акваторию был проведен анализ полученных данных с выявлением опасных видов-вселенцев, указанных в перечнях соответствующей глобальной базы данных (GISD – global invasive species database). Данная база администрируется группой специалистов по видам-вселенцам (ISSG – Invasive species specialist group) Международного союза охраны природы (МСОП) <http://www.iucngisd.org/gisd/>.

1.6.1. Обрастания причальных сооружений

В составе микрофитобентоса исследуемого района было отмечено 17 видов-индикаторов различных степеней органического загрязнения, из них 23% видов были индикаторами отсутствия органического загрязнения, доля индикаторов низкой степени загрязнения составила 18% от общего числа видов-индикаторов; доля видов-индикаторов средней степени органического загрязнения (β -мезосапробов) составила 59%.

Сообщество обрастания причальных сооружений в районе п. Сабетта сформировано диатомовыми видами – обрастателями, свободноживущими диатомеями мягких грунтов и фитопланктонными пресноводными видами. Видовой состав и количественные показатели развития комплекса обрастания соответствует сезонной стадии развития бентосных микроводорослей и фитопланктона Карского моря. В составе сообщества не выявлено чужеродных видов – вселенцев.

1.6.2. Зоопланктон

На данный момент в всемирную базу данных опасных инвазивных видов (<http://www.iucngisd.org/gisd>) входит 49 видов зоопланктона, которые могут быть перенесены в балластных водах судов. Из них в Обскую губу может быть занесено 4 вида планктонных беспозвоночных (Таблица 1.1). Данные виды представляют наибольшую опасность из-за их распространённости, а также эвригалинных свойств – способности выживать при различных значениях солёности.

Краткая характеристика видов:

1. *Cercopagis pengoi*

Первичный ареал: Каспийское море; Современный ареал (мировой и конкретнее в России): бассейн Чёрного моря, водохранилища на Дону (Цимлянское водохранилище и др.) и Днепре (Каховское (водохранилище), Азовское море, Балтийское море. Обнаружен в Аральском море. Достиг Великих озёр Северной Америки. Распространяется с балластными водами судов. Обитает в пелагиали морей, пресноводных водоемов, озерах, проточной воде,

прибрежных водах. Солоновато-водный эвригалинный вид, встречается в водах с соленостью до 13‰.

2. *Mnemiopsis leidyi*

Первичный ареал: воды Атлантического океана, вдоль восточного побережья Америки от залива Наррагансетт; современный ареал: Черное, Азовское, Мраморное, Средиземное, Эгейское, Каспийское, Адриатическое, Северное и Балтийское моря. Гребневик встречается на побережье Бельгии, Дании, Германии, Нидерландов, Норвегии, Швеции. Распространяется с балластными водами и корпусами судов. Обладает многими характеристиками идеального вселенца: самооплодотворяющийся гермафродит; всеяден; выживает в широком диапазоне условий окружающей среды с варьированием солености от 3.4 до 75 промилле и температур от 1.3 °C до 32 °C;

3. *Phyllorhiza punctata*

Первичный ареал: Юго-Западная акватория Тихого океана; современный ареал: Карибское море, Персидский залив, Атлантический океан, Индийский океан. Распространяется с балластными водами и корпусами судов. Вид не эвригалинный, для обитания предпочитает прибрежные воды,

4. *Pseudodiaptomus inopinus*

Первичный ареал: прибрежные воды Желтого моря; современный ареал: Восточно-Китайское, Южно-Китайское море, заливы Бохайский и Муйне, эстуарии рек Янцзы, Кун-Маньё, Тикуга, Мидори, Кума и Колумбия (провинция Британская Колумбия), прибрежные воды островов Нансей и Сахалин, у южного и западного побережья Кореи, у восточного и южного побережья Японии. Распространяется с балластными водами и корпусами судов. Обитает в водах с пониженной солёностью (от 0 до 12‰).

Таблица 1.1. Виды планктонных беспозвоночных, которые могут быть перенесены в балластных водах (<http://www.iucngisd.org/gisd/>)

№	Species	Phylum	Class	Order	Family
1	<i>Cercopagis pengoi</i>	Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Cercopagidae
2	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	Ctenophora	Tentaculata	Lobata	Mnemiidae
3	<i>Phyllorhiza punctata</i>	Cnidaria	Scyphozoa	Rhizostomeae	Mastigiidae
4	<i>Pseudodiaptomus inopinus</i>	Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	Pseudodiaptomidae

Ни одного из указанных видов водных беспозвоночных в планктонных сообществах обследованной части Обской губы в 2019 г. не зарегистрировано.

В списках опасных инвазионных видов России (Самые ..., 2018) также приводятся наименования некоторых планктонных и бентосных организмов-вселенцев, способных оказать крайне неблагоприятное воздействие на экосистемы-реципиенты. Среди них

перечислены, в частности, *Acartia tonsa* и *Oitona davisae*, как одни из самых распространённых эвригалинных инвазивных видов в Евразии, обитающих в эстуарных областях Указанных видов беспозвоночных в планктонных сообществах Обской губы в 2019 г. также не было зарегистрировано.

Краткая характеристика видов:

Acartia tonsa

Первичный ареал: Атлантические прибрежные воды и эстуарии Северной Америки; современный ареал: моря Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Распространяется с балластными водами. Обитает в прибрежных водах и эстуариях. Эвритермный, эвригалинный вид.

Oitona davisae

Первичный ареал: прибрежные воды восточной Азии. Современный ареал: Тихий океан, Средиземное море, Черное море, Северное море, Бискайский залив. Распространяется с балластными водами. Часто встречается в эстуариях. Относится к эвригалинным видам.

1.6.3. Ихтиопланктон

На данный момент в базу входит 3 вида рыб, которые могут быть перенесены в балластных водах судов. Из них в Обскую губу может быть занесен 1 вид лучепёрых рыб (*Actinopterygii*) – ерш *Gymnocephalus cernuus* (L.). Однако по литературным данным этот вид уже много лет присутствует в фауне региона (Кашкина, 1962), поэтому его возможное повторное попадание в акваторию не несет рисков для ее экосистемы в целом.

1.6.4. Макрозообентос

Согласно всемирной базе данных опасных инвазивных видов (<http://www.iucngisd.org/gisd/>), в балластных водах и на корпусах судов в виде обрастаний в Обскую губу может быть занесен 31 вид донных беспозвоночных (Таблица 1.2).

Ни одного из указанных видов донных беспозвоночных в донных сообществах Обской губы в 2019 г. не зарегистрировано.

Таблица 1.2 Виды донных беспозвоночных, которые могут быть перенесены в балластных водах и в обрастаниях судов (<http://www.iucngisd.org/gisd/>)

№	Вид	Род	Класс	Отряд	Семейство	Присутствие в Обской губе
1	<i>Alitta succinea</i>	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Nereididae	Нет
2	<i>Asciidiella aspersa</i>	Chordata	Ascidacea	Enterogona	Asciidiidae	Нет
3	<i>Asterias amurensis</i>	Echinodermata	Asteroidea	Forcipulatida	Asteriidae	Нет
4	<i>Bugula neritina</i>	Ectoprocta	Gymnolaemata	Cheilostomata	Bugulidae	Нет
5	<i>Carijoa riisei</i>	Cnidaria	Anthozoa	Alcyonacea	Clavulariidae	Нет
6	<i>Cipangopaludina chinensis</i>	Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Viviparidae	Нет
7	<i>Corbicula fluminea</i>	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Corbiculidae	Нет
8	<i>Crassostrea gigas</i>	Mollusca	Bivalvia	Ostreoida	Ostreidae	Нет

№	Вид	Род	Класс	Отряд	Семейство	Присутствие в Обской губе
9	Didemnum spp.	Chordata	Ascidacea	Enterogona	Didemnidae	Нет
10	Dreissena bugensis	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Dreissenidae	Нет
11	Dreissena polymorpha	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Dreissenidae	Нет
12	Eriocheir sinensis	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Grapsidae	Нет
13	Geukensia demissa	Mollusca	Bivalvia	Mytiloida	Mytilidae	Нет
14	Limnoperna fortunei	Mollusca	Bivalvia	Mytiloida	Mytilidae	Нет
15	Musculista senhousia	Mollusca	Bivalvia	Mytiloida	Mytilidae	Нет
16	Mya arenaria	Mollusca	Bivalvia	Myoida	Myidae	Нет
17	Mycale grandis	Porifera	Demospongiae	Poecilosclerida	Mycalidae	Нет
18	Mytilopsis sallei	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Dreissenidae	Нет
19	Mytilus galloprovincialis	Mollusca	Bivalvia	Mytiloida	Mytilidae	Нет
20	Perna perna	Mollusca	Bivalvia	Mytiloida	Mytilidae	Нет
21	Perna viridis	Mollusca	Bivalvia	Mytiloida	Mytilidae	Нет
22	Potamocorbula amurensis	Mollusca	Bivalvia	Myoida	Corbulidae	Нет
23	Potamopyrgus antipodarum	Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Hydrobiidae	Нет
24	Rangia cuneata	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Mactridae	Нет
25	Rapana venosa	Mollusca	Gastropoda	Neogastropoda	Muricidae	Нет
26	Rhithropanopeus harrisi	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Panopeidae	Нет
27	Sabella spallanzanii	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Sabellidae	Нет
28	Schizoporella errata	Ectoprocta	Gymnolaemata	Cheilostomata	Schizoporellidae	Нет
29	Styela clava	Chordata	Ascidacea	Pleurogona	Styelidae	Нет
30	Styela plicata	Chordata	Ascidacea	Pleurogona	Styelidae	Нет
31	Tubastraea coccinea	Cnidaria	Anthozoa	Scleractinia	Dendrophylliidae	Нет

Кроме того, в списке самых опасных инвазионных видов России (Самые ..., 2018) приводятся наименования некоторых бентосных организмов-вселенцев, способных оказать крайне неблагоприятное воздействие на экосистемы-реципиенты. Среди них перечислены:

1) *Amphibalanus improvisus*

Первичный ареал: прибрежные воды Атлантического побережья Северной и Южной Америк. Современный ареал в России: прибрежные воды российского

сектора Балтийского моря; Вислинский и Финский заливы, воды залива Петра Великого (Японское море); Азовское, Чёрное, Каспийское моря. Распространяется с балластными водами.

2) *Anadara kagoshimensis*

Первичный ареал: широко распространен в Индо-Пацифике; Современный ареал: кроме Индо-Пацифики, присутствует в Средиземном и Адриатическом морях. Распространяется с балластными водами. Эвритермный и Эвригалинный вид.

3) *Arcuatula senhousia*

Первичный ареал: прибрежные воды западной части Тихого океана. Современный ареал: Тихий, Атлантический, Индийский океаны. Распространяется с балластными водами и корпусами судов. Обитает в прибрежных водах, эвригалинный вид.

4) *Dikerogammarus villosus*

Первичный ареал: эстуарии рек Черного моря. Современный ареал: бассейны большинства Европейских рек, а также Балтийское море. Распространяется с балластными водами судов. Эвритермный и эвригалинный вид.

5) *Gammarus tigrinus*

Первичный ареал: эстуарии атлантического побережья Северной Америки. Современный ареал: Северное море, Балтийское море, включая Рижский и Финский заливы, западное побережье Шотландии, Кельтское море, Бискайский залив. Страны: Финляндия, Ирландия, Великобритания, Бельгия, Нидерланды, Германия. Калининградский залив, Финский залив. Распространяется с балластными водами судов. Эвригалинный вид.

6) *Lithoglyphus naticoides*

Первичный ареал: реки бассейна северо-запада Черного моря и Дуная. Современный ареал: внутренние воды Европы. Распространяется с балластными водами и корпусами судов. Моллюск обитает в реках, озерах, каналах и водохранилищах.

7) *Magallana gigas*

Первичный ареал: тихоокеанское побережье Японии. Современный ареал: Северная Америка, Австралия, Европа Атлантическое побережье Европы и Новую Зеландию. Обитает на Востоке России. Распространяется с балластными водами и корпусами судов. Эвритермный и эвригалинный вид.

8) *Molgula manhattensis*

Первичный ареал: Атлантическое побережье США. Современный ареал: Адриатическое, Черное, Ваттовое моря, Северная часть Атлантического океана (от Норвегии до Португалии), Северная часть Тихого океана, Северном и Карском морях, проливе Ла-Манш, Коралловом море распространяется с балластными водами и корпусами судов. Эвригалинный и эвритермный вид.

9) *Monocorophium archerusicum*

Первичный ареал: атлантическое побережье Северной Америки. Современный ареал: Обитает в бассейнах Атлантического, Тихого и Индийского океанов. Распространяется с балластными водами и корпусами судов. Вид-обрастатель.

10) *Mytilopsis leucophaeata*

Первичный ареал: Опресненные прибрежные воды Мексиканского залива. Современный ареал: эстуариях, нижних и средних течениях крупных рек, прибрежные воды Северной и Южной Америк. Каспийское, Азовское и Чёрное моря. Распространяется с балластными водами и корпусами судов. Эвритермный вид.

11) *Paralithodes camchaticus*

Первичный ареал: Северная часть Тихого океана Современный ареал: Инвазионная часть ареала - Баренцево море. Был завезён с целью промысла. Обитает в сублиторали.

12) *Platorchestia platensis*

Первичный ареал: атлантическое побережье Южной Америки. Современный ареал: обитает на побережьях бассейнов Атлантического, Тихого и Индийского океанов. Распространяется с балластом. Эвригалинный и эвритермический вид.

13) *Pontogammarus robustoides*

Первичный ареал: Прибрежные зоны Черного, Каспийского и Азовского морей; низовья крупных рек Понто-Каспийского бассейна (Волга, Дон, Днепр, Днестр, Дунай, Кубань, Терек, Кура, Буг, Прут Современный ареал: Нижнее течение и эстуариев рек Волга, Дон, Буг, Днепр, Днестр, Дунай, Прут, Терек, Кура, Кубань и т. д. Распространяется с балластными водами и корпусами судов, также был намеренно вселён в часть акваторий. Характерен для прибрежных вод.

14) *Rhithropanopeus harrisii*

Первичный ареал: Атлантические воды Северной Америки. Современный ареал: Распространился в Средиземном, Северном, Черном, Каспийском, Балтийском и Аральском морях. Распространяется с балластными водами и корпусами судов. Эвригалинный вид.

15) *Teredo navalis*

Первичный ареал: Северо-восточная часть Атлантического океана. Современный ареал: Завезён в Балтийское море, Средиземное море и восточную часть Тихого океана. Распространяется с балластными водами и корпусами судов. Эвритермный и эвригалинный вид.

Ни одного из указанных видов беспозвоночных в донных сообществах Обской губы в 2019 г. также не было зарегистрировано.

2. ВИДЫ И ОБЪЕМЫ РАБОТ

2.1. Подготовительные работы

Основной задачей подготовительных работ в 2021 году является определение фоновых параметров различных компонентов окружающей среды, выбор индикаторов мониторинга, а также пороговых значений их изменений целью оптимизации Программы полевых работ на 2021–2023 гг. (после передачи Заказчиком соответствующих данных). При определении индикаторов будут использованы нормативы, установленные законодательством Российской Федерации; утвержденные перечни индикаторов; рекомендованные руководства, разработанные по линии Арктического совета, МСОП, Конвенции о биологическом разнообразии и др., т.е. индикаторы, принятые на национальном или международном уровне компетентными органами и организациями. Биологические параметры будут отдельно согласованы в связи с принятыми в ОАО «Ямал СПГ» Программой и планом действий по сохранению биоразнообразия. Также, будут выполнены:

- сбор и анализ материалов ранее выполненных работ экологической направленности на рассматриваемой акватории.
- оценка влияния гидрологических и гидрохимических характеристик Обской губы на динамику качественных и количественных изменений биоты.

В качестве базовой информации для анализа материалов ранее выполненных работ будут использованы данные о результатах комплексного мониторинга экологического состояния Обской губы в зоне влияния Проекта «Ямал СПГ»

2.2. Экспедиционные работы

Проведение полевых работ в акватории морского порта Сабетта и морской части Южно-Тамбейского месторождения в безледный период 2021–2023 гг, обеспечивающий безопасность судна и персонала, а также возможность проведения всего комплекса работ в соответствии с согласованным объемом и сроками. Согласно цели и задачам Комплексной программы, предварительный объем полевых работ:

1. Сбор данных для мониторинга состояния гидробиоценозов акватории морского порта Сабетта (включая подходной канал), направленного на раннее обнаружение и предотвращение вселения опасных инвазивных видов:
 - Выполнение комплексного отбора проб (не менее 15 точек в акватории порта)
 - Выполнение комплексного отбора проб (не менее 5 точек в районе дампинга грунта)
2. Отбор проб для контроля обрастаний на портовых сооружениях;
 - Отбор выполняется подрядными организациями, обслуживающими портовую инфраструктуру;
3. Отбор проб для контроля состояния балластных вод из судовых танков путем молекулярно-генетического анализа.
4. На точках комплексного отбора проб будут производиться следующие анализы:
 - STD-зондирование (от поверхности до дна); измерения глубины, температуры, солености.
 - Отбор проб ихтио-, фито- и зоопланктона.
 - Отбор проб донных отложений на гранулометрический состав.
 - Отбор проб донных отложений на загрязняющие вещества.
 - Отбор проб бентоса на определение видового состава и биомассы.
5. Сбор фото- и видеоматериалов о проведении работ (будет проводиться в ходе работ).
6. Доставка собранных проб для лабораторного анализа (будут соблюдаться все требуемые условия при транспортировке и хранении проб, химические пробы будут доставлены в соответствующие аккредитованные лаборатории).

2.3. Камеральная обработка

В рамках камеральной обработки полученных данных будет выполнен анализ собранных проб и данных, подготовка промежуточного отчета:

1. Анализ собранных проб в аккредитованных и специализированных лабораториях профильными специалистами (ООО «Лаборатория» (аттестат аккредитации RA.RU.21AK94 выдан 24 октября 2016 г.), ООО «Генотек»)
2. Изучение видового состава, структуры, количественных характеристик, биопродуктивности и динамики фитопланктона и зоопланктона, включая ихтиопланктон;
3. выявление состава, структуры, количественных характеристик, биопродуктивности и динамики сообществ бентоса, обитающих на разных грунтах и глубинах;
4. Выявление состава, структуры, количественных характеристик и динамики сообществ обрастаний на причальных сооружениях порта Сабетта;

На основании проведенных исследований будет проведена оценка экологического состояния акватории порта Сабетта с точки зрения контроля риска вселения чужеродных видов с балластными водами

После завершения работ по сбору и камеральной обработке данных в 2021–2023 годах на основе ранее выполненных отчетов будет произведена систематизация данных и подготовка итогового отчета для ОАО «Ямал СПГ» (конец 2023 г.); Передача систематизированных данных ОАО «Ямал СПГ» в соответствии с требованиями к формату данных.

2.4. Объем работ

Объемы планируемых к выполнению работ в рамках одного года мониторинга состояния окружающей среды представлены в **Ошибка! Источник ссылки не найден..**;

Таблица 2.1 – Объем гидрологических, гидрохимических и гидробиологических исследований

Наименование параметра	Исследуемые показатели	Число станций / точек	Число проб / измерений
Зондирование на гидрологических профилях	Температура, соленость	20	20
Донные отложения	Физические и механические свойства: гранулометрический состав, предельный кислородный индекс, сухой удельный вес. Химические параметры: углеводороды, органический углерод, тяжелые металлы (ртуть, медь, цинк, хром, никель, свинец, кадмий) и мышьяк, бенз(а)пирен.	20	20
Фитопланктон	Видовой состав, численность, биомасса (отбор производится у поверхности, у дна и в толще воды)	20	60

Фитопланктон	Первичная продукция, концентрация хлорофилла «а» (отбор производится у поверхности, у дна и в толще воды)	20	60
Зоопланктон	Видовой состав, численность, биомасса	20	20
Ихтиопланктон	Численность и видовой состав икры, личинок и молоди рыб	20	20
Бентос	Видовой состав, численность, биомасса, перечень основных сообществ	20	60

2.4.1. Информационно-измерительная сеть станций

Информационно-измерительная сеть станций *Рисунок 1.1 район работ в акватории порта Сабетта.* (Рисунок 1.1) построена с учетом исследований по оценке акватории порта Сабетта на наличие чужеродных видов, проведенных в 2019 году в рамках Комплексной программы мониторинга экологического состояния Обской губы в зоне влияния Проекта «Ямал СПГ» ; также она является репрезентативной для решения поставленных задач: точки выбраны таким образом, чтобы провести оценку состояния бентосных сообществ в связи с проводимыми работами в акватории порта и на подходном канале к нему (Таблица 2.2);

Таблица 2.2 – Планируемые координаты станций

№ станции	Долгота, в.д.	Широта, с.ш.	Участок работ
1	72,28165	71,30117	район порта Сабетта
2	72,1693	71,25978	район порта Сабетта
3	72,2935	71,24972	район порта Сабетта
4	72,36635	71,2766	район порта Сабетта
5	72,39933	71,28867	район дампинга грунта
6	72,39907	71,32125	район порта Сабетта
7	72,43995	71,30668	район дампинга грунта
8	72,46853	71,28682	район дампинга грунта
9	72,49683	71,2661	район дампинга грунта
10	72,537	71,28578	район дампинга грунта
11	72,50033	71,33683	акватория порта Сабетта
12	72,42912	71,3542	акватория порта Сабетта
13	72,34493	71,37853	акватория порта Сабетта
14	72,26085	71,40223	район порта Сабетта
15	72,27308	71,35133	район подходного канала
16	72,20018	71,32363	район порта Сабетта
17	72,0763	71,3212	район подходного канала
18	72,11715	71,29982	район подходного канала
19	72,1158	71,34803	район порта Сабетта
20	72,19027	71,37462	район порта Сабетта

3. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

3.1. Экспедиционное судно

Заказчик обязуется предоставить необходимый водный транспорт для выполнения полевых работ в рамках комплексной программы мониторинга экологического состояния Обской губы в зоне влияния проекта «Ямал СПГ» согласно договору.

Судно должно соответствовать требованиям законодательства РФ, Российского морского регистра судоходства, требованиям международных конвенций. Судно должно быть полностью укомплектовано квалифицированным экипажем и оснащено всем необходимым оборудованием для безопасного производства работ. Судно должно соответствовать нормативам МАРПОЛ 73/78 в области утилизации отходов и сбора масляных жидкостей и соответствует международным конвенциям.

3.2. Технические средства и оборудование

Для проведения работ по экологическому мониторингу, включающих гидрологические измерения и пробоотборные операции будет использовано оборудование, представленное в **Ошибка! Источник ссылки не найден.** или аналогичное по возможностям.

Таблица 3.1. – Оборудование для проведения исследований

№	Наименование и описание	Фото	Назначение оборудования
1	Прибор вакуумного фильтрования 3-секционный ПВФ-47/3. 2017		Фильтрация воды на хлорофилл и гидрохимические анализы
2	Камера обратной фильтрации для фитопланктона		Концентрирование проб фитопланктона
3	Батометры Ocean Test Equipment Standard B, объем 5.0		Отбор проб воды для проведения гидробиологических исследований

№	Наименование и описание	Фото	Назначение оборудования
4	Зонд CTD YSI CastAway до 100 метров, производство SonTek		Гидрологические исследования (гидрологические зондирования)
5	Дночерпатели «Океан-0,025», Производство ИП «Клименко», 2017 г.		Отбор донных отложений и макробентоса
6	Сети ИКС-80 для лова ихтиопланктона, производство ИП «Мухачева», 2017		Отбор проб ихтиопланктона
7	Сети Джеди для лова зоопланктона, производство ИП «Мухачева», 2017		Отбор проб зоопланктона
8	Промывочные сита для бентоса, производство ИП «Мухачева», 2017		Промывка проб макрозообентоса

4. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

4.1. Экспедиционные работы

4.1.1. Последовательность выполнения работ на станциях

Работы на станциях комплексной программы мониторинга экологического состояния гидробиоценозов акватории морского порта Сабетта будут начинаться с выхода судна в район точки. Далее в районе точки в течение 10 минут будет осуществлять циркуляционный лов ихтиопланктона с помощью сети ИКС-80 на скорости судна не более 2 узлов. По окончании циркуляционного лова, судно будет фиксироваться в точке с помощью якоря или системы подруливающих устройств. После выставления судна на точке работы будут выполняться в следующей последовательности:

- СТД-зондирование;
- Исследование состояния фитопланктона с 2–3 горизонтов в зависимости от глубины и наличия/отсутствия слоя скачка солености: подповерхностного – в пределах одного метра от поверхности моря, слоя скачка гидрофизических параметров – пикноклина (над слоем, при его наличии), и придонного;
- Отбор проб зоопланктона с помощью сети Джеди;
- Отбор донных отложений с помощью дночерпателя для геохимических анализов и анализа гранулометрического состава осадка;
- Отбор и промывка донных отложений для исследования состояния макрозообентоса.

По окончании работ на станции (или в случае резкого ухудшения погоды) судно будет сниматься с якоря (если постановка на якорь была произведена) и переходить в следующую точку (или в место укрытия).

4.1.2. Гидрологические исследования

Гидрологические исследования на комплексных станциях

Исследования будут проведены на всех комплексных станциях. В ходе океанографических зондирований будут определяться вертикальные профили водной толщи от поверхности до дна по следующим показателям: температура, соленость при помощи СТД-зонда YSI Castaway (



Рисунок 4.1 – Работа с CTD-зондом YSI Castaway). Будут проведены визуальные наблюдения.



Рисунок 4.1 – Работа с CTD-зондом YSI Castaway

4.1.3. Исследование качества донных отложений

Для исследования гранулометрического состава и уровня загрязнения донных отложений производится отбор проб (по одной пробе на каждой станции) с помощью дночерпателя Океан-0,025 (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

Отбор проб будет производиться на всех комплексных станциях. Отбор проб грунтов осуществляется в то же время и в том же месте, где отбираются планктонные и бентосные пробы.

В пробах донных отложений будут определяться следующие показатели:

- физические и механические свойства:
 - гранулометрический состав,
 - сухой удельный вес.
- химические параметры:
 - углеводороды
 - органический углерод
 - тяжелые металлы (ртуть, медь, цинк, хром, никель, свинец, кадмий) и мышьяк,
 - бенз(а)пирен,

Анализ донных отложений будет выполняться в специализированной лаборатории ООО «Лаборатория» (аттестат аккредитации RA.RU.21AK94 выдан 24 октября 2016 г.).



Рисунок 4.2 – Отбор донных отложений дночерпателем «Океан-0,1»

Таблица 4.1 Методики исследований донных отложений

№	Вид исследований	НД	Описание	Объем пробы/вид тары	Вид консервации	Условия хранения
1	Валовое содержание металлов (Cu, Pb, Hg, Cd, Ni, Cr, Zn) и As	ФР.1.31.2013.14150 (М-МВИ-80-2008), ПНД Ф 16.1:2.23-2000	Измерение массовой концентрации металла ((Cu, Pb, Hg, Cd, Ni, Cr, Zn) и As в пробах выполняют методом атомно-абсорбционной спектроскопии в режиме электротермической атомизации после предварительной разложения проб донных отложений. Метод основан на селективном поглощении атомным паром металла резонансного излучения, испускаемого спектральной лампой с полым катодом. Метод определения ртути основан на ее атомизации содержащейся в пробе в двухсекционном пиролизаторе приставки РП-91С и последующем ее определении методом беспламенной атомной абсорбции на анализаторе ртути РА-915+.	1 кг почвы естественной влажности ПП пакет с замком, или плотно закрывающийся пластиковый контейнер	-	Заморозка до температуры не ниже минус 18°C.
2	Содержание углеводов нефти	ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 (ФР.1.31.2015.20500)	Выполнение измерений массовой доли нефтяных компонентов ИК-фотометрическим методом основано на извлечении их из донных отложений экстракцией ацетоном и хлороформом, концентрировании и хроматографическом разделении экстракта алюминия в системе подвижных растворителей гексан - четыреххлористый углерод - ледяная уксусная кислота. Компоненты нефтепродуктов элюируют из соответствующих зон оксида алюминия на пластинке и в элюатах количественно определяют углеводороды по интенсивности поглощения С-Н связей метиленовых (-CH ₂ -) и метильных (-CH ₃ -) групп в инфракрасной области спектра (=2926 см или 3,42 мкм)			
3	Гранулометрический состав	ГОСТ 12536	Определение основано на разделении состава пробы на фракции разного размера с определением их процентного соотношения от общей массы анализируемой пробы ситовым (разделение на ситах с промывкой или без промывки водой), пипеточным или ареометрическим методом. Предварительно пробы донных отложений подвергают ультразвуковой обработке и/или раствором соляной кислоты.			
4	Определение сухого удельного веса (плотность)	ГОСТ 5180	Сухой удельный вес рассчитывается из плотности грунта методом режущего кольца или взвешивания в воде и естественной влажности по ГОСТ 5180			
5	Органическое вещество (Органический углерод)	ГОСТ 23740-2016	Метод основан на прокаливании образца грунта с предварительным удалением и количественным учётом растительных остатков. Оценивают изменение массы зольного остатка после озонирования в муфельной печи. Полученное значение содержания органического вещества, пересчитывают на содержание органического углерода, в %.			



№	Вид исследований	НД	Описание	Объем пробы/вид тары	Вид консервации	Условия хранения
6	Бенз(а)пирен	ФР.1.31.2004.01279	Метод ВЭЖХ/ФлуД. Метод основан на экстракции ПАУ гексаном и детектировании на ультрафиолетовом и флуориметрическом детекторах.			

4.1.4. Гидробиологические исследования

Исследование состояния фитопланктона

Отбор проб на определение количественных и качественных показателей фитопланктона будет производиться батометром Нискина с 2–3 горизонтов в зависимости от глубины и наличия/отсутствия слоя скачка солености: подповерхностного – в пределах одного метра от поверхности моря, слоя скачка гидрофизических параметров – пикноклина (над слоем, при его наличии), и придонного. (Рисунок 4.3). Отбор проб на определение концентрации хлорофилла «а» и первичной продукции будет производиться батометром Нискина из поверхностного горизонта. При наличии слоя скачка пробы на хлорофилл «а» также будут отобраны над слоем скачка. Для фитопланктона будут определяться количественные и качественные показатели (видовой состав, численность и биомасса), концентрация хлорофилла «а», первичная продукция.



Рисунок 4.3 – Отбор проб морской воды батометром Нискина, закрывающимся с помощью посыльного груза

Фиксация фитопланктона (для определения качественных и количественных характеристик)

Пробы объемом 1000 мл морской воды отбирают из батометра в темные пластиковые бутылки.

Далее пробы фильтруют с использованием камеры обратной фильтрации (Рисунок 4.4), состоящей из двух отсеков, разделенных лавсановой перфорированной мембраной толщиной 10 мкм и диаметром пор 2 мкм (Современные методы..., 1983). Емкость с отобранной пробой должна находиться на высоте 40 см над камерой, таким образом, вода в камеру поступает под давлением 0,04 атм. Метод обратной фильтрации является наиболее щадящим для концентрации проб фитопланктона, поскольку токи воды, проходящие в камере снизу-вверх, под низким давлением не разрушают хрупкие клетки микроводорослей

и не пропускают мелкие клетки, размер которых меньше диаметра пор через мембрану (Практическое руководство..., 2010).

По окончании фильтрации концентрат (около 50–60 мл) сливают в темную стеклянную или пластиковую банку с завинчивающейся крышкой объемом 100 мл. Для дальнейшей обработки пробы фиксируют раствором Люголя (кристаллический йод в растворе иодида калия) из расчета 0,6 мл на 100 мл пробы и транспортируют в стационарную лабораторию. Альтернативой концентрированию методом обратной фильтрации является фиксация всего объема 40%-ным раствором формальдегида до концентрации формалина в пробе 4%.



Рисунок 4.4- Камера обратной фильтрации

Камеральная обработка (для определения качественных и количественных характеристик).

В лаборатории пробы, концентрированные методом обратной фильтрации, дополнительно концентрируют отстойным методом (Радченко и др., 2010) до 2–10 мл в зависимости от обилия фитопланктона в пробах и количества клеток в счетной камере. Клетки просчитывают под световым микроскопом под водно-иммерсионным объективом при увеличении в 400 раз в счетной камере Нажотта (объем 0,05 мл, площадь 1 см²). Просчитывают по 3 камеры из каждой пробы. При обработке не учитывают группу мелких флаголлат <5 мкм.

Расчет биомасс микроводорослей производят по клеточному объему методом геометрического подобия (Hillebrand et al., 1999). Объем клеток вычисляют по линейным размерам клеток, подсчитанным с помощью окуляр-микрометра, с последующим переводом в единицы биомассы (Радченко и др., 2010). Пересчет сырой биомассы в углерод производят с использованием опубликованных аллометрических зависимостей (Menden-Deuer, Lessard, 2000).

Видовые списки, полученные в результате анализа фитопланктона будут проанализированы на предмет наличия/отсутствия видов-вселенцев.

Определение концентрации хлорофилла «а»

Для определения концентрации хлорофилла «а», пробы объемом 0,5 л фильтруют через фильтры марки ФМАЦ-0,45 мкм, диаметром 47 мм при разряжении до 0,3 атм. Затем фильтры подсушивают на фильтровальной бумаге в закрытой коробке. Высушенные и промаркированные фильтры раскладывают (соответственно станциям) в чашки Петри,

вкладывают туда конверты с силикагелем, подвергают заморозке и в замороженном состоянии доставляют в лабораторию.

Камеральная обработка проб на определение хлорофилла «а»

В лаборатории проводят экстрагирование пигментов в 7 мл 90%-м водным раствором ацетона в течение 24 часов. Флуоресценцию полученных экстрактов измеряют на флуориметре до и после подкисления водным раствором HCl (30 мкл 0,1N HCL на 1 мл экстракта). Количество пигментов определяют по стандартной методике (EPA 445.0, Revision 1.2, 1997).

$$\text{Chl-a} = k (F_b - F_a) (V_{\text{экстр}}) / V_{\text{фильтр}}$$

$$\text{Pheo-a} = k (R F_a - F_b) (V_{\text{экстр}}) / V_{\text{фильтр}},$$

где k - калибровочный коэффициент прибора, F_b и F_a - флуоресценция опытного раствора до и после подкисления, соответственно, R - коэффициент подкисления, $V_{\text{фильтр}}$, $V_{\text{экстр}}$ – объем ацетонового экстракта, мл.

Фиксация проб на определение первичной продукции фитопланктона

Первичная продукция исследуется хлорофильным методом (1 л с горизонта, фильтрация на фильтр, заморозка), но на других горизонтах.

Отбор проб на определение первичной продукции осуществляют по 4-м горизонтам освещенности - 100%, 50%, 10% и 1% от начальной.

Горизонт 100% (поверхность) совмещается с пробами на исследование хл «а». Освещённость определяется с помощью диска Секки.

- Горизонт 100% освещенности – это поверхность (данные, полученные при анализе пробы хлорофилла идут и для расчета ПП)
- Как правило, глубины остальных горизонтов освещенности не совпадают со стандартными горизонтами (скачок и дно). На них пробы нужно будет брать отдельно.

Нижняя граница фотической зоны (1% исходной освещенности) приблизительно равна утроенной прозрачности по диску Секки.

Расчет глубины горизонтов отбора проб

Глубину горизонта, соответствующую определенной освещенности, нужно рассчитывать, используя закон Бугера-Ламберта-Бера:

$I_{hh} = I_{00} \times e^{-khh}$, где I_0 – начальная интенсивность света (в нашем случае – 100%), I – интенсивность света на глубине, h – глубина, k – коэффициент экстинкции (показатель вертикального ослабления света в столбе воды).

Если k для данной акватории известен, подставляем в формулу его. Если нет, то принимаем $k=1,7/S$, где S – прозрачность по диску Секки. (В мутных прибрежных водах при прозрачности от 2 до 12м можно принимать $k=1,44/S$).

Решаем уравнение, чтобы вычислить глубину h .

$$\text{В итоге в общем случае: } h = -\frac{\ln \frac{I_h}{I_0}}{1,7}$$

$$\text{Для мутных вод: } h = -\frac{\ln \frac{I_h}{I_0}}{1,44}$$

Для освещенности **Ю** (100%) глубина отбора – 0 м, поверхность. Эта проба не дублируется!

Ниже в таблице расчет для горизонтов освещенности 75%, 50%, 25%, 10%, 1%. **S** – прозрачность по диску Секки, **h** – глубина отбора.

	75%	50%	25%	10%	1%
Коэфф. экстинкции k=1,7/S	$h = 0,17 \cdot S$	$h = 0,41 \cdot S$	$h = 0,82 \cdot S$	$h = 1,35 \cdot S$	$h = 2,71 \cdot S$
Коэфф. экстинкции k=1,44/S Мутные прибрежные воды	$h = 0,20 \cdot S$	$h = 0,48 \cdot S$	$h = 0,96 \cdot S$	$h = 1,60 \cdot S$	$h = 3,20 \cdot S$

Если станцию отработывают ночью, и измерить прозрачность по диску невозможно, необходимо использовать значения **S** с соседней максимально похожей станции (для открытого моря нельзя брать как пример прибрежные станции, для районов дноуглубления нельзя брать как пример фоновые станции и т. д. Нужно ориентироваться на ближайшую максимально похожую по условиям и гидрологии). После отбора пробы фильтруются аналогично методике по хлорофиллу (см. выше).

Камеральная обработка проб на определение первичной продукции

Чистую продукцию получают по разности содержания кислорода в светлой склянке и начального содержания кислорода - $P_{\text{ч}} = (C_{\text{св}} - C_{\text{нач}})/t$

Валовую продукцию получают по разности содержания кислорода в светлой и темной склянке по формуле - $P_{\text{вал}} = (C_{\text{св}} - C_{\text{темн}})/t$

Деструкцию рассчитывают, как разницу между начальным содержанием кислорода и кислорода в темной склянке - $D = (C_{\text{нач}} - C_{\text{темн}})/t$,

где **D** – деструкция; **P_ч** – чистая первичная продукция; **P_{вал}** - валовая продукция; **C_{нач}** - концентрация кислорода в исходных пробах морской воды до экспозиции; **C_{темн}** - концентрация кислорода в темных склянках после экспозиции; **C_{св}** - концентрация кислорода в светлых склянках после экспозиции; **t** – время экспозиции, ч.

Перевод кислородных единиц в углеродные единицы выполнялся согласно балансовому уравнению фотосинтеза, коэффициент пересчета – 0,375.

В случае невозможности применения скляночного метода (из-за погодных условий или по другим причинам) для определения первичной продукции будет применяться хлорофилльный метод определения.

Исследование состояния зоопланктона

Отбор проб зоопланктона будет производиться методом тотального облова вертикально от придонного слоя до поверхности с использованием планктонных сетей (типа Джели (БСД-37) (размер ячеей фильтрующего конуса 180 мкм, диаметр входного отверстия 37 см) или аналогичных (Рисунок 4.5). Пробы зоопланктона будут сгущены до стандартного объема, помещены в полиэтиленовые банки и зафиксированы нейтрализованным тетраборатом натрия раствором формальдегида до конечной

концентрации 4%. В пробах зоопланктона будут проанализированы следующие показатели: видовой состав, общая численность и биомасса (экз./м³ и г/м³).



Рисунок 4.5 – Отбор проб зоопланктона сетью Джеди

Камеральная обработка проб зоопланктона

С целью учета наиболее многочисленных видов из основной пробы отбирают подпробы объемом 3–5 мл (в зависимости от количества организмов), полученные значения численности пересчитывают на весь объем. Малочисленные и редко встречающиеся виды просчитывают во всем объеме. Подсчет производят в камере Богорова с использованием бинокля.

Все организмы, по возможности, определяют до вида (в некоторых случаях до рода) за исключением меропланктона – личиночных форм донных беспозвоночных. Данная группа определяется до более высоких таксономических порядков.

Индивидуальный сырой вес животных для последующих расчетов популяционной биомассы и общей биомассы сообщества определяют с использованием соотношений между длиной и весом тела для разных видов и групп и номограммам Численко (1968).

Видовые списки, полученные в результате анализа зоопланктона будут проанализированы на предмет наличия/отсутствия видов-вселенцев.

Исследования ихтиопланктона

Исследования ихтиопланктона будут выполнены на каждой станции. Отбор проб будет осуществляться с борта судна ихтиопланктонной сетью (ИКС-80), путём горизонтальных обловов. Обловы ихтиопланктона будут производиться на станциях в течение 10 мин. на циркуляции судна. Пробы ихтиопланктона будут сгущены до стандартного объема, помещены в полиэтиленовые банки и зафиксированы нейтрализованным тетраборатом натрия раствором формальдегида до конечной концентрации 4%. В пробах ихтиопланктона будут проанализированы следующие показатели: численность и видовой состав икры, личинок и молоди рыб (экз./м³) (Рисунок 4.).



Рисунок 4.6 – Лов ихтиопланктона на циркуляции с помощью сети ИКС-80

Камеральная обработка проб ихтиопланктона

В каждом лове оценивают численность, видовой и размерный состав пойманных личинок. При камеральной обработке в лаборатории пробы отмывают от формалина с последующим переводом в 70% этиловый спирт. Для определения и тотального подсчета организмов используют бинокулярный микроскоп. Для определения сырого веса предварительно промеренных личинок взвешивают на электронных весах с точностью 0,001 г.

Видовые списки, полученные в результате анализа ихтиопланктона будут проанализированы на предмет наличия/отсутствия видов-вселенцев.

Исследование состояния макрозообентоса

Отбор проб зообентоса будет производиться с помощью дночерпателей типа Ван-Вина, Океан-0,025. На каждой станции отбирается по 3 пробы. Поднятый дночерпателем грунт промывают через капроновое сито с ячейей 0,5 мм. Оставшихся на сите беспозвоночных с каменистой фракцией грунта и детритом помещают в полиэтиленовые банки и фиксируют 4% раствором формальдегида, нейтрализованным тетраборатом натрия.

В пробах зообентоса анализируются следующие показатели: видовой состав; численность и биомасса каждого вида (экз./м² и г/м²). Составляется перечень основных сообществ. Положение станций отбора проб совпадает с положением станций отбора донных отложений.

В случае невозможности отбора проб бентоса в конкретной точке (т. к. в отдельных районах работ высока вероятность присутствия строительного и антропогенного мусора) – возможно смещение с точки до возможности произвести пробоотбор.

Камеральная обработка макрозообентоса

При камеральной обработке макрозообентоса в лаборатории пробы отмывают от формалина с последующим переводом в 70% этиловый спирт. Для определения и тотального подсчета организмов используют бинокулярный микроскоп. Таксономическое определение материала ведется по соответствующим определителям, монографиям и другой литературе. Все организмы взвешивают на весах с точностью 0,001 г. Для определения биомассы используют сырой вес организмов. Названия таксонов будут соответствовать валидным названиям, приведённым в базе данных MarBEF

(<http://www.marbef.org/data/aphia.php?p=search>). В ходе статистического анализа обязательно проведение многомерного шкалирования (Multidimensional scaling) и, в случае вариабельности факторов окружающей среды, канонического анализа соответствий (Canonical correspondence analysis).

Для составления представления об уровне биоразнообразия в сообществе макрозообентоса, выравнинности сообщества используют ряд индексов биоразнообразия (индексы биоразнообразия, как правило, считаются на базе данных о присутствии или отсутствии видов и их численностях):

1). Индекс Шеннона H' :

$$H' = - \sum (p_i \log_2 p_i),$$

где p_i – отношение численности вида i к общему числу особей выборки N . Индекс чувствителен как к числу видов, так и к неравномерности их количественной представленности в пробе (сообществе). В ситуации, когда H' стремится к 3,5 (м.б. больше) – это говорит о высоком числе видов и высокой выравнинности в сообществе (численности отличаются несильно). Если H' стремится к 1,5 (м.б. меньше) – это говорит о низком числе видов и низкой выравнинности в сообществе (численности отличаются сильно) (Shannon, Weaver, 1963).

2). Индекс выравнинности Пиелу J' :

$$J' = H' / \log(S),$$

где H' – индекс Шеннона, S – число видов в сообществе. Индекс зависит лишь от равномерности распределения обилий видов, меняется в диапазоне от 0 (абсолютное доминирование единственного вида) до 1 (все виды характеризуются равномерным числом особей) (Pielou, 1966).

Видовые списки, полученные в результате анализа макрозообентоса будут проанализированы на предмет наличия/отсутствия видов-вселенцев.

4.2. ДНК-исследования балластных вод

Молекулярно-генетические исследования балластных вод на предмет наличия видов-вселенцев):

1. Отбор проб будет производиться следующим образом: представители заказчика, квалифицированные для обращения с балластными водами, производят отбор проб из балластных танков в переданную им ранее тару, либо в присутствии сотрудников ООО «ЦМИ МГУ», либо передают их после отбора для дальнейшего анализа. До передачи пробы необходимо хранить при температуре -18(в морозильной камере), либо +4 (в холодильнике). Пробы необходимо передать как можно скорее, для дальнейшей фиксации.
2. В лабораторных условиях, сотрудниками производится фиксация проб. Примерно 500 мл воды пропускается через стерильный нейлоновый фильтр с ячейками 180 мкм для отделения крупных взвешенных частиц; затем происходит фильтрация через капроновый фильтр с диаметром пор 0.22 мкм, на который осаждаются бактериопланктон.
3. Фильтры консервируются этанолом концентрацией 96% в стерильные полипропиленовые пробирки с закручивающейся крышкой объемом 15 мл, после чего пробы замораживаются.
4. Идентификация таксономического состава сообщества из образцов балластных вод будет производиться путем амплификации и высокопроизводительного секвенирования последовательностей маркерных генов-баркодов (16S для прокариот, и 18S для большинства эукариот). После выполненных исследований будет составлена база последовательностей ДНК всех типов организмов, и проведено сравнение с видовыми списками организмов, полученных в ходе комплексного мониторинга.

4.3. Контроль обрастания в порту Сабетта

Согласно Техническому заданию, отбор проб обрастаний портовых сооружений будет произведен на 4 точках внутри акватории порта (по соображениям безопасности пробы обрастаний отбираются подрядчиками Заказчика, обслуживающими портовую инфраструктуру) и будут переданы для анализа. Представителям подрядчиков Заказчика будут передано необходимое оборудование для отбора проб и методические указания по отбору проб обрастаний.

Методика анализа данных по обрастаниям зависит от того каким образом будут отобраны пробы. Стандартным является отбор проб с помощью скребка, питомзы (Блинова и др, 2005) и рамки 25 x 25 см, с определенной площади (ограниченной рамкой) поверхности причального сооружения водолазным (или иным способом) производится сбор обрастателей, дальнейшая их фиксация и обработка производится аналогично фиксации и обработке макрозообентоса (раздел 4.1.5) вместе с этим (при необходимости вместо этого) можно произвести фото/видеосъемку причальных сооружений, для анализа его обрастателей.

Видовые списки, полученные в результате анализа видов-обрастателей будут проанализированы на предмет наличия/отсутствия видов-вселенцев.

5. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ

5.1.1. Предварительный состав работ:

1. Результатом **подготовительных работ** станут следующие материалы:
 - Программа контроля балластных вод и мониторинга инвазивных видов в морском порту Сабетта на период 2021–2023 гг., содержащая, в том числе, оценку риска вселения чужеродных видов с судовыми балластными водами, описание методологии проведения исследований, предложения соответствующих мер для управления данным риском.
2. Результатом **экспедиционных работ (2021–2023)** станут следующие материалы:
 - Технический отчет о выполнении полевых работ в 2021 гг.
 - Технический отчет о выполнении полевых работ в 2022 гг.
 - Технический отчет о выполнении полевых работ в 2023 гг.
3. Результатом **камеральных работ (2021–2023)** будут следующие материалы:
 - Отчет о результатах выполнения Программы в 2021 гг.
 - Отчет о результатах выполнения Программы в 2022 гг.
 - Отчет о результатах выполнения Программы в 2021–2023 гг.

5.1.2. Предварительная структура отчета

Введение

- 1.1 Цель работ
- 1.2 Район работ
- 1.3 Виды и объемы работ
- 1.4 Климатическая характеристика района работ

1. Результаты анализа фондовых данных

- 1.1 Анализ фондовых данных по гидрологическим исследованиям
- 1.2 Характеристика состояния донных отложений
- 1.3 Состояние фитопланктона
- 1.4 Состояние зоопланктона
- 1.5 Состояние ихтиопланктона
- 1.6 Состояние бентоса
- 1.7 Состояние экосистемы с точки зрения наличия инвазивных видов

2. Организация работ

- 2.1 Экспедиционное судно
- 2.2 Технические средства и оборудование

3. Методика выполнения работ

- 3.1. Экспедиционные работы
 - 3.1.1 Гидрологические исследования
 - 3.1.2 Исследование качества донных отложений

3.1.3 Исследование наличия инвазивных видов в балластных водах молекулярно-генетическими методами

3.1.4 Контроль степени обрастания портовых сооружений

3.1.5 Исследование качества донных отложений

3.1.6 Гидробиологические исследования

Исследование состояния фитопланктона

Исследование состояния зоопланктона

Исследования ихтиопланктона

Исследование состояния макрозообентоса

4. Результаты работ

4.1 Характеристика гидрологического режима

4.2 Характеристика гидрохимического режима

4.3 Характеристика качества донных отложений

4.4 Характеристика состояния гидробиоценозов акватории морского порта Сабетта (включая подходной канал), направленная на раннее обнаружение и предотвращение вселения опасных инвазивных видов (исследование состояния фито- и зоопланктона, зообентоса в акватории порта и на подходном канале);

4.5 Дополнительные гидробиологические исследования

4.5.1 Данные о состоянии фито/зоопланктонных сообществ для проведения картирования морских экосистем

4.5.2 Оценка состояния донных сообществ в местах проведения дноуглубления и районах сброса грунта

4.5.3 Оценка экологического состояния акватории порта Сабетта с точки зрения контроля риска вселения чужеродных видов с балластными водами

4.5.4 Оценка степени обрастания портовых сооружений;

6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Работы по выполнению мониторинга экологического состояния Обской губы в зоне влияния Проекта «Ямал СПГ» сопряжены с повышенным риском.

Факторами риска при работах являются:

- Погрузочно-разгрузочные операции при мобилизации и демобилизации;
- Перенос тяжелых грузов;
- Неравномерный режим дня, вызывающий недосыпание;
- Работы на открытой палубе судна в т. ч. у борта;
- Операции по спуску-подъему оборудования с использованием лебедок и грузоподъемных механизмов;
- Работа с пробоотборниками (дночерпатели, сети, батометры);
- Работа с водой при промывке проб;
- Работа с агрессивными химическими веществами;
- Работы в условиях пониженных температур;
- Работы в условиях сильного солнечного излучения;
- Работы в темное время суток.

Экспедиционная группа будет участвовать в процедурах, проводимых на судне, выполняющим работы в целях обеспечения максимальной безопасности экспедиции и соблюдения правил ОТ и ПБ:

- Вводный инструктаж всех вновь прибывших на судно;
- Ознакомительный экскурс по судну со всеми лицами, пребывавшими на судно;
- Учения «По оставлению судна»;
- Ежемесячные собрания экипажа (комитета по безопасности) по вопросам охраны здоровья, безопасности и защиты окружающей среды и качества;
- Ежемесячные обязательные проведения учебных тревог в условиях, приближенных к реальным:
 - ✓ По борьбе с пожаром
 - ✓ По оставлению судна
 - ✓ Человек за бортом
- Перед началом любой операции, представляющей потенциальную угрозу безопасности судна или здоровью членов экипажа, проводится инструктаж по применению безопасных методов работ;
- Любой вид деятельности анализируется на предмет его безопасности для персонала и окружающей среды.

Средства индивидуальной защиты

Проводя какие-либо работы во время стоянки в порту необходимо использовать индивидуальные средства защиты и выполнять требования ПТБ и ОТ (Рисунок 6.1, Таблица 6.1).

- Запрещается передвижение в обуви с нефиксируемой пяткой.

- При передвижении по открытым палубам, производственной палубе надлежит находиться в защитной каске и одежде со световозвращающими элементами.
- При проведении спускоподъемных работ на производственной палубе члены экипажа должны использовать как минимум следующие средства индивидуальной защиты:
 - ✓ Защитная каска,
 - ✓ Рабочий спасательный жилет,
 - ✓ Свет возвращающие элементы на одежде,
 - ✓ Обувь с ударопрочным подноском,
 - ✓ Рабочие перчатки,
 - ✓ При проведении работ с интенсивным потоком воды необходимо использовать водозащитный костюм и перчатки.
 - ✓ При работе с агрессивными химическими веществами необходимо использовать устойчивые к химическому воздействию перчатки и защитные очки.



Рисунок 6.1 – Сотрудник ООО «ЦМИ МГУ», выполняющий работы в полном комплекте СИЗ

Таблица 6.1– Пути к нейтрализации основных угроз при выполнении работ

Риски	Пути избегания рисков
Погрузочно-разгрузочные операции при мобилизации и демобилизации экспедиции	Постоянное применение СИЗ, перемещение с максимальной осторожностью. Нахождение вдали от работающих механизмов или максимально осторожное поведение при нахождении и работах вблизи от них.
Перенос тяжелых грузов	Перенос тяжелых грузов достаточным числом людей, осторожность. Ношение СИЗ (обувь с ударопрочным подноском, перчатки и другие СИЗ).

Риски	Пути избегания рисков
Работы на открытой палубе судна в т.ч. у борта	Постоянное ношение СИЗ, постоянное удерживание «на трех опорных точках» (рука + ноги, нога + руки). Максимально внимательные и осторожные перемещения. Направление движения – только вперед (прежде чем двигаться в другую сторону полностью развернуться туда). Смотреть под ноги и осматриваться. Работа группами не менее, чем два человека. В случае работы у открытого борта использование монтажных поясов и страховочных строп.
Операции по спуску-подъему оборудования с использованием лебедок и грузоподъемных механизмов	Постоянное ношение СИЗ. Максимально внимательные и осторожные перемещения и действия. Сопровождение всех действий четкими голосовыми сигналами. Проверка работоспособности и безопасности пробоотборника перед каждым пуском. Внимательно отношение к мелким деталям, могущим вызвать зажатие или затягивание конечностей и(или) одежды. Отсутствие украшений и выступающих из под СИЗ волос. Работа группами не менее, чем два человека.
Работа с буксируемым оборудованием	Постоянное ношение СИЗ. Максимально внимательные и осторожные перемещения и действия. Сопровождение всех действий четкими голосовыми сигналами. Проверка работоспособности и безопасности оборудования перед каждым пуском. Контроль расположения оборудования за бортом судна. Внимательно отношение к мелким деталям, могущим вызвать зажатие или затягивание конечностей и(или) одежды. Отсутствие украшений и выступающих из-под СИЗ волос. Работа группами не менее, чем два человека.

Риски	Пути избегания рисков
Работа с оборудованием, прикрепленным к штанге	Постоянное ношение СИЗ. Максимально внимательные и осторожные перемещения и действия. Сопровождение всех действий четкими голосовыми сигналами. Проверка работоспособности и безопасности оборудования перед каждым пуском. Проверка целостности штанги перед и началом работ и после их окончания. Внимательно отношение к мелким деталям, могущим вызвать зажатие или затягивание конечностей и(или) одежды. Работа группами не менее, чем два человека.
Работа с пробоотборниками	Постоянное ношение СИЗ. Максимально внимательные и осторожные перемещения и действия. Сопровождение всех действий четкими голосовыми сигналами. Проверка работоспособности и безопасности пробоотборника перед каждым пуском. Внимательно отношение к мелким деталям, могущим вызвать зажатие или затягивание конечностей и(или) одежды. Отсутствие украшений и выступающих из-под СИЗ волос. Работа группами не менее, чем два человека.
Работа с водой	Постоянное ношение СИЗ, кроме того, в случае холодной погоды, ношение водозащитного костюма и сапог, исключающих промокание одежды, ношение плотных водостойких перчаток.
Работа с агрессивными химическими веществами	Постоянное ношение СИЗ. К обязательным СИЗ должны быть добавлены стойкие к химическим воздействиям перчатки и очки. Работы должны проводиться в хорошо проветриваемом помещении или на палубе (при соблюдении всех мер снижения рисков при нахождении на палубе).

Риски	Пути избегания рисков
Работы в условиях пониженных температур	Постоянное ношение СИЗ. Кроме основного комплекта СИЗ, должны использоваться теплые ветрозащитные элементы одежды: термобелье, термоноски, утепленные куртки, комбинезоны, шапки, перчатки, балаклавы.
Работы в условиях прямого солнечного излучения	Защита головы от прямого солнечного излучения с помощью каски или головного убора (в случаях, когда каска не нужна). Использование солнцезащитных средств на открытых участках тела. Использование одежды минимизирующей открытые участки тела (но не допускающей перегрева). При необходимости использование солнцезащитных очков.

Мероприятия по охране окружающей среды

Общие организационные мероприятия по снижению и предотвращению негативного воздействия на окружающую среду в ходе выполнения работ предусматривают строгое выполнение требований российского и международного законодательства, а именно:

- Федерального закона № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей среды»;
- Федерального закона № 155-ФЗ от 31.07.1998 г. «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации»;
- Федерального закона № 187-ФЗ от 30.11.1995 г. «О континентальном шельфе Российской Федерации»;
- Водного кодекса Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ;
- Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ 73/78).

Основополагающим документом в области защиты морской среды является национальное законодательство, в случае если оно выдвигает более жесткие требования к охране окружающей среды, чем конвенция МАРПОЛ-73/78 с Протоколом 1978 г. и Приложениями. Международная конвенция МАРПОЛ-73/78 является обязательной для всех государств-членов Международной морской организации.

В ходе выполнения работ на акватории предусматриваются следующие мероприятия по предотвращению загрязнения акватории нефтепродуктами, льяльными и сточными водами, а также мусором.

- При выполнении работ на судне в судовых документах ведется учет нефтяных операций, накопленного мусора, накопленных льяльных и сточных вод.
- Сбор и хранение бытовых отходов осуществляется в танках на специально оборудованных местах.
- Для сбора хранения сточных вод на судне предусматриваются соответствующие

системы и сборные цистерны (танки).

- В ходе выполнения работ, скапливающиеся на судне нефтесодержащие льяльные воды и нефтяные остатки, хранятся в специальных танках.

При выполнении работ ООО «ЦМИ МГУ» руководствуется Политикой в области охраны здоровья и безопасности труда, качества и экологической политикой в соответствии с требованиями российских и международных стандартов.

7. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипова Т. В., Семенов В. Н. 1989. Состав и распределение бентоса юго-западных районов типично морских вод Карского моря // Экология и биоресурсы Карского моря. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. - С. 127–137.
2. Артемьев В. А. Геохимия органического вещества в системе река-море. М. Наука. 1993. 204 с.
3. Атлас биологического разнообразия морей и побережий российской Арктики. — М.: WWF России, 2011. — 64 с.: ил.
4. Атлас загрязнения природной среды акваторий и побережья морей Российской Арктики / Под ред. С. А. Мельникова, А.Н. Горшкова. СПб: Региональный центр «Мониторинг Арктики» (Росгидромет); Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), 1999.
5. Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа. Администрация Ямало-Ненецкого автономного округа, г. Салехард. Тюменский государственный университет, Тюмень — Омск. ФГУП «Омская картографическая фабрика». 2004. 303 с.
6. Виноградова К. Л. Распространение водорослей-макрофитов в арктических морях России // Новости систематики низших растений. – 1999. – Т. 33. – С. 14–24.
7. Возжинская В.Б., Блинова Е.И. Морские макрофиты и растительные ресурсы океана. – Основы биологической продуктивности и ее использование. – М.: Наука, 1971. – С. 137–171.
8. Галкин С. В. 1998. Исследования макробентоса Карского моря в 49-м рейсе НИС “Дмитрий Менделеев” // Бентос высокоширотных районов. М.: ИО РАН. - С. 34–41.
9. Галкин С. В., Кучерук Н.В., Минин К. В., Райский А.К., Горославская Е.И. 2010. Макробентос эстуарной зоны реки Обь и прилежащих районов Карского моря // Океанология, Т. 50. № 5. - С. 837–841.
10. Зенкевич Л. А. Избранные труды. М.: Наука, 1977. – Т. 1: Биология северных и южных морей СССР. – 340 с.
11. Зинова А.Д. Состав и фитогеографическое деление арктической водорослевой флоры // Гидробиология и биогеография шельфов холодных и умеренных вод Мирового океана. / Под ред. А.И. Голикова. – Л.: “Наука”, 1974. – С. 12–13.
12. Ильин Г.В. 2018. Гидрологический режим Обской губы как новой области морского природопользования в Российской Арктике // Наука юга России. Т.14. №2. С. 20-32
13. Иоффе Ц.И. Донная фауна Обь-Иртышского Бассейна и ее рыбохозяйственное значение // Изв. ВНИОРХ. 1947. Т. 25, вып. 1.С. 123-133.
14. Итоговый отчет о результатах комплексного мониторинга экологического состояния Обской губы в зоне влияния Проекта ««Ямал СПГ» ». Книга 1.Пояснительная записка,2020.
15. Камалов А.М., С.А.Огородов А.М., Бирюков В.Ю., Совершаева Г.Д., Цвечинский А.С.,Архипов В.В, Белова Н.Г., Носков А.И., В.И.Соломатин А.И. Морфолитодинамика берегов и дна Байдарацкой губы на трассе перехода магистральными газопроводами. // Криосфера Земли, 2006, т. X, №3. С. 3-14.
16. Козловский В.В. Макрозообентос верхнего шельфа юго-западной части Карского моря: автореф. дис. на соиск. учен. степ. к. б. н.: специальность 03.02.10 <Гидробиология> - Москва: 2012. - 26 с.: цв. ил.
17. Красненко А.С., Печкин А.С. Печкина Ю.А., Кобелев В.О. Макрозообентос южной части Обской губы // Международный научно-исследовательский журнал, 2016. - № 8

- (50). - С.15-17.
18. Кузикова В.Б. 1989. Донные зооценозы Обской губы // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Вып. 305. - С 66–73.
 19. Кузнецов А.П. 1976. Трофическая структура донной фауны Карского моря // Донная фауна краевых морей СССР. М.: ИО АН СССР. - С. 32-61.
 20. Кузнецов В.В., Ефрекин И.М., Аржанова Н.В., Гангнус И.А., Ключарева Н.Г., Лукьянова О.Н. 2008. Современное состояние Обской губы и ее рыбохозяйственное значение // Вопросы промысловой океанологии. Вып. 5. №2. С. 129-154.
 21. Куршева А.В., Петрова В.И. Спектрофлуориметрическое исследование распределения углеводов в воде и донных осадках Баренцева и Печорского морей // Тезисы докладов XV Международной школы морской геологии. Геология морей и океанов. М: ГЕОС. 2003. Т. II. С.186.:ISBN 5-89118-347-1.
 22. Лапин С.А. 2011. Гидрологическая характеристика Обской губы в летне-осенний период. Океанология. 51(6): 984–993. 2.
 23. Лапин С.А. 2012. Пространственно-временная изменчивость гидролого-гидрохимических характеристик Обской губы как основа оценки ее биопродуктивности. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., изд-во ВНИРО: 25 с. 3.
 24. Лапин С.А. 2014. Специфика формирования зон повышенной продуктивности в Обском эстуарии. Труды ВНИРО. 152: 146–154.
 25. Лещинская А.С. Зоопланктон и бентос Обской губы как кормовая база рыб // Тр. Салехард. стационара УФ АН СССР. 1962. Вып. 2. С. 27-76
 26. Логвина Е.А. и др. Оценка заносимости подходного и морского канала к порту в поселке Сабетта полуострова Ямал. // Проблемы Арктики и Антарктики: науч. журнал. – 2012. – Т.4. - №94
 27. Любина О.С. и др. Распределение зообентоса по трассе Севморпути / О.С. Любина, Е.А. Фролова // Биология и океанография Северного морского пути: Баренцево и Карское моря (отв. ред. Г.Г. Матишов). Мурман. морской биол. ин-т КНЦ РАН. – М.: Наука, 2007.
 28. Попов П.А. Адаптация гидробионтов к условиям обитания в водоемах субарктики – на примере экологии рыб в водоемах субарктики западной Сибири - Новосибирск, 2012. - 255 с.
 29. Степанова В.Б. 2003. Фауна реликтовых ракообразных (Malacostraca) Обской губы // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Вып. 4. - С. 97–105.
 30. Степанова В.Б., Степанов С.И., Вылежинский А.В. Многолетние исследования макрозообентоса Обской губы/ / Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2010. Вып. 11. С. 110-117.
 31. Стунжас П.А., Маккавеев П.Н. 2014. Объем вод Обской губы как фактор формирования гидрохимической неоднородности. Океанология. 54(5): 622–634. doi: 10.7868/S0030157414050128
 32. Филатова З.А., Зенкевич Л.А. 1957. Количественное распределение донной фауны Карского моря // Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва. Т. 8. - С. 3-62.
 33. Фролов А.А., Любин П.А. 2003. Фауна и количественное распределение двустворчатых моллюсков надсемейства Pisidoidea Обской и Тазовской губ // Фауна беспозвоночных Карского, Баренцева и Белого морей (информатика, экология, биогеография). Апатиты: Изд. КНЦ РАН. - С. 195-207.

34. Хлебович В.В. 1974. Критическая солёность биологических процессов. Ленинград: Наука. – 236 с
35. Abramova E., Tuschling K. A. 2005. 12 year study of the seasonal and interannual dynamics of mesozooplankton in the Laptev Sea: significance of salinity regime and life cycle patterns // *Glob. Planet. Change*. V. 48. P. 141– 164.
36. Dale S., Savinov V., Matishov G., Evensen A., Naes K. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in bottom sediments of the Kara sea shelf, Gulf of Ob and Yenisei Bay. *The Science of Total Environment*, 306, 2003. P. 57-71.
37. Denisenko S., Sandler H., Denisenko N., Rachor E. 1999. Current state of zoobenthos in two estuarine bays of the Barents and Kara Seas // *ICES Journal of Marine Science*. Vol. 56. - P. 187-193.
38. Fernandes M. B., Sicre M.-A. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Arctic: Ob and Yenisei estuaries and Kara Sea shelf. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 48, 1999. P. 725-737.
39. Jørgensen L.L., Pearson T.H., Anisimova N.A. et al. 1999. Environmental influences on benthic associations of the Kara Sea (Arctic, Russia) // *Polar Biology*. Vol. 22. - P. 395-416.
40. Kosobokova K.N., Hanssen H., Hirche H.J., Knickmeier K., 1998. Composition and distribution of zooplankton in the Laptev Sea and adjacent Nansen Basin during summer 1993 // *Polar Biol*. 1998. V. 19.
41. Lafflamme R., Hites R. 1978. The global distribution of PAH in recent sediments. *Geochim. Cosmochim Acta.*, v. 42, pp. 289-303.
42. Lischka, S., Knickmeier, K. and Hagen, W. (2001) Mesozooplankton assemblages in the shallow Arctic Laptev Sea in summer 1993 and autumn 1995. *Polar Biol.*, 24, 186–199.
43. List of species of free-living invertebrates of Eurasian Arctic seas and adjacent deep waters // *Explorations of the fauna of the seas*. 51 (59). St.-Petersburg, 2001.
44. Petryashov, VV, Sirenko, B.I., Golikov, A.A., Novozhilov, A. V, Rachot; E., Piepenburg. D. & Schmid, MK (1999): Macrobenthos distribution in the Laptev Sea in relation to hydrology// *Land-Ocean Systems in the Siberian Arctic: Dynamics and History*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 169-180.
45. Remane A. 1934. Die Brackwasserfauna // *Verhandl. Der Deutschen Zoolog. Gesellschaft*. - P. 34-74.
46. Yunker M.B. and Macdonald R.W. Composition and Origins of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Mackenzie River and on the Beaufort Sea Shelf. *Arctic*, 1995, vol. 48, № 2, pp. 118-129.
47. Yunker M.B., Macdonald R.W., Vingarzan R., Mitchel R.H., Goyette D., Sylvestre S. (2002) PAHs in the Fraser river basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. *Org. Geochemistry*, 33, P.489-515.
48. <http://www.marbef.org/data/aphia.php?p=search> дата обращения: 27.05.2021
49. <http://www.iucngisd.org/gisd/>. Дата обращения: 27.05.2021
50. https://www.rosmorport.ru/filials/arf_serv_loc/). Дата обращения: 31.08.2021