



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра экологии и биоресурсов

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

На тему «Система контроля ледообразования для основных объектов морского порта
Сабетта для обеспечения экологической безопасности» _____

Исполнитель _____ **Финько Полина Павловна**
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель _____ **д.г.н., профессор**
(ученая степень, ученое звание)

_____ **Шилин Михаил Борисович**
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

_____ **Заведующий кафедрой**
В. Дроздов
(подпись)

_____ **к.г.н., доцент**
(ученая степень, ученое звание)

_____ **Дроздов Владимир Владимирович**
(фамилия, имя, отчество)

« 05 » 06 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Используемые сокращения.....	3
Введение.....	4
Глава 1 Обзор литературы.....	5
1.1 Описание района исследования.....	5
1.1.1 Общая физико-географическая характеристика Ямала.....	5
1.1.2 Ландшафтная характеристика северного Ямала.....	7
1.1.3 Краткая климатическая характеристика	8
1.1.4 Гидрографическая характеристика	10
1.1.5 Гидрохимический режим	11
1.1.6 Растительный покров.....	13
1.1.7 Общая характеристика животного мира района.....	15
1.1.8 Рыбохозяйственная характеристика.....	16
1.2 Виды антропогенного воздействия.....	26
1.3 Принцип действия СКЛ.....	27
Глава 2 Материалы и методы исследования.....	36
2.1 Материалы исследования.....	36
2.1.1 Результаты оценки воздействия на атмосферный воздух.....	36
2.1.2 Результаты оценки физического воздействия.....	42
2.1.3 Оценка негативного воздействия на водные биоресурсы.....	45
2.2 Методика исследования.....	49
2.2.1 Оценка ущерба, причиненного водным биоресурсам.....	49
2.2.2 Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ.....	55
Глава 3 Результаты исследования.....	56
Глава 4 Компенсационные природоохранные мероприятия.....	62
Заключение.....	69
Выводы.....	70
Список использованных источников.....	71
Приложение.....	77

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ПК – портовый комплекс

ЯНАО – Ямало – Ненецкий автономный округ

ЭБ – экологическая безопасность

СКЛ – система контроля ледообразования

СПГ – сжиженный природный газ

ГК – газовый конденсат

ПЗ – прибрежная зона

ЛАРН – ликвидация аварийных разливов нефти

МК – морской канал

ЮВЛЗС – юго-восточное ледозащитное сооружение

СЗЛЗС – северо-западное ледозащитное сооружение

УПМВ – установка подогрева морской воды

КТП – комплектная трансформаторная подстанция

ДГУ – дизель-генераторная установка

СМР – строительно-монтажные работы

ДЭС – дизельная силовая электростанция

СЗЗ – санитарно-защитная зона

РТ – расчетные точки

ГСМ – горюче-смазочные материалы

Введение

В последние несколько лет на севере России сформирован новый портовый комплекс (ПК) - порт Сабетта. ПК Сабетта расположен на полуострове Ямал, на западном берегу Обской губы, на территории Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) и предназначен для транспортировки сжиженного природного газа (СПГ) и газоконденсата (ГК) по Северному Морскому пути. Район ПК характеризуется тяжелой ледовой обстановкой; навигация осуществляется с помощью ледоколов. Чтобы облегчить движение транспортных судов, используется ледоплавильная установка [1]

Обская губа вместе с притоками и пойменными водоемами является одним из важнейшим рыбохозяйственным водоёмом не только ЯНАО, но и всей российской Арктики. В связи с этим, важность приобретает вопрос оценки воздействия ледоплавильной установки на водную биоту.

Актуальность работы обусловлена необходимостью обеспечения работы порта в тяжелых ледовых условиях при соблюдении режима экологической безопасности (ЭБ) и минимизации ущерба экосистемам.

Целью работы является оценка возможного ущерба окружающей среде от эксплуатации системы контроля ледообразования (СКЛ) и разработка компенсационных мероприятий.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- выявить факторы возможного воздействия СКЛ на водные биоресурсы на этапе ее эксплуатации;
- оценить объем возможного ущерба водным биоресурсам на этапе эксплуатации СКЛ;
- разработать компенсационные мероприятия по снижению негативного воздействия СКЛ.

Глава 1. Обзор литературы

1.1. Описание района исследования

1.1.1 Общая физико-географическая характеристика района исследования.

В физико-географическом отношении район находится в арктической зоне на севере крупнейшей в мире Западно-Сибирской равнины. Ямало-Ненецкий автономный округ занимает обширную площадь в 769 тыс. кв. км. Более половины округа расположено за Полярным кругом. Морской порт Сабетта расположен на полуострове Ямал, в его северной части (далее - Северный Ямал),

Полуостров Ямал расположен на севере Западной Сибири, с востока он омывается Обской губой, с запада - Карским морем (в том числе - его Байдарацкой губой). На севере от полуострова, за проливом Малыгина, находится остров Белый (рис. 1, 2).



Рисунок 1 – Карта-схема расположения морского порта Сабетта и близлежащих газовых месторождений [2]

подвижна, а её речная граница от максимального северного положения летом смещается на юг к концу зимы до 300 км.

Обская губа практически целиком находится в пределах тундровой зоны. Период под ледоставом в среднем составляет около 9 месяцев в году. Ключевое значение для гидрологического режима Обской губы и процессов, в ней происходящих, имеет р. Обь, которая поставляет в губу большую часть стока — 75,8% (из 530 км³). Значительную часть питания (порядка 55%) представляет снеговая составляющая, 25% дождевая и 20% грунтовая. Главной спецификой бассейна р. Оби является гигантский водосбор, площадью 2770000 км², значительная часть которого (порядка 75%) сильно заболочена, что, при наличии незначительных уклонов у рек бассейна в его равнинной части, приводит к высокой степени природной зарегулированности (равномерности распределения) стока [6].

1.1.2 Ландшафтная характеристика северного Ямала

Территория Ямала представляет из себя бывшее дно Ледовитого океана и сформировалась в результате его регрессии. Это обуславливает низменный и выровненный характер ландшафта Ямала с максимальными высотами до 50 м на внутренних материковых участках, и не более 2 - 5 м – на приморских участках. В геологическом отношении характерно доминирование осадочных песчаных пород очень мелких фракций. Это обуславливает широкое присутствие на полуострове гидроаккумулятивных и эоловых форм ландшафта. Наиболее отчетливо они проявляются в приморской части, где наблюдается прибрежный песчаный бар высотой до 1 - 15 м и шириной до 100 м от уреза воды. Параллельно современной линии берега тянутся полосы сглаженных возвышений древних береговых линий. Ближайший древний береговой вал высотой от 2 до 3 м тянется на расстоянии 2 - 4 км от уреза воды. Выровненность ландшафта определяет широкое развитие сети малых рек, которые часто изменяют свое течение, оставляя в своих поймах большое количество протоков и небольших озер старичного типа [7].

Северный Ямал находится в зоне арктических тундр. Северная граница типичных тундр и, соответственно, мохово-лишайниковых, травяных и кустарниковых растительных сообществ (рисунок 3) проходит приблизительно через широту Южно-Тамбейского газопромыслового лицензионного участка [8].



Рисунок 3 – Тундровая растительность: лишайниково-мохово-кустарничковая тундра [12]

1.1.3 Краткая климатическая характеристика

Климат полуострова Ямал – арктический с холодной продолжительной зимой и коротким прохладным и пасмурным летом с частыми заморозками. Переходные сезоны не выражены. Средняя годовая температура воздуха составляет $-9,9^{\circ}\text{C}$, средняя температура наиболее холодного февраля достигает $-25,6^{\circ}\text{C}$; наиболее теплого августа - $7,4^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температуры воздуха достигает -52°C [1].

Средняя годовая относительная влажность воздуха составляет 88 %. Годовая норма осадков – 285 мм, из которых 43 % выпадает в период с июня по сентябрь. В 67 % случаев осадки выпадают в твердом виде. Наблюденный суточный максимум осадков – 42 мм.

Зимой на полуострове преобладают ветры южного и юго-восточного румбов, летом – северо-восточные и северные. Средняя годовая скорость ветра – 5,8 м/с. Наиболее сильные ветры характерны для осенне-зимнего сезона. Средняя из наибольших скоростей ветра (10-минутное осреднение) - 27 м/с, наибольшая обеспеченность 5% - 39 м/с [1].

Снежный покров залегает в среднем 212 дней. Устойчивый снежный покров образуется в середине октября, разрушается в первой декаде июня, когда наблюдается и сход снежного покрова. Его наибольшая наблюдаемая высота – 88 см. Из-за сильных ветров на открытых плоских или возвышенных участках его высота снижается до ~ 40 см, в понижениях рельефа возрастает до 1-2 м и более.

По частоте повторяемости к основным неблагоприятным явлениям относятся метели и туманы, наблюдаемые в среднем, соответственно, 78 и 50 дней в году. На состояние атмосферы над рассматриваемой территорией глубокое влияние оказывает западная (атлантическая) циркуляция. Также сказывается влияние континента, выраженное в интенсивной трансформации воздушных масс зимой и летом, и в большой повторяемости антициклональной погоды [9].

Фоновые концентрации основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе не превышают гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха для воздуха населенных мест [10].

Таблица 1 - Фоновые концентрации загрязняющих веществ в воздухе.

Наименование загрязняющего вещества	Фоновые концентрации загрязняющих веществ, мг/м ³	Нормативное значение ПДК, мг/м ³	Доли ПДК
Диоксид азота (NO ₂)	0,054	0,2	0,27
Оксид углерода (CO)	2,4	5,0	0,48
Сера диоксид (SO ₂)	0,013	0,5	0,03
Взвешенные вещества	0,195	0,5	0,39

1.1.4 Гидрографическая характеристика

По причине того, что гидрохимический и гидрологический режим эстуария значительно меняется с юга на север, Обскую губу принято делить на три части: южную — от дельты р. Оби до линии, соединяющей м. Круглый с м. Каменным, среднюю — до линии от устья р. Тамбей до м. Таран и северную — до линии, соединяющей м. Дровяной с м. Тора-Соль. Южная часть Обской губы пресноводна. Средняя часть несколько осолоняется в зимний период. В северной части Обской губы опресненный сток подстилается соленой морской водой, опреснена лишь верхняя, третья часть живого сечения губы. Соленость придонного слоя воды в северной части губы в несколько раз выше, чем в южной части.

Очень развиты площади прибрежных мелководий. Ямальский, Явайский и Гыданский полуострова, глубоко вдающиеся в Карское море, препятствуют проникновению в губу морской воды. Пресная прогретая вода Оби проходит далеко к северу, не смешиваясь с водой Карского моря и аккумулируя материковый, в том числе и тепловой сток. В результате Обская губа является опресненным и хорошо прогреваемым водоемом.

В гидрологическом режиме Обской губы большое значение имеют тундровые реки, слагающиеся в разветвленную сеть, соединенную с множеством озер. Значение этой сети состоит в том, что она обеспечивает дополнительное питание губы за счет материкового стока с большой водосборной площади. Особую значимость этот сток имеет в южной части, где за его счет весной происходит местное освежение воды, которое играет существенную роль для рыбного населения [10].

Уровенный режим Обской губы формируется под влиянием ряда факторов. Наибольшее влияние на уровенный режим оказывают приливно-отливные и сгонно-нагонные явления. Стоковая составляющая имеет небольшое влияние. Приливы имеют в основном полусуточный характер, но в зимний период могут иметь неправильный суточный характер развития.

Ледовый режим рассматриваемого района – суровый. Появление первых ледяных образований на рассматриваемой территории происходит в среднем в первых числах октября. Установление ледостава происходит достаточно быстро: если устойчивое появление плавучего льда в среднем наблюдается в конце первой декады октября, то полное замерзание наблюдается уже в конце октября. Ледяной покров Обской губы относится к припаю местного происхождения – неподвижный лед, связанный с берегами, который при изменении уровня воды подвержен вертикальным колебаниям.

После полного замерзания происходит сначала ускоренное, а затем более замедленное нарастание толщи льда. Интенсивность нарастания льда находится в прямой зависимости от понижения температуры воздуха. Средняя многолетняя толщина льда составляет 104 см. Максимальной толщины ледяной покров достигает, как правило, в мае, и составляет 149 см. В отдельные годы максимальная толщина льда может достигать 246 см. В течение всего ледового периода вдоль берегов образуются приливные трещины. Вдоль трещин могут возникать вдольбереговые гряды торосов, которые образуются под воздействием сжатий льдов из-за подсовов и навалов дрейфующего льда на ледяной заберег или припай.

1.1.5 Гидрохимический режим

Обская губа представляет собой ярко выраженный мелководный бароклинный эстуарий. Вертикальные градиенты солености могут достигать 10-15 ‰ / 1 м (слой скачка располагается, как правило, в пределах горизонтов 8-10 м в летний период). Горизонтальные градиенты солености, как вдоль губы, так и поперек ее доходят до величин 1 ‰ / 1 км. Дальность вторжения морских вод в эстуарий обычно определяется расположением изохалины 1 ‰ у дна. Граница зоны пресных вод смещается в течение года на сотни километров в зависимости от водности рек и гидрометеорологических условий в море. Внутригодовое изменение ее положения составляет в среднем около 300 км. Зимой расстояние между изохалинами 1‰ на дне и

поверхности составляет около 100 км, летом наклон значительно меньше. [11]

Межсезонная изменчивость термохалинной структуры Обской губы является основной. Можно говорить о летнем и зимнем режимах эстуариев, на фоне которых происходят колебания меньших временных масштабов. Главными и непосредственными причинами межсезонной изменчивости термохалинной структуры эстуариев являются межсезонная изменчивость стока рек и ледовые условия, а также хорошо выраженная межсезонная изменчивость атмосферных процессов над Карским морем. [11]

В зимнее время граница пресных вод располагается, в среднем, в зоне $69^{\circ}30' - 70^{\circ}30'N$.

При переходе от поверхности до дна, с юга на север и от лета к зиме, происходит понижение температуры воды и увеличение солености. В месте предполагаемого размещения выпуска сточных вод в летний период температура воды колеблется от $5,0-5,2^{\circ}C$ у поверхности до $<3,0^{\circ}C$ у дна. Значения солености изменяются от $<0,5\text{‰}$ у поверхности до $<1,0\text{‰}$ у дна. Диапазоны изменчивости температуры и солености воды в зимний период составляют от $< - 0,4^{\circ}C$ до $<-0,8^{\circ}C$ и от $8-9\text{‰}$ до $18,0-19\text{‰}$ от поверхности до дна. [11]

Пространственно-временная изменчивость плотности воды характеризуется увеличением абсолютных значений с юга на север, от поверхности до дна и от лета к зиме. Характерные значения плотности воды для летнего периода составляют от $1000,4\text{ кг/м}^3$ у поверхности до $1000,8-1001,6\text{ кг/м}^3$ у дна. Для зимы, соответственно, от $1006,3-1007,9\text{ кг/м}^3$ у поверхности до $1014,4-1015,3\text{ кг/м}^3$ у дна. Данные характеристики могут иметь существенную межгодовую изменчивость, обусловленную изменчивостью синоптических, ледовых и гидрологических (на реках и озерах) процессов [11].

1.1.6 Растительный покров

Распределение растительности на территории округа подчиняется законам высотной поясности в Уральском субрегионе и зональности в равнинной части. Зональность растительного покрова определяет изменение биоклиматических показателей. Границы тундровой зоны совпадают с территорией трех крупных полуостровов: Ямальского, Тазовского и Гыданского. Арктическими тундрами покрыты острова Шокальского, Белый, Олений, самая северная часть Гыданского и Ямальского полуостровов.

В тундре корни растений не могут глубоко проникать в замёрзшие слои почвы, поэтому крупные продуценты здесь отсутствуют. Помимо этого, важным фактором, влияющими на замедленный рост цветковых растений в тундровой зоне, является температурный режим, а именно – короткий вегетационный период. Что касается преобладания стелющихся и подушковидных форм, то они появились, как приспособление к механическому и иссушающему воздействию сильных ветров. Вследствие воздействия перечисленных экологических факторов, растительность тундры представлена мхами, лишайниками, злаками, некоторыми видами многолетних трав (пушица, осока, морошка), кустарничками (брусника, подбел, багульник) и невысокими кустарниками (ива, карликовая березка). В районе порта Сабетта древесных растений нет [13]. Внешне растительное сообщество тундры выглядит, как толстый мягкий ковер из низкорослых растений. Оно хорошо приспособлено к суровым климатическим условиям [13,14].

Флора полуострова Ямал насчитывает 406 видов, относящиеся к 165 родам и 52 семействам, что является низким показателем, учитывая, что флора охватывает территорию от северной лесотундры до арктических тундр [15].

Участок работ расположен на территории морского порта, территория которого антропогенно трансформирована (рисунок 4). Растительные сообщества на территории действующих объектов морского порта являются полностью преобразованными: растительный покров отсутствует, что связано с разрушением деятельного слоя почвы.



Рисунок 4 - Район размещения объекта и подтипы почв [1]

1.1.7 Общая характеристика животного мира района

Животный мир района исследований сформировался в условиях дефицита пищевых ресурсов, тепла и естественных укрытий, длительного сохранения снежного и ледяного покровов, а также вечномёрзлых грунтов. Эти природные факторы определяют основные черты местной наземной фауны. Для нее характерен ограниченный набор видов, адаптировавшихся к экстремальным условиям.

Большая зависимость животного мира от суровых внешних условий приводит к сильным колебаниям численности отдельных видов и общей зоомассы. В среднем величина зоомассы для тундры равна 70-90 кг/га. Летом

она резко возрастает, потому как в тундру прилетают тысячи птиц выводить птенцов [16]. Птичье население концентрируется по берегам рек и водоёмов – как пресноводных, так и морских.

Наземные млекопитающие в районе Южно-Тамбейского месторождения представлены 12 видами, которые относятся к четырём отрядам: зайцеобразных, грызунов, хищных и парнокопытных [17]. Обычными видами млекопитающих являются: копытный лемминг (*Dicrostonyx torquatus*), сибирский лемминг (*Lemmus sibiricus*), волк (*Canis lupus*), песец (*Alopex lagopus*), узкочерепная полевка (*Microtus gregalis*), полевка Миддендорфа (*Microtus Middendorffi*), горноста́й (*Mustela erminea*).

Морские млекопитающие, обитающие на прилегающей к Южно-Тамбейскому месторождению акватории, представлены 4 видами, которые относятся к двум отрядам: ластоногих и китообразных. Это такие виды как лахтак (*Erignathus barbatus*), кольчатая нерпа (*Phoca hispida*), белухи (*Delphinapterus leucas*) и атлантический морж (*Odobenus rosmarus rosmarus*); из которых 2 последних являются редкими и особо охраняемыми видами и включены в Красные книги Российской Федерации.

1.1.8 Рыбохозяйственная характеристика

Основную ценность и промысловый интерес представляет комплекс эстуарных рыб, главным образом, сиговых [11]. Виды рыб и круглоротых Ямала приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Виды рыб и круглоротых Ямала.

№ п/п	Вид
1	Класс круглоротые - <i>Cyclostomata</i> Сем-во Миноговые - <i>Petromyzonidae</i> Сибирская минога - <i>Lampetra japonica Kessleri</i> (Anikin.)
2	Ледовитоморская минога - <i>Lampetra japonica septentrionalis</i> (Berg.)
3	Класс рыбы - <i>Osteichthyes</i> Сем-во Сельдевые - <i>Clupeidae</i> Океаническая сельдь - <i>Clupea harengus pallasii</i> (Vallencienes)
4	Сем-во Осетровые - <i>Acipenseridae</i> Сибирский осетр - <i>Acipenser baeri</i> (Brandt.)
5	Сем-во Лососевые - <i>Salmonidae</i> Нельма - <i>Stenodus leucichthys nelma</i> (Pallas)
6	Голец арктический - <i>Salvelinus alpinus</i> (L)
7	Сиг сибирский - <i>Coregonus lavaretus pidschian</i> (Gmelin)
8	Чир - <i>Coregonus nasus</i> (Pallas)
9	Муксун - <i>Coregonus muksun</i> (Pallas)
10	Ряпушка сибирская - <i>Coregonus sardinella</i> (Vallencienes)
11	Тугун - <i>Coregonus tugun</i> (Pallas)
12	Песядь - <i>Coregonus peled</i> (Gmelin)
13	Омуль северный - <i>Coregonus autumnalis</i> (Pallas)
14	Сем-во Корюшковые - <i>Osmeridae</i> Азиатская корюшка - <i>Osmerus eperlanus dentex</i> (Steidachner)
15	Сем-во Харюсовые - <i>Thymallidae</i> Харюс сибирский - <i>Thymallus arcticus</i> (Pallas)
16	Сем-во Карповые - <i>Cyprinidae</i> Елец - <i>Leuciscus leuciscus baicalensis</i> (Dybovski)
17	Язь - <i>Leuciscus idus</i> (L)
18	Гольян Чекановского - <i>Phoxinus czekanovskii</i> (Dybovski)
19	Гольян озерный - <i>Phoxinus phoxinurus</i> (Pallas)
20	Сем-во Окуневые - <i>Percidae</i> Ерш - <i>Acerina cernua</i> (L)
21	Сем-во Бычковые - <i>Cottidae</i> Ледовитоморская рогатка - <i>Muchocephalus quadricornis labradoricus</i> (Girard)
22	Сем-во Вьюновые - <i>Cobitidae</i> Голец обыкновенный - <i>Nemachilus barbatulus</i> (L)
23	Сем-во Щуковые - <i>Esocidae</i> Щука - <i>Esox lucius</i> (L)
24	Сем-во Камбаловые - <i>Pleuronectidae</i> Полярная камбала - <i>Lionsetta glacialis Knipowitschi</i> (Esipov)
25	Сем-во Колюшковые - <i>Gasterosteidae</i> Колюшка девятиглая - <i>Pungitius pungitius</i> (L)
26	Сем-во Пиклоптеридовые - <i>Cyclopteridae</i> Пинагор - <i>Cyclopterus lumpus</i> (L)
27	Сем-во Тресковые - <i>Gadidae</i> Налим - <i>Lota lota</i> (L)
28	Сайка - <i>Boreogadus saidae</i> (Lepechin)
29	Навага - <i>Eleginus navaga</i> (Pallas)

Ихтиофауна Ямала и прилегающего к нему эстуария представлена двумя комплексами: солоноватоводным и пресноводным. В южной части Обской губы преобладает комплекс форм, характерный для Нижней Оби; в северной части губы – арктические формы. В средней части Обской губы, вместе с организмами пресноводного комплекса, появляются эстуарные арктические формы.

По характеру пребывания рыбное население эстуария Оби можно разделить на мигрирующее, включающее представителей полупроходных и проходных видов (осетровые, лососевые, корюшковые, сиговые), совершающих зимовальные, нагульные и нерестовые миграции; а также на постоянное, состоящее из оседлых видов (ерш, щука, карповые).

Корюшка и ряпушка проводят в эстуарии большую часть жизненного цикла, заходя в низовья Оби и малые реки, впадающие в Обскую губу, лишь на нерест [18]. Осетр, муксун, пелядь, нельма, чир совершают протяженные и длительные нерестовые миграции. Районы их зимовки находятся в средней части Обской и Тазовской губах. Весенние миграции с мест зимовки вверх по течению начинаются подо льдом с началом освежения вод и прорывом заморной зоны. Летний нагул наблюдается в пойменных водоемах и протоках дельты средней и нижней Оби. [19].

В составе ихтиофауны к редким и охраняемым видам отнесена форма арктического гольца (*Salvelinus alpinus*), обитающего в Обской губе и в близлежащих районах. Согласно принятой в России системе природоохранных статусов видов, голец Обской губы может быть отнесен к редким и охраняемым видам категории 5 (видам, биология которых изучена недостаточно, численность и состояние вызывает тревогу, однако недостаток сведений не позволяет отнести их ни к одной из других категорий).

Сезонное распределение рыб в Обской губе зависит от гидрохимических и гидрологических факторов, а также от состояния кормовой базы. В зимний и весенний периоды распределение рыб зависит, прежде всего, от

распространения заморных вод и объема речного стока. Площадь района зимовки изменяется по годам и в среднем составляет 10,5 тыс. км² [20].

Места скопления основной ихтиомассы показаны на рисунках 5-6.

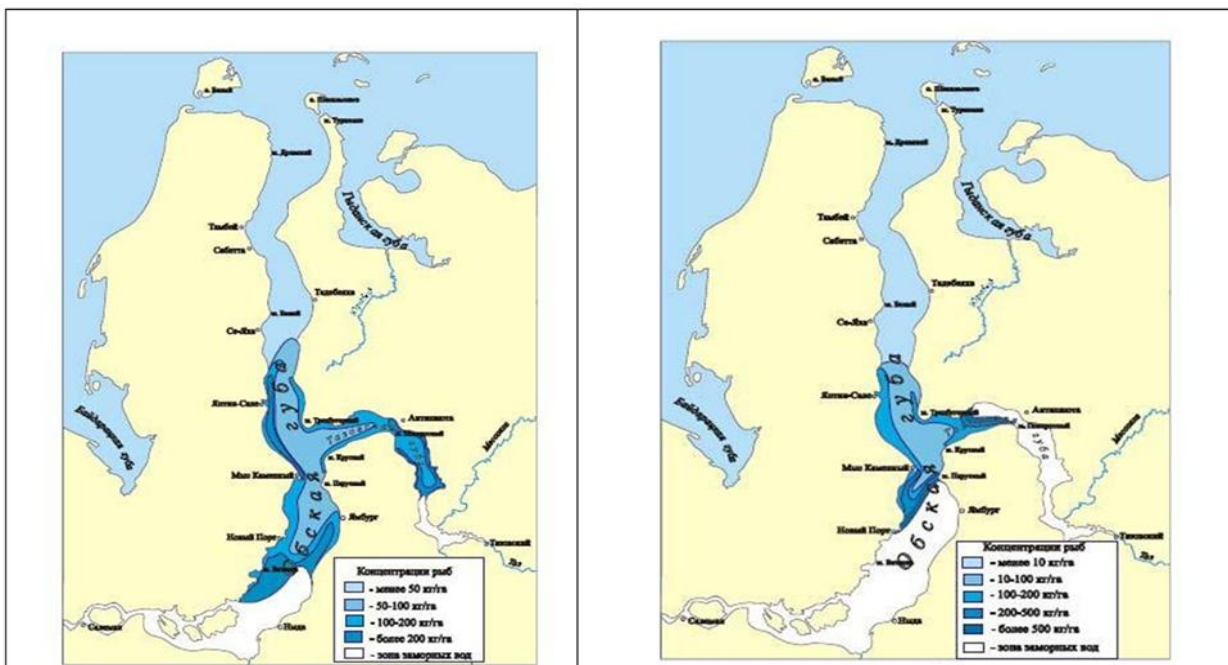


Рисунок 5 – Распределение ихтиомассы на территории Обской губы [11]

Слева – январь, март, справа – конец мая, начало июня.

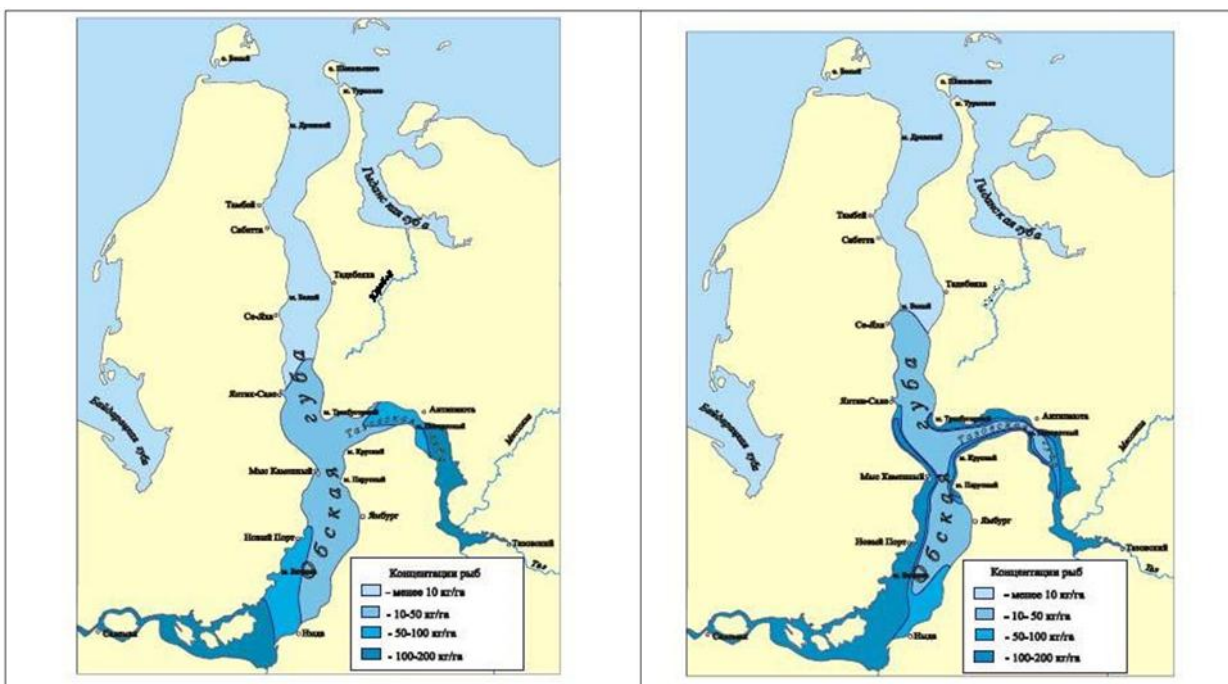


Рисунок 6 - Распределение ихтиомассы в Обской губе по данным [11]

Слева – июль, август, справа – сентябрь, ноябрь.

На рисунках видно, что основные места обитания рыб – это южная и средняя часть Обской губы.

По всей акватории Обской губы распространен осетр (*Acipenser baerii Brandt*). Однако начало XXI века «ознаменовано» внесением его в Красную книгу РФ. В Красной книге ЯНАО сибирский осетр отнесен к 1 категории – вид, находящийся под угрозой уничтожения.

Оба эти вида круглогодично обитают в северной части Обской губы [21], однако численность их настолько мала, что вероятность их обнаружения в районе размещения установки СКЛ близка к нулю. Тем не менее, должны соблюдаться все требования по охране этих видов.

Нерестилища рыб в северной части Обской губы не зафиксированы. [11]

Питание и нагул рыб в северной части Обской губы происходит, в основном, в период открытой воды, когда биомассы кормовых организмов планктона и бентоса достигают своего максимума. В августе–сентябре биомассы бентоса у берега в приливно-отливной зоне могут достигать 30–50 г/м². В этот период вдоль береговой линии, по всей акватории северной части Обской губы, мигрируют косяки ряпушки, корюшки, омуля. Плотность косяков достигает 100–150 кг/га, однако значения ниже, чем в южной части Обской губы. Большая часть корма остается не потребленной. [11]

Из перечисленных видов 15 имеют важное промысловое значение [21]. К ним относятся такие виды как нельма, ряпушка, пелядь, чир, сиг-пыжьян, муксун, омуль, корюшка, щука, язь, ерш, налим, сибирская плотва, сибирский елец, окунь. Большинство промысловых видов рыб связаны с опресненной зоной. В морской акватории, характеризующейся высокой соленостью, главным образом встречаются лишь непромысловые виды [19].

Основными компонентами биоты, прямо и косвенно обеспечивающими воспроизводство, рост и развитие рыб, относятся заросли высшей водной растительности (макрофиты), планктонные (фито- и зоопланктон) и донные (зообентос) организмы.

Фитопланктон. В бассейне реки Оби насчитывается до 450 таксонов водорослей, основу их численности составляют диатомовые *Diatomea*, к концу лета возрастает обилие зеленых *Chlorophyta* и синезеленых *Cyanophyta*. Вниз по течению прослеживается увеличение численности, биомассы и видового разнообразия фитопланктона [23].

В самом Карском море насчитывается 264 вида фитопланктона, по числу видов доминируют *Bacillariophyta* (148 видов), за ними следуют *Dinophyta* (89), остальные группы насчитывают менее 10 видов [25;26].

Концентрация хлорофилла в Обской губе, которая характеризует обилие фитопланктона, с увеличением солености обычно падает.

Основной комплекс планктонных водорослей исследованной акватории составляют представители диатомовых – виды родов *Cyclotella* и *Aulacosira*, нитчатые синезеленые – виды родов *Oscillatoria* и *Aphanizomenon*, встречались зеленые из порядка *Chlorococcales*.

Зоопланктон. В нижней Оби и ее пойменных водоемах находится более 170 видов зоопланктона [28], наибольшим разнообразием обладают коловратки *Rotatoria* (64 вида) и ракообразные: *Cladocera* (57) и *Copepoda* (51). Численно доминируют ветвистоусые *Bosmina longirostris cornuta* и *Ceriodaphnia*, коловратки и молодь веслоногих. Основную биомассу зоопланктона образуют *Bosminidae*, *Diaptomidae* и *Cyclopidae*.

Общая масса планктона составляет 65,2 г/м² при средней концентрации 4,3 г/м³. Ниже по течению количество планктона быстро уменьшается, но еще на 72°с.ш. его биомасса составляет 17,1 г/м², или 1,1 г/м³, а на входе в Обскую губу – 9,9 г/м². В целом количественное распределение планктона в Обской губе говорит о его высокой продуктивности.

Зообентос. Особенностью Обской губы, как северного эстуария, является уязвимость ее природы и медленные процессы восстановления исходного состояния. Биоразнообразие бентоса снижается по ходу течения Оби: максимум видов (более 190) обнаружен в самой реке, ее притоках и пойменных водоемах [30], в нижнем течении встречается лишь около 140

видов [31;32], а в дельте Оби и Обской губе известно более 80 видов донных беспозвоночных. В самой Обской губе разнообразие донных организмов возрастает с юга на север, с ростом солености.

Видовой состав бентофауны прибрежных мелководий средней части Обской губы отличается бедностью и однообразием во все сезоны года [35]. Определены три вида ракообразных и два вида двукрылых насекомых. В подледный период бентос представлен исключительно ракообразными.

1.2 Виды антропогенного воздействия на прибрежную зону

Антропогенные факторы, которые оказывают негативное воздействие на экосистемы ПЗ, делают невозможным или затрудняют их нормальное функционирование. Эти факторы могут быть отнесены к антропогенным помехам. Все многообразие антропогенных помех можно подразделить на четыре основных кластера, или группы.

- 1). Параметрическое (физическое) загрязнение – изменение параметров среды обитания (биотопа).
- 2). Эмиссионное (химическое) загрязнение – внесение в экосистемы химических веществ в концентрациях, превышающих природные.
- 3). Биологическое загрязнение – нарушения в составе биологических сообществ, формирование «сорных» биоценозов.
- 4). Разрушение или оккупация биотопов – разрушение береговых экосистем в результате технической деятельности или добычи полезных ископаемых [39].

В период строительства и эксплуатации все виды антропогенного воздействия по классификации относятся к физическому загрязнению. В период строительства – это шумовое, световое воздействие, вибрации, воздействие на геологическую среду, воздействие на подземные воды и на атмосферный воздух. На этапе эксплуатации – это тепловое воздействие, которое влечет за собой ущерб водным биоресурсам, ихтиофауне. На этапе строительства ущерб будет носить временный характер, но будет значительным; а на этапе эксплуатации – постоянный, но будет менее значительным.

1.3 Принцип действия СКЛ

Для управления ледовой обстановкой и создания необходимых условий для беспрепятственной швартовки судов к технологическим причалам отгрузки СПГ и ГК (№1 и №2) в ледовый период с октября по май предусматривается использование системы контроля ледообразования (СКЛ).

Принцип действия СКЛ заключается в термодинамическом воздействии на ледяной покров акватории порта за счет обеспечения конвективного движения масс воды в околопричальной зоне посредством выпуска подогретой воды и барботирования сжатым воздухом.

При эксплуатации СКЛ поддерживается допустимая толщина ледяной каши и битого льда у технологических причалов, что обеспечивает возможность плотной постановки танкеров СПГ и ГК к отбойным устройствам для повышения эффективности грузовых операций и минимизации временных затрат на постановку судов к причалам в ледовых условиях.

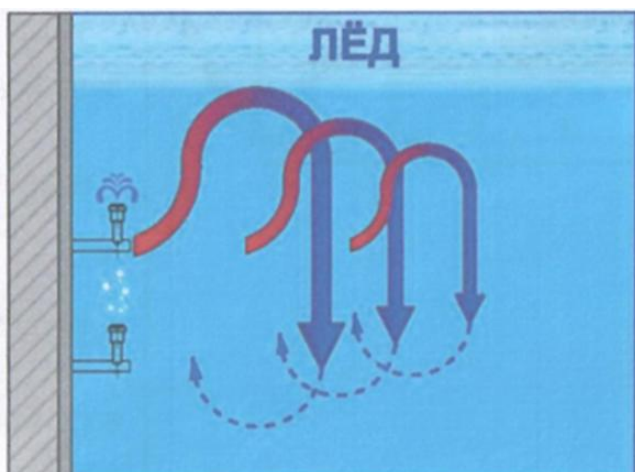


Рисунок 7 – схема работы СКЛ. [1]

Размещение СКЛ предусмотрено в границах территории порта Сабетта (Рисунок 8,9). СКЛ предназначена для управления ледовой обстановкой и создания необходимых условий для беспрепятственной швартовки судов к технологическим причалам N21 и N22 отгрузки СПГ и ГК.

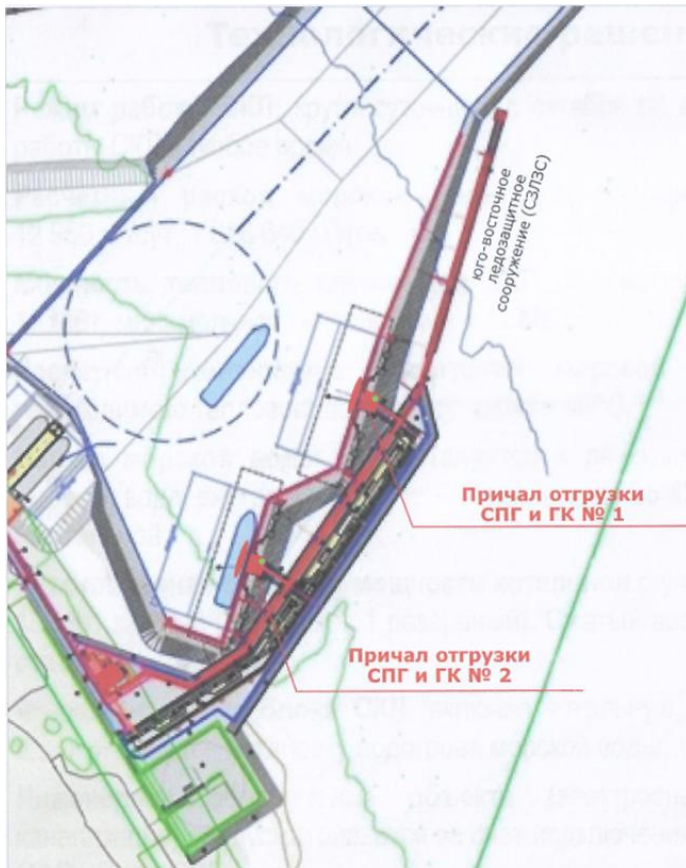


Рисунок 8 – схема порта Сабетта. [1]

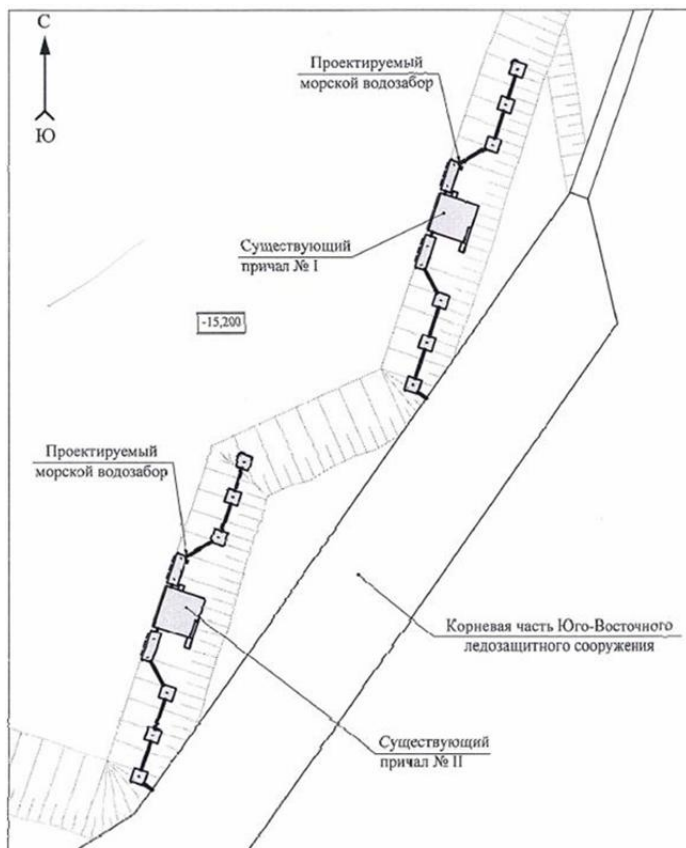


Рисунок 9 – Расположение проектируемой СКЛ в акватории порта [11]

Основные объекты морского порта предназначены для выполнения комплекса мероприятий по обеспечению отгрузки СПГ и ГК на морские транспортные суда, а также для базирования судов портового флота и морспецподразделения ЛАРН.

Для прохождения судов в район порта был запроектирован рекомендованный путь с двумя каналами: морской канал (МК) и подходной канал. МК проходит с юга на север у мористой границы Обской губы между западным берегом п-ова Явай (северная оконечность Гыданьского п-ова) и восточным берегом п-ова Ямал.

МК предназначен для обеспечения прохода судов с расчетной осадкой. Вывоз СПГ из порта в Обской губе будет осуществляться круглый год крупнотоннажными судами-газовозами ледового класса Arc7 вместимостью до 170 тыс.м³. Предполагается, что движение газовозов на морском участке трассы в Карском море, в дрейфующих льдах будет осуществляться в основном автономно, ледокольное обеспечение понадобится в основном в припае Обской губы, где судно-газовоз будет двигаться в канале, проложенном линейным ледоколом.

В состав гидротехнических сооружений порта, входят:

- юго-восточное ледозащитное сооружение (ЮВЛЗС);
- северо-западное ледозащитное сооружение (СЗЛЗС).

В состав СКЛ входят следующие основные технологические блоки:

1. Водозаборные сооружения с насосным оборудованием.
2. Установка подогрева морской воды - УПМВ (технологически связанные функциональные блоки):
 - газовая котельная мощностью 30 МВт (установленная мощность котельной – 40 МВт);

- компрессорная станция производительностью до 25 м³/мин;
 - аварийная дизель-генераторная установка (аварийная ДГУ) для аварийного электроснабжения СКЛ;
 - комплектная трансформаторная подстанция КТП 10/0,4кВ.
3. Эстакады инженерных коммуникаций.
 4. Инженерные коммуникации:
 - водопровод холодной морской воды;
 - распределительные трубопроводы нагретой морской воды;
 - воздухопровод сжатого воздуха (барботажная система);
 - сети наружного электроснабжения (10 кВ; 0,4 кВ);
 - сети связи;
 - трубопроводы систем водоснабжения и водоотведения.
 5. Блочная комплектная трансформаторная подстанция БКТП 10/0,4 кВ.
 6. Расходный резервуар дизельного топлива для ДГУ (10 м³).
 7. Канализационная насосная станция.
 8. Аккумулирующий резервуар (емкость 2 м³ для хозяйственно-бытовых сточных вод).

Проектная документация предусматривает конструктивные модули СКЛ максимальной заводской готовности для минимизации объемов строительно-монтажных работ (СМР) на строительной площадке. Размеры блок-модулей определяются возможностью их транспортировки автомобильным транспортом.

Модули заводской готовности функциональных блоков котельной, компрессорной, КТП 10/0,4кВ, ДГУ объединяются в единый объект -

установку подогрева морской воды, обеспечивая в условиях Крайнего Севера рациональный расход энергетических ресурсов в процессе выполнения СМР и дальнейшей эксплуатации объекта. Под модули установки подогрева морской воды СКЛ предусмотрены свайные фундаменты.

Предусматривается организация двух морских водозаборов, расположенных соответственно в тыловой части причала № 1 и в тыловой части причала № 2 отгрузки СПГ и ГК. Морские водозаборы состоят из водозаборного колодца, устанавливаемого на основание из сваи-оболочки, и площадки обслуживания. Насосная станция совмещена с водозабором, при этом погружной насос размещен в водоприёмном колодце, а щиты электроснабжения и управления насосами расположены в здании котельной.

Водозабор насосной станции принят с вертикальным цилиндрическим водоприёмником, оснащённым каркасно-щелевым фильтром.

Проектными решениями предусматривается устройство на расчетной глубине ниже уровня воды вдоль рабочих площадок технологических причалов №1 и №2 отгрузки СПГ и ГК распределительных трубопроводов сжатого воздуха и подогретой морской воды. Распределительный трубопровод подогретой морской воды размещается на глубине 6 метров, а распределительный трубопровод сжатого воздуха (барботаж) – на глубине 11 метров.

Планируемый режим работы СКЛ – круглосуточный, с октября по май, с технической возможностью остановки работы СКЛ в любое время.

Предполагаемый режим эксплуатации СКЛ:

– выпуск подогретой воды - по мере необходимости очистки от обледенения лицевых стенок рабочих площадок технологических причалов в нишах под отбойными устройствами перед планируемыми швартовными операциями (расчетный период использования – до 40% суммарного времени эксплуатации в период с ноября по май);

– подача сжатого воздуха (барботаж) - по мере необходимости вымыва льда между шпунтовой стенкой центральных технологических платформ и корпусами судов при постановке к причалу в ледовых условиях (расчетный период использования - ~ 10% суммарного времени эксплуатации в период с ноября по июнь).

Требуемая мощность теплового потока для СКЛ на причалах представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Требуемая мощность теплового потока для СКЛ

Режим работы	Требуемая мощность теплового потока, МВт
Максимальный (суровая зима)	23 МВт
Средний	17 МВт
Минимальный (мягкая зима)	11 МВт

Расчетная температура подогретой морской воды, которая обеспечивает передачу необходимого теплового потока, составляет 40°C.

Технологическая схема СКЛ предусматривает:

- забор морской воды из акватории Обской губы в тыловой зоне причалов N1 и N2 отгрузки СПГ и ГК;
- транспортировку морской воды от водозаборных сооружений к установке подогрева морской воды в корневой части ЮВЛЗС;
- нагрев морской воды до температуры 40°C,
- транспортировку нагретой морской воды и сжатого воздуха от УПМВ к причалам №1 и №2 отгрузки СПГ и ГК,
- выпуск нагретой морской воды и сжатого воздуха в зоне причалов №1 и №2 отгрузки СПГ и ГК.

Каким образом осуществляются данные этапы представлено ниже на схеме установки подогрева морской воды (УПМВ), (Рисунок 10).

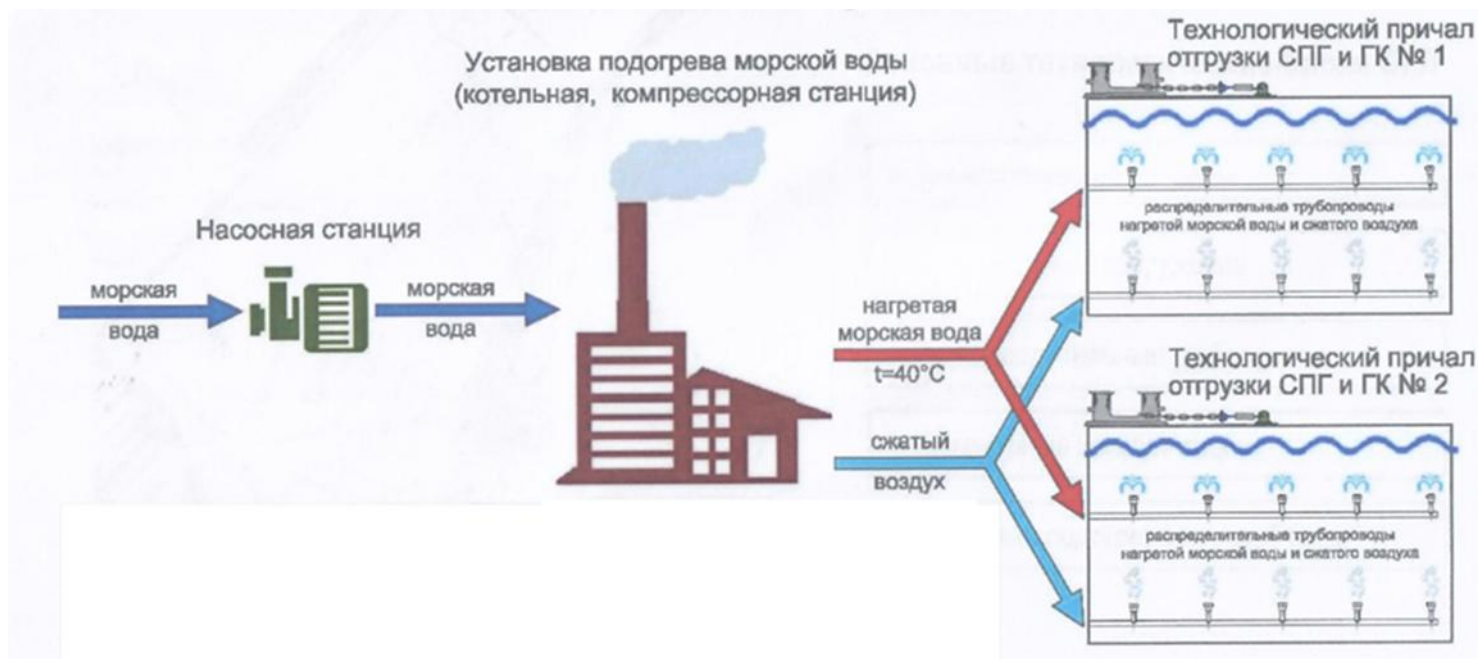


Рисунок 10 – Установка подогрева морской воды (УПМВ) [1]

Проектными решениями предусматривается автоматический режим работы СКЛ, без постоянного присутствия обслуживающего персонала, с выводом аварийных и информационных сигналов системы автоматического управления СКЛ в отдел автоматизации систем управления (АСУ) морского порта и операторскую с круглосуточным присутствием дежурного персонала.

Водозаборные сооружения с насосным оборудованием – два морских водозабора расчетной производительностью $540 \text{ м}^3/\text{ч}$ каждый.

Котельная, расположенная в здании УПМВ: установленная мощность – 40 МВт; количество котлов – четыре (3 рабочих, 1 резервный). Тип котлов – водогрейные жаротрубные котлы с температурой нагрева воды до 115°C ; тепловая мощность – 10 МВт.

Температурный график котлового контура – $95^\circ\text{C}/70^\circ\text{C}$. Температурный график сетевого контура (морская вода) – $0^\circ\text{C}/40^\circ\text{C}$.

Схема присоединения тепловой сети – независимая (через теплообменники).

Основное топливо – отпарной (тощий) газ. Резервное топливо – природный (топочный жирный) газ.

Источником газоснабжения УПМВ является рабочий и резервный газопроводы высокого давления $P_{\min}=0,35$ МПа (изб.), $P_{\max}=0,6$ МПа (изб.).

Дымовые трубы – две двухствольных дымовых трубы (высота 17 м) на фундаментах (высота 1,4 м), расположенные на расстоянии 4,2 м от здания УПМВ.

Компрессорная станция расположена в здании УПМВ и включает в себя две компрессорные установки (1 рабочую и 1 резервную). Переключение на резервную установку осуществляется дистанционно по сигналу с удалённой панели оператора. Каждая компрессорная установка изготовлена на базе винтового компрессора с «сухим» типом сжатия (без впрыска масла), снабжена осушителем сжатого воздуха, запорно-регулирующей арматурой и средствами автоматизации. Производительность станции - до 25 м³/мин.

Электрическая мощность комплектной трансформаторной подстанции в помещении УПМВ – 2000 кВА; отдельно стоящей – 800 кВА.

Аварийное электроснабжение – аварийная дизель-генераторная установка (аварийная ДГУ) мощностью 1000 кВт.

Регулирование отпуска нагретой морской воды в установке подогрева морской воды - количественное. Система теплоснабжения СКЛ технологических причалов открытая с возможностью полной остановки оборудования.

Организационно-технологическая схема работ предусматривает поточный и параллельный методы строительства с выполнением необходимого объема подготовительных работ.

В составе строительно-монтажных работ (СМР) предусмотрены работы по возведению зданий и сооружений, прокладке инженерных сетей, установке технологического оборудования, благоустройству территории, устройству дорожной сети и наружного освещения в границах площадки размещения СКЛ, а также работы по устройству водозаборных сооружений и распределительных трубопроводов подогретой воды и сжатого воздуха на технологических причалах СПГ и ГК № 1 и № 2.

Общая продолжительность СМР - 12 месяцев, в том числе 3 месяца – гидротехнические работы на технологических причалах СПГ и ГК.

В связи с тем, что объект строительства значительно удален от места дислокации строительных организаций и постоянного жительства работников, а также располагается в районе, характеризующимся отсутствием квалифицированных кадров строителей, работы по строительству объекта предполагается выполнять вахтовым (сменным) методом с привлечением вахтового персонала.

Временное проживание персонала, задействованного при выполнении СМР, предусмотрено на территории вахтового поселка Сабетта (Рисунок 11), который обеспечен всеми необходимыми социально-бытовыми условиями.



Рисунок 11 – Вахтовый поселок Сабетта

Размещение бытового городка предусматривается непосредственно на участке строительства, площадь и компоновка которого позволяют

расположить все временные здания и сооружения, а также площадки для временного складирования строительных материалов.

Для временного накопления строительных отходов предусмотрены металлические контейнеры объемом до 27,0 м³, для бытовых отходов – металлические контейнеры с крышкой объемом 0,75 м³. Контейнеры регулярно вывозятся с территории строительной площадки автотранспортом.

Работники, задействованные при производстве работ на плавсредствах, обеспечиваются жильем за счет технических плавсредств.

Глава 2 Материалы и методы исследования

2.1 Материалы исследования

Материалы были предоставлены Научно-исследовательской лабораторией численного моделирования и геоинформационных технологий ООО «Эко-Экспресс-Сервис». Сведения о существующем состоянии окружающей среды представлены по материалам инженерных изысканий, выполненных в 2017 – 2018 гг. в составе [1]

2.1.1 Результаты оценки воздействия на атмосферный воздух

Источниками выделения загрязняющих веществ в атмосферный воздух в период эксплуатации являются котлы котельной.

Котельная в составе установки подогрева морской воды включает в себя четыре котлоагрегата (3 рабочих, 1 резервный) на базе котла водогрейного жаротрубного, наддувного, N=10 МВт, T=до 115 °С, P=до 0,6 Мпа, общей теплопроизводительностью 40 МВт. Технологией предусмотрена одновременная работа только трех котлов.

Расположение источников выбросов приведено на карте-схеме (приложение).

Для отвода дымовых газов от 4 котлов предусмотрено две дымовые трубы, расположенные на расстоянии 4,2 м от здания УПМВ, и

представляющие собой пространственную решетчатую треугольную в плане конструкцию с расположенными снаружи неё 2-мя газоотводящими стволами. Высота дымовых труб 17 метров. Выброс загрязняющих веществ в атмосферу осуществляется через газоотводящие стволы – организованные источники выбросов №№ 1 – 4.

При работе котельной от источников №№ 1 – 4 в атмосферу поступают следующие загрязняющие вещества:

- Азота диоксид (Азота (IV) оксид);
- Азот (II) оксид (Азота оксид);
- Углерод оксид;
- Бенз(а)пирен (3,4-Бензпирен).

Аварийное электроснабжение СКЛ осуществляется от дизельной силовой электростанции мощностью 1000 кВт. Работа ДЭС рассчитана на временный запуск – работа из расчета 2 часа в месяц.

При работе двигателя дизельной электростанции от источника № 5 в атмосферу поступают следующие загрязняющие вещества:

- Азота диоксид (Азота (IV) оксид);
- Азот (II) оксид (Азота оксид);
- Углерод (Сажа);
- Сера диоксид (Ангидрид сернистый);
- Углерод оксид;
- Бенз(а)пирен (3,4-Бензпирен);
- Формальдегид;
- Керосин.

Для обеспечения аварийной ДЭС топливом предусмотрен резервуар хранения дизельного топлива объемом 10 м³.

От источника № 6001 (неорганизованный источник) при хранении дизельного топлива в атмосферу поступают следующие загрязняющие вещества:

- Дигидросульфид (Сероводород);
- Углеводороды предельные C12-C19.

Таким образом, в составе проектируемой СКЛ предусматривается 6 источников выбросов – из них: 5 – организованных источников выбросов и 1 – неорганизованный источник загрязняющих веществ в атмосферу.

Залповые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу не предусмотрены технологией работ. Аварийные выбросы при нормальной эксплуатации оборудования исключаются.

Качественные и количественные характеристики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от источников проектируемой СКЛ определены в соответствии с действующими методическими материалами с использованием согласованных в установленном порядке программ фирмы «Интеграл».

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу в период эксплуатации, приведен в таблице 4.

При эксплуатации проектируемого объекта в атмосферный воздух поступают 10 загрязняющих вещества, из них:

- 1-ого класса опасности – 1 вещество, вклад в валовый выброс составляет 0,000002 %;
- 2-ого класса опасности – 2 вещества, вклад в валовый выброс - 0,000001 %;
- 3-ого класса опасности – 4 вещества, вклад в валовый выброс - 65,21 %;
- 4-ого класса опасности – 2 вещества, вклад в валовый выброс - 35,1 %.

Таблица 4 – Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу в период эксплуатации

Загрязняющее вещество		Ис-пользу-емый крите-рии	Значение критерия мг/м ³	Класс опас-ности	Суммарный выброс ве-щества	
код	наименование				г/с	т/год
1	2	3	4	5	6	7
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ПДК	0,20000	3	3,4721711	19,926809
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	ПДК	0,40000	3	0,5642280	3,238107
0328	Углерод (Сажа)	ПДК	0,15000	3	0,0357143	0,002501
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	ПДК	0,50000	3	0,4166667	0,028109
0333	Дигидросульфид (Сероводород)	ПДК	0,00800	2	0,0000038	0,000002
0337	Углерод оксид	ПДК	5,00000	4	2,6145513	12,483748
0703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	ПДК	1,00e-06	1	0,0000011	7,40e-08
1325	Формальдегид	ПДК	0,05000	2	0,0095238	0,000658
2732	Керосин	ОБУВ	1,20000		0,2380952	0,016457
2754	Углеводороды предельные C12-C19	ПДК	1,00000	4	0,0013631	0,000535
Всего веществ : 10						35,696926
в том числе твердых : 2						0,002501
жидких/газообразных : 8						35,694425

Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу составляет 35,69 т/год.

Расчет рассеивания выбросов вредных веществ в атмосфере выполнен ООО «Эко-Экспресс-Сервис» по программе УПРЗА «Эколог» (версия 4.5). Программа разработана фирмой «Интеграл» (Санкт-Петербург). Комплекс программ «Эколог» проводит расчет рассеивания в соответствии с МРР 2017 с определением опасной скорости ветра в каждой расчетной точке и строит поле распределения концентраций в заданном расчетном прямоугольнике.

Проектируемая Система контроля ледообразования (СКЛ) расположена в границах морского в районе п. Сабетта.

В 2016 году ОАО «Ленморниипроект» был разработан Проект обоснования санитарно-защитной зоны по объекту «Строительство объектов морского порта в районе пос. Сабетта на полуострове Ямал, включая создание судоходного подходного канала в Обской губе». Согласно санитарно-эпидемиологическому заключению [40], установлен следующий размер расчетной санитарно-защитной зоны (СЗЗ):

- 1000 м от причалов отгрузки СПГ в северо-восточном, восточном и юго-восточном направлениях;
- 220 м от границы проектирования в западном и северо-западном направлении;
- 500 м от границы проектирования во всех остальных направлениях.

С целью определения воздействия проектируемого объекта на атмосферный воздух, определены максимальные приземные концентрации в расчетных точках на границе СЗЗ в направлении жилой застройки и на границе вахтового поселка Сабетта.

Координаты расчетных точек приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Координаты расчетных точек

Код	Координаты (м)		Высота (м)	Тип точки	Комментарий
	X	Y			
1	487,00	815,00	2,00	на границе СЗЗ	граница санитарно-защитной зоны в направлении п. Тамбей
8	2170,00	-2859,00	2,00	на границе СЗЗ	граница санитарно-защитной зоны в направлении п. Сабетта
9	2915,00	-2703,00	2,00	на границе СЗЗ	граница санитарно-защитной зоны в направлении п. Сабетта
10	3532,00	-5044,00	2,00	на границе жилой зоны	п. Сабетта

Местоположение расчетных точек (РТ) указано на ситуационном плане в приложении.

Расчет рассеивания на летний период выполнен для 5-ти загрязняющих веществ и признан нецелесообразным для 5-ти загрязняющих веществ.

Анализ результатов расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с учетом фонового загрязнения показал, что максимальные приземные концентрации на территории жилой застройки (РТ № 10) по всем загрязняющим веществам составляют менее 0,1ПДК, за исключением диоксида азота (0,30- 0,40ПДК).

Анализ результатов расчета рассеивания показал, что на границе жилой зоны по всем загрязняющим веществам с учетом фона выполняется условие $C_m + C_f \leq ПДК$, то есть максимальные приземные концентрации не превышают гигиенический норматив. Анализ результатов расчетов на период эксплуатации СКЛ представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Анализ результатов расчета приземных концентраций загрязняющих веществ с учетом фонового загрязнения

Наименование загрязняющих веществ	Код	Фон. доли ПДК	Значения максимальных приземных концентраций, доли ПДК			
			на границе СЗЗ			на границе ближайшей жилой застройки
			РТ 1	РТ 8	РТ 9	РТ 10
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0301	0,27	0,31	0,38	0,37	0,29
Азот (II) оксид (Азота оксид)	0304	-	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0330	-	Расчет не целесообразен $E3 \leq 0,01$			
Дигидросульфид (Сероводород)	0333	-	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Углерод оксид	0337	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0703	-	Расчет не целесообразен $E3 \leq 0,01$			
Формальдегид	1325	-	Расчет не целесообразен $E3 \leq 0,01$			
Керосин	2732	-	Расчет не целесообразен $E3 \leq 0,01$			
Углеводороды предельные C12-C19	2754	-	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Группа неполной суммы с коэффициентом "1,6": Азота диоксид, серы диоксид	6204	0,18	0,21	0,25	0,25	0,20

На основании анализа результатов расчета рассеивания в атмосферном воздухе выявлено, что значения максимальных приземных концентраций по всем загрязняющим веществам в расчетных точках на границе ближайшей жилой зоны и на границе СЗЗ не превышают 1 ПДК для воздуха населенных мест с учетом фонового загрязнения атмосферы.

Вывод: объект в период эксплуатации не окажет негативного влияния на условия проживания населения в связи с удаленностью от населенных пунктов.

2.1.2 Результаты оценки физического воздействия

При эксплуатации СКЛ шум будет образовываться при работе следующего инженерного оборудования:

- вентиляционное оборудование котельной;
- трансформаторы;
- компрессорное оборудование;
- горелки котлов.

Шум от работы ДГУ не учитывается, т.к. ДГУ предусматривается для аварийного электроснабжения СКЛ.

Насосы забора морской воды располагаются у технологических причалов № 1 и № 2 в специальных водоприемных колодцах ниже уровня воды. Шум от работы погружных насосов не окажет значимого акустического воздействия на окружающую среду и учет их в суммарном акустическом расчете нецелесообразен.

Перечень вентиляционного оборудования котельной СКЛ с указанием шумовых характеристик с представлен в таблице 7.

Для обеспечения СКЛ электроэнергией предусмотрено две трансформаторные подстанции с сухими трансформаторами:

- трансформаторная подстанция ESS-036 с двумя трансформаторами 2000 кВА, работающими параллельно (размещается в здании УПМВ);
- трансформаторная подстанция для насосов забора морской воды ESS-037 с двумя трансформаторами 400 кВА, работающими попеременно (отдельно стоящая).

Перечень силового оборудования трансформаторных подстанций с указанием их шумовых характеристик представлен в таблице 7.

Для обеспечения системы барботирования сжатым воздухом предусмотрена компрессорная станция с 2 компрессорными установками (1 рабочая и 1 резервная) на базе винтового компрессора производительностью 22,32 м³/мин с рабочим давлением 10 бар. Шумовые характеристики компрессоров приняты по данным завода-изготовителя.

Котельная для обогрева акватории оборудуется 4 блоками подогревателей морской воды (3 рабочих, 1 резервный). Для отвода дымовых газов от водогрейных предусмотрено две дымовые трубы высотой 17 метров. Шум от работы газовых горелок котлов распространяется через открытые концы дымовых труб котельной. Шумовые характеристики горелок приняты по данным предприятия-изготовителя и представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Вентиляционное оборудование котельной СКЛ с указанием шумовых характеристик.

№ ИШ	Обозначение оборудования	Расстояние R ₀ , м	Уровни звуковой мощности, дБА, в октавных полосах, со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровень звуковой мощности/давления дБА	Примечание
			63	125	250	500	1000	2000	400	8000		
1	П1.1, П1.2 (резерв)	мощность	64	68	71	65	58	46	39	38	66	ВЕРОСА-500-240-02-00-УХЛЗ
2	П4, П5 (резерв)	мощность	64	68	71	65	58	46	39	38	66	ВЕРОСА-500-240-02-00-УХЛЗ
3	П2.1, П2.2 (резерв)	мощность	57	61	63	58	49	39	30	30	58	ВЕРОСА-500-115-02-00-УХЛЗ
4	П3.1	мощность	57	61	63	58	49	39	30	30	58	ВЕРОСА-500-115-02-00-УХЛЗ
5	П3.2	мощность	57	61	63	58	49	39	30	30	58	ВЕРОСА-500-115-02-00-УХЛЗ
6	П6.1, П6.2 (резерв)	мощность	57	61	63	58	49	39	30	30	58	ВЕРОСА-500-115-02-00-УХЛЗ
7	В1	мощность	55	73	76	78	74	71	71	64	82	SistemAir KD 250 L1
8	В2	мощность	45	54	54	55	50	52	46	38	60	SistemAir KVK 125
9-10	Трансформатор сухой	мощность	-	-	-	-	-	-	-	-	78	2000 кВА
11	Компрессорная станция	1	-	-	-	-	-	-	-	-	75	22,32 м ³ /мин, 10 бар
12-14	Горелка	1	-	-	-	-	-	-	-	-	92	SAACKE G 140-30
15	Трансформатор сухой	мощность	-	-	-	-	-	-	-	-	68	400 кВА

Расположение источников шума и расчетных точек (РТ) указано на карте-схеме, приведенной в приложении.

На территории морского порта существуют здания и сооружения объектов административной зоны и тыловой зоны причалов, объектов транспортировки и отгрузки СПГ и ГК которые могут служить препятствием при распространении шума к расчётным точкам. Снижение звуковой энергии от источников шума будет происходить за счет расстояния - снижение из-за

рассеивания звуковой энергии в пространстве и затухание звука в атмосфере, а также частично за счет экранирующего эффекта существующих зданий и сооружений.

Расчет акустического воздействия выполнен ООО «Эко-Экспресс-Сервис» в программе «АРМ Акустика» версия 3.2.7 в соответствии с [41,42], результаты расчета акустического воздействия от источников шума представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты расчета акустического воздействия от источников

Расчетная точка		Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах, со среднегеометрическими частотами, Гц							L _{АЭКВ} , дБА	L _А макс, дБА	
		63	125	250	500	1000	2000	4000			8000
РТ-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
РТ-8		29,4	17,7	10,2	9,2	15,2	19	0	0	21,7	21,6
РТ-9		29,5	17,3	9,2	8,6	14,4	17,9	0	0	20,6	20,6
РТ-10		20,4	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Допустимые уровни звукового давления (п. 9 табл.3 СН2.2.4/2.1.8.562-96)	с 7-00 до 23-00ч.	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
	с 23-00 до 7-00ч.	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60

Выполненными акустическими расчетами установлено, что ожидаемые уровни звука от источников шума во всех расчетных точках при эксплуатации СКЛ не превысят допустимых значений, для территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам для дневного и ночного времени суток.

По результатам расчета акустического воздействия установлено, что ожидаемые уровни шума в расчетных точках на границе СЗЗ Морского порта Сабетта, возникающие при эксплуатации СКЛ, будут меньше допустимых

уровней звука, для территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам в дневное и ночное время суток более чем на 10 дБ.

Таким образом, проектируемая СКЛ не окажет влияния на уровень шума на границе расчетной СЗЗ Морского порта Сабетта.

При эксплуатации СКЛ источниками вибрации, инфразвука и ультразвука будут являться компрессорная установка и насосное оборудование.

Всё оборудование имеет сертификаты соответствия о безопасности машин и оборудования. Данные сертификаты подтверждают, что данное оборудование разработано с учетом обеспечения безопасных уровней физических факторов (шум, вибрация, инфразвук, ультразвук).

Таким образом, при эксплуатации СКЛ воздействия вибрации, инфразвука и ультразвука на окружающую среду будет допустимым.

2.1.3 Оценка негативного воздействия на водные биоресурсы

Выполнение планируемых гидротехнических работ на акватории объекта приведет к некоторому ухудшению условий существования гидробионтов (растительных и животных форм), к нарушению нормального протекания продукционных процессов в водоеме, вызовет снижение его продуктивности и, в частности – рыбных запасов.

Проведение гидротехнических работ сопряжено с временным или безвозвратным отторжением части акватории водоемов. Это приводит к сокращению жилой зоны и пастбищ всех водных животных, включая рыб.

Постоянное воздействие объектов будет оказано за счет безвозвратного отторжения участков акватории на участках размещения проектируемых водозаборов. Это приведет к сокращению жилой зоны водных биологических ресурсов и исключению из полезного биотического оборота части указанного водного объекта.

Погружение свай-оболочек до проектной глубины предусмотрено осуществлять с берега с использованием вибропогружателя. Данный метод производства работ исключает выход грунта во взвешенное состояние, так как сам принцип работы подразумевает раздвижение и уплотнение отдельных частиц грунта по мере погружения сваи без их выхода на поверхность дна.

Временное воздействие будет оказано за счет временного сокращения жилой зоны гидробионтов и ухудшения условий их обитания в период эксплуатации СКЛ вследствие температурного загрязнения среды обитания.

Отрицательное действие высоких температур на фитопланктон зафиксировано только на северные водоёмы. В целом отмечена общая биологическая закономерность: чем ниже на эволюционном уровне стоит организм, тем выше его адаптационные способности.

Согласно приведённому анализу [43] - на каждый градус подогрева количество видов в сообществе убывает, в среднем, на 1,7 вида (иными словами, из сообщества исчезает примерно по одному виду по мере подогрева на каждые 0,6 °С). Таким образом, увеличение температуры может вызвать только уменьшение видового разнообразия бентоса.

В соответствии с [44] - повышение температуры на 5°С по сравнению с естественной температурой в естественных рыбохозяйственных водоема на длительный период не допустимо, ввиду летального воздействия его на все гидробионты. Это в свою очередь является основанием для оценки, исходя из предосторожного подхода - полной гибели фито-, зоопланктона и зообентоса в зоне влияния водных масс с температурой воды выше фоновой на 5°С.

Анализ характера и объемов работ позволяет определить две категории возможного ущерба. Негативное воздействие строительства и эксплуатации СКЛ на водные биологические ресурсы будет иметь постоянный и временный характер.

1. Постоянный ущерб будет причинен за счет отторжения части акватории под сваи-оболочки под водозаборы. Площадь отторжения дна акватории под двумя сваями-оболочками составит 3,16 м². Период строительства СКЛ составляет 3 месяца. Период эксплуатации водозабора принят равным периоду эксплуатации морского порта Сабетта и составит 50 лет.

2. Временный ущерб будет причинен за счет:

2.1. Гибели организмов фито- и зоопланктона в зоне теплового воздействия с температурой воды выше фоновой на 5°С, распространяющейся от участка выпуска подогретой воды на прилегающую акваторию.

2.2. Гибели организмов фито- и зоопланктона в объеме забираемой морской воды из акватории с последующим подогревом и выпуском в акваторию.

Годовой объем забираемой воды составит – 1 088 640 м³/год.

Моделирование гидродинамических и тепловых потоков в акватории морского порта Сабетта при эксплуатации СКЛ было выполнено Научно-исследовательской лабораторией численного моделирования и геоинформационных технологий ООО «Эко-Экспресс-Сервис» [11].

Методом математического моделирования выполнено определение масштабов теплового воздействия при эксплуатации СКЛ.

Расчетные зоны растепления акватории носят интегральный характер и представляют область воздействия дополнительной температурной нагрузки на водную среду от своего зарождения до момента исчезновения.

Результаты моделирования по оценке теплового воздействия на акваторию за счет тепловой нагрузки СКЛ представлены на рисунке 12.

Результаты гидродинамических и тепловых расчетов показали, что отепленные воды распространяются относительно недалеко от источников тепла (водовыпусков). Поступающее в акваторию порта тепло расходуется на разрушение (плавление) льда (каши), а не на нагрев вод, окружающих порт, и грунтов (дна) в порту и вокруг него.

Расчет вреда (ущерба) водным биоресурсам от гибели планктона выполнен, исходя из предосторожного подхода, то есть полной гибели планктона в зоне влияния водных масс с температурой воды выше фоновой на 5°C.

Результаты гидродинамических и тепловых расчетов показали, что подогретые воды не достигают дна (\approx отм. «минус» 15,0 м). Это объясняется тем, что выпуск теплой воды осуществляется на отметке «минус» 6,0 м, и подогретая вода стремится вверх, растепляя верхний горизонт. В связи с этим, можно сделать вывод об отсутствии негативного теплового воздействия на организмы зообентоса при работе СКЛ.

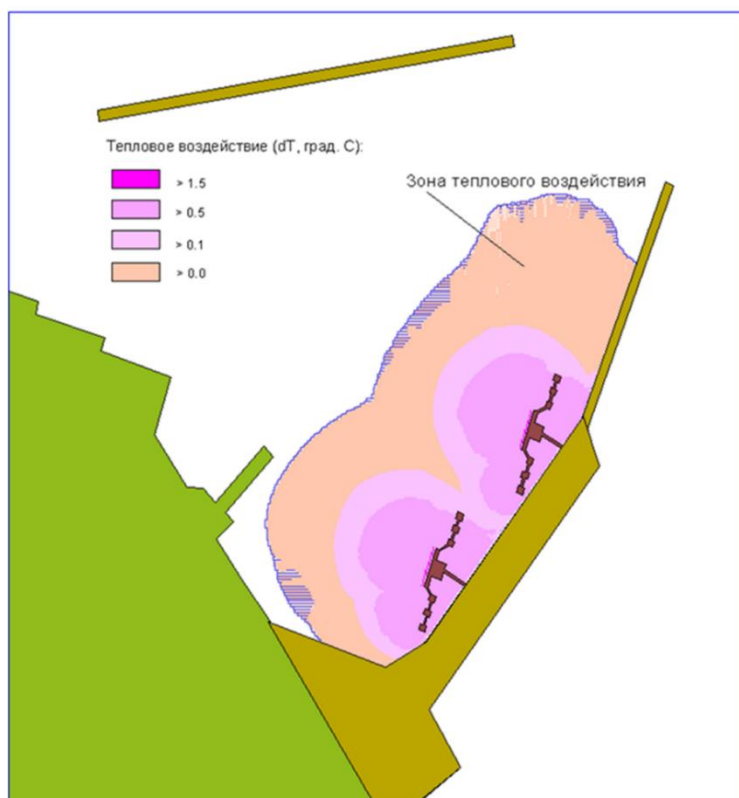


Рисунок 12 – Зона теплового загрязнения при эксплуатации СКЛ [11]

2.2 Методика исследования

2.2.1 Оценка ущерба, причиненного водным биологическим ресурсам

Расчет выполнен по категории временный и постоянный ущерб в соответствии с действующей «Методикой исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам» [45].

Измерение годовых потерь водных биологических ресурсов (N) вследствие намечаемой деятельности при необратимой полной утрате рыбохозяйственного значения части водного объекта выполняется по формуле:

$$N = \sum V_i \times S \times d \times 10^{-3} \quad (1)$$

где V_i – биомасса каждого из обитающих в данном водном объекте видов, которые могут быть использованы или используются в целях аквакультуры и/или рыболовства, кг/га;

S - площадь водного объекта рыбохозяйственного значения (или его части), который теряет рыбохозяйственное значение, га;

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

10^{-3} – множитель для перевода килограммов в тонны.

В данном случае подразумевается полная утрата рыбохозяйственного значения участка водного объекта, поэтому коэффициент $d = 1$.

Потери водных биоресурсов от гибели фитопланктона.

Расчет потерь водных биоресурсов от гибели фитопланктона при заборе воды из водного объекта рыбохозяйственного значения производится по формуле:

$$N = B \times (1 + P / V_{\text{сут}}) \times W_{\text{сут}} \times t_{\text{сут}} \times K_E \times (K_3 / 100) \times d \times 10^{-3} \quad (2)$$

где:

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

B - средняя за период воздействия (сезоны, месяцы) величина общей биомассы кормовых планктонных организмов, $г/м^3$;

$P / B_{сут}$ - средний суточный продукционный коэффициент перевода биомассы кормовых организмов в их продукцию (для данного сезона);

$W_{сут}$ - средний суточный объем забора воды, $м^3$;

$t_{сут}$ - продолжительность забора воды, сутки;

K_E - коэффициент эффективности использования пищи на рост (либо объединенный для цепи «фитопланктон - зоопланктон – рыбы»), либо для пищевой цепи «фитопланктон – рыбы»;

K_3 - средняя для данной экосистемы (района) и сезона доля использования кормовой базы (для пищевых цепей, описанных непосредственно выше), %;

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

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

Определение потерь водных биологических ресурсов в шлейфах взвеси от снижения продуктивности фитопланктона (без гибели организмов) рассчитывается по формуле:

$$N = B \times (P / B_{сут}) \times W_{(шл.)сут} \times t_{сут} \times K_E \times (K_3 / 100) \times d \times 10^{-3} \quad (3)$$

где:

N – приводится выше в описании формулы (2);

B - средняя за период воздействия величина общей биомассы фитопланктона, $г/м^3$;

$P / B_{сут}$ - средний суточный продукционный коэффициент перевода биомассы фитопланктона в продукцию (для данного сезона);

$W_{(шл.)сут}$ - средний суточный объем области шлейфа мутности воды, $м^3$;

$t_{\text{сут}}$ - продолжительность существования негативного воздействия на фитопланктон шлейфа мутности, сутки;

K_E - описано ранее в формуле (2)

K_3 - говорится выше в (2)

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

10^{-3} - было сказано выше в описании формулы (2).

Потери водных биоресурсов от гибели зоопланктона.

Определение потерь водных биоресурсов от гибели зоопланктона находится по формуле:

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

где:

N – определено выше в описании формулы (2);

B – описано ранее в описании (2) формуле

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

W - объем воды в зоне воздействия, в котором прогнозируется гибель планктонных кормовых организмов, м^3 ;

K_E - коэффициент эффективности использования пищи на рост (доля потребленной пищи, которая используется организмом для формирования массы своего тела)

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

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

10^{-3} - было сказано выше в описании формулы (2).

Потери водных биоресурсов от забора воды из водных объектов рыбохозяйственного значения находятся, как от гибели фитопланктона, так и от гибели зоопланктона, содержащегося в том же объеме воды. Итоговый размер вреда в данном случае принимается по наибольшей из двух величин, во избежание повторного счета [45], п. 48.

Потери водных биоресурсов от гибели бентоса.

Определение потерь водных биологических ресурсов от гибели бентоса производится по формуле:

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

где:

N – говорится выше в расшифровке формулы (2);

B – определено выше в описании формулы (2);

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

W – сказано выше в описании (4) формулы

K_E - приводится выше в описании формулы (4)

K_3 - определено выше в описании формулы (4)

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

10^{-3} - было сказано выше выше в описании формулы (2).

θ - величина повышающего коэффициента, учитывающего временной промежуток воздействия намечаемой деятельности и время восстановления теряемых водных биологических ресурсов, которая определяется по формуле:

$$\theta = T + \sum K_{B(t=i)} \quad (6)$$

где:

θ - величина повышающего коэффициента, в долях;

T - показатель длительности негативного воздействия, в течение которого не может произойти восстановления водных биоресурсов и их кормовой базы, (определяется в долях года, принятого за единицу, как отношение сут/365)

$\sum K_{B(t=i)}$ - коэффициент времени восстановления теряемых водных биоресурсов, определяемый как $Kt = i = 0,5i$, в равных долях года (сут/365).

Методика расчета K_E для расчета потерь по фитопланктону (временный ущерб в период эксплуатации СКЛ)

K_E - коэффициент эффективности использования пищи на рост для пищевой цепи "фитопланктон - зоопланктон - рыбы", то есть соотношение рыбопродукции P_f и первичной продукции планктона PP за данный период:
 $K_E = P_f / (PP \times x_z)$

Производство зоопланктона P_z за данный интервал может быть определено как $P_z = PP \times x_z \times K_{1z} = PP \times x_z \times u_z \times K_{2z}$

K_{1z} - коэффициент эффективности использования зоопланктоном потребленной пищи на продукцию (соотношение продукции и рациона зоопланктона за данный временной интервал),

K_{2z} - коэффициент эффективности использования зоопланктоном ассимилированной пищи на продукцию (соотношение за данный промежуток времени продукции и ассимилированной пищи зоопланктона),

u_z - коэффициент усвояемости пищи для зоопланктона.

Производство рыб-планктофагов P_f за данный интервал времени может быть определено как $P_f = P_z \times x_f \times K_{1f} = P_z \times x_f \times u_f \times K_{2f}$

где x_z - доступная рыбе доля продукции зоопланктона,

K_{1f} - коэффициент эффективности использования рыбой потребленного зоопланктона на продукцию (соотношение продукции и рациона рыб за данный временной интервал),

K_{2f} – коэффициент эффективности использования рыбой ассимилированного зоопланктона на продукцию (соотношение продукции и ассимилированной пищи рыб за данный временной интервал),

u_f – коэффициент усваиваемости пищи для рыб.

Соответственно: $P_f = P_z \times x_f \times u_f \times K_{2f} = PP \times x_z \times u_z \times K_{2z} \times x_f \times u_f \times K_{2f} = P_z \times x_f \times K_{1f} = PP \times x_z \times u_z \times K_{2z} \times x_f \times K_{1f}$

Тогда, $K_E = P_f / (PP \times x_z) = PP \times x_z \times u_z \times K_{2z} \times x_f \times u_f \times K_{2f} \times (1/PP) \times (1/x_z) = u_z \times K_{2z} \times x_f \times u_f \times K_{2f} = u_z \times K_{2z} \times x_f \times K_{1f}$

Глава 3 Результаты расчетов

Оценка ущерба, причиненного водным биологическим ресурсам

При эксплуатации СКЛ гибель фито- и зоопланктона ожидается во всем объеме забираемой морской воды и в объеме воды, подогрев которой составит более 5°C. Объем воды, подогрев которой 5°C и более согласно выполненному моделированию, составит 575 м³. Расчетный расход воды для функционирования СКЛ в течение 8 месяцев составит 1088640 м³/год.

Постоянный ущерб от постоянного отторжения части водного объекта

Общая площадь отторгаемой акватории при строительстве водозаборных сооружений составит – 3,16 м². Срок службы - 50 лет. Работы по строительству СКЛ составят 3 месяца в соответствии с организационно-технологической схемой строительства.

Расчет вреда водным биоресурсам при постоянном отторжении части водного объекта выполнен как по потерям водных биоресурсов с использованием средней многолетней биомассы рыб, так и по потерям кормовой базы рыб.

- по потерям водных биоресурсов

Максимальная биомасса рыб в районе строительства проектируемого объекта составляет 150 кг/га.

$N = 150 \text{ кг/га} \times 0,00032 \text{ га} = 0,048 \text{ кг ежегодно} \times 50 \text{ лет} = 2,4 \text{ кг.}$

- по потерям кормовой базы

Согласно Приложению к [45] коэффициенты, характеризующие зообентос, следующие:

- $K_E = 1/6 = 0,167;$
- $K_3/100 = 50/100 = 0,5.$

Средняя биомасса зообентоса в районе морского порта составила 1,72 г/м². ФГБНУ «ГОСРЫБЦЕНТР» рекомендует принять рассчитанный ими годовой коэффициент Р/В для зообентоса – 3.

Потери по зообентосу при $\Theta = (3/12+50)+(0,5 \times 3 \text{ лет}) = 51,75$ составят:

$N = 1,72 \text{ г/м}^2 \times (1+3) \times 3,16 \text{ м}^2 \times 0,167 \times 0,5 \times 51,75 \times 10^{-3} = 0,094 \text{ кг.}$

В соответствии с п. 39 Методики при одновременных на одном и том же участке (или в одном и том же объеме воды) полной или частичной потере водных биологических ресурсов и их кормовых организмов, вследствие негативного воздействия планируемой деятельности, во избежание повторного счета, его последствия определяются по наибольшему из двух этих компонентов.

Таким образом, постоянный ущерб составит 2,4 кг.

Временный ущерб в период эксплуатации СКЛ

1. При заборе морской воды:

Потери по зоопланктону

Согласно Приложению к «Методике исчисления размера вреда, причиненного водным биоресурсам», 2011 г. коэффициенты, характеризующие зоопланктон, следующие:

- $K_E = 1/8;$
- $K_3/100 = 50/100 = 0,5.$

Средняя биомасса зоопланктона в районе морского порта составила 0,215 г/м³. ФГБНУ «ГОСРЫБЦЕНТР» рекомендует принять рассчитанный ими сезонный коэффициент Р/В для зоопланктона – 2,9.

Ежегодные потери по зоопланктону составят:

$$N=0,215 \text{ г/м}^3 \times 1088640 \text{ м}^3 \times (1+2,9) \times 1/8 \times 0,5 \times 10^{-3} = 57,052 \text{ кг.}$$

Потери по фитопланктону

В приложении к «Методике исчисления размера вреда, причиненного водным биоресурсам», 2011 г. коэффициенты, характеризующие фитопланктон, отсутствуют.

ФГБНУ «ГОСРЫБЦЕНТР» рекомендует принять рассчитанные ими суточные коэффициенты P/B - для августа $0,70 \pm 0,26$, для сентября $0,45 \pm 0,26$ – принимаем максимальное значение – 0,96.

Средняя биомасса фитопланктона в районе порта составила 6070 мг/м³.

K_3 - представляет собой произведение величин доли продукции предыдущего трофического уровня, используемой на последующем уровне – в частности, для пищевой цепи «фитопланктон - зоопланктон – рыбы» – произведение доступной зоопланктону доли первичной продукции (x_z) и доступной рыбам- зоопланктофагам продукции зоопланктона (x_f): $K_3 = x_z \times x_f$.

Для Обской губы, согласно Методике, рекомендовано принимать следующие характеристики:

- средняя доля использования рыбами-зоопланктофагами кормовой базы (соотношение рациона рыбы C_f и продукции зоопланктона P_z за данный период) составляет 50%, или 0,50).
– соответственно, принимаем: $x_f = 0,5$
- доступная зоопланктону доля первичной продукции планктона (для водных объектов Сибири) – 50%.
– соответственно, принимаем: $x_z = 0,5$.

Средняя доля использования кормовой базы, объединенная для пищевой цепи «фитопланктон - зоопланктон – рыбы» (K_3):

$$K_3 = x_z \times x_f = 0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ (или 25\%).}$$

$$K_E = u_z \times K_{2z} \times x_f \times K_{1f} \tag{8}$$

вывод формулы (8) представлен в главе Материалы и методы исследования.

Для Обской губы, согласно [45], рекомендовано принимать следующие характеристики:

- Коэффициент эффективности использования рыбами-зоопланктофагами потребленной пищи на рост (соотношение продукции рыбы P_f за данный период к их рациону C_f) составляет $1/8=0,125$.

– соответственно, принимаем: $K_{1f} = 0,125$;

- Средняя доля использования рыбами-зоопланктофагами кормовой базы (соотношение рациона рыбы C_f и продукции зоопланктона P_z за данный период) составляет 50%, или 0,50).

– соответственно, принимаем: $x_f = 0,5$.

Недостающие характеристики для зоопланктона могут быть оценены следующим образом:

- Усваиваемость пищи зоопланктоном u_z : для нехищного зоопланктона принято оценивать данный показатель величиной 0,6, для хищного – 0,8. Поскольку в зоопланктонных сообществах обычно выражено преобладает нехищный зоопланктон, для сообщества в целом данный показатель может быть принят равным 0,8.

– соответственно, принимаем: $u_z = 0,8$

- Эффективность использования зоопланктоном ассимилированной первичной продукции на образование собственной продукции K_{2z} . Согласно [48], данный показатель для зоопланктона варьирует от 0,1 до 0,5. В среднем его можно приравнять к $0,25 \div 0,33$.

– соответственно, принимаем: $u_z = 0,3$.

Используя данные параметры: $K_E = u_z \times K_{2z} \times x_f \times K_{1f} = 0,8 \times 0,3 \times 0,5 \times 0,125 = 0,015$ (или 1,5%)

Ежегодные потери по фитопланктону составят:

$$N = 6,070 \text{ г/м}^3 \times 12960 \text{ м}^3 \times 84 \text{ дня} \times (1+0,96) \times 0,015 \times 0,25 \times 10^{-3} = 48,569 \text{ кг.}$$

Итоговый размер вреда в случае потерь водных биоресурсов (через потери потенциальной продукции зоопланктона, с применением его кормовых коэффициентов K_E и K_3 в промежуточном расчете по пищевой цепи «фитопланктон - зоопланктон – рыбы» или иной вид водных

биоресурсов, используемый для целей рыболовства), содержащегося в том же объеме воды, принимается по наибольшей из двух величин, во избежание повторного счета [45] п. 48, то есть, ежегодные потери водных биоресурсов от забора воды составят - 57,052 кг, а за весь период эксплуатации СКЛ в течение 50 лет – 2852,6 кг.

2. При выпуске подогретой воды:

Ежегодные потери по зоопланктону составят:

$$N=0,215 \text{ г/м}^3 \times 575 \text{ м}^3 \times (1+2,9) \times 1/8 \times 0,5 \times 10^{-3} = 0,030 \text{ кг.}$$

Ежегодные потери по фитопланктону составят:

$$N=6,070 \text{ г/м}^3 \times 575 \text{ м}^3 \times 0,96 \times 0,015 \times 0,25 \times 10^{-3} = 0,013 \text{ кг.}$$

Итоговый размер вреда в случае потери водных биоресурсов в шлейфах негативного воздействия (при расчете по пищевой цепи «фитопланктон – зоопланктон – рыбы») определяется как сумма потерь от гибели фито- и зоопланктона в таких шлейфах [45] п. 49, т.е. ежегодные потери водных биоресурсов в результате теплового воздействия составят – 0,043 кг, а за весь период эксплуатации СКЛ в течение 50 лет – 2,150 кг.

Итак, ежегодный общий ущерб водным биоресурсам от строительства и эксплуатации проектируемой СКЛ составит – $0,048+57,052+0,043=57,143$ кг, а за весь период эксплуатации в течение 50 лет - 2857,15 кг рыбы.

Плата за выбросы загрязняющих веществ

Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух в период эксплуатации представлен в таблице 9

Таблица 9 - Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух в период эксплуатации

Наименование загрязняющего вещества	Фактическая масса выброса, т	Ставка платы в 2018 году, руб./г	Плата за выброс загрязняющих веществ, руб.
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	19,926809	138,8	2765,84
Азот (II) оксид (Азота оксид)	3,238107	93,5	302,76
Углерод (Сажа)	0,002501	36,6	0,09
Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0,028109	45,4	1,28
Дигидросульфид (Сероводород)	0,000002	686,2	0,00
Углерод оксид	12,483748	1,6	19,97
Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	7,40e-08	5472968,7	0,40
Формальдегид	0,000658	1823,6	1,20
Керосин	0,016457	6,7	0,11
Углеводороды предельные C12-C19	0,000535	10,8	0,01
Итого:	-	-	3091,67

Плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух в период эксплуатации составит 3091,67 руб/год в ценах 2018 г.

Плата за сброс загрязняющих веществ в водные объекты

Расчет платы за негативное воздействие на водную среду от сброса загрязняющих веществ в Обскую губу выполнен в соответствии с постановлением Правительства РФ [44] и приведен в таблице 10

Таблица 10 – Плата за сброс подогретых вод в Обскую губу в период сезонной эксплуатации СКЛ

Наименование показателя	Масса сброса, т	Норматив платы, руб/г	Плата за сброс веществ в пределах нормативов, руб
Взвешенные вещества	24,5	977,2	23942
БПК _{полн}	3,3	243	801,9
Итого:	27,8	-	24744

Плата за сброс веществ с подогретыми водами в Обскую губу в период сезонной эксплуатации СКЛ в ценах 2018 г. составит 24744 руб. в год.

В соответствии с п. 15 Правил исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду [43] при сбросе загрязняющих веществ в водные объекты платежная база определяется их массой, которая поступила в водный объект в результате использования воды, и рассчитывается как разница между массой содержащихся в сточной воде загрязняющих веществ и массой этих веществ, содержащихся в воде, забранной для использования из того же водного объекта. Таким образом, расчет массы веществ,

сбрасываемых в акваторию Обской губы, для определения платы за сброс будет производиться с учетом результатов фактического контроля качественных показателей и расходов воды, забираемой из Обской губы и сбрасываемой в Обскую губу при работе СКЛ.

Плата за пользование водными объектами

Расчет платы за пользование Обской губой Карского моря для осуществления забора (изъятия) водных ресурсов выполняется в соответствии с Правилами расчета и взимания платы за пользование водными объектами, находящимися в федеральной собственности [45]. Ставка платы за забор (изъятие) водных ресурсов Обской губы принимается в соответствии с постановлением Правительства РФ [46] и составляет для Карского моря 4,8 - рублей за 1 тыс. куб. м водных ресурсов.

Согласно постановлению Правительства РФ [47] ставки платы за пользование водными объектами, находящимися в федеральной собственности, установленные постановлением Правительства Российской Федерации от 30.12.2006 г. № 876, с округлением до полного рубля в соответствии с действующим порядком округления применяются в 2018 году с коэффициентом 1,75.

Расчетный проектный расход воды, забираемой из акватории Обской губы, составляет 1 088 640 м³/год. Часовой расход – 540 м³/час.

Согласно п. 3 Правил [45] платежным периодом признается квартал.

Расчет платы за забор (изъятие) водных ресурсов Обской губы представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет платы за забор (изъятие) водных ресурсов на период сезонной эксплуатации СКЛ

Платежный период	Объем забора (изъятия) водных ресурсов, тыс. куб. м	Ставка платы, рублей за 1 тыс. куб. м водных ресурсов	Коэффициент на 2018 г.	Плата за забор (изъятие) водных ресурсов, руб.
I квартал	466,560	4,8	1,75	3920
II квартал	311,040	4,8	1,75	2613
III квартал	-	4,8	1,75	-
IV квартал	311,040	4,8	1,75	2613
Год	1088,640	-	-	9146

Плата за забор (изъятие) водных ресурсов Обской губы Карского моря в период сезонной эксплуатации СКЛ составит *9146 руб. в год.*

Компенсационные выплаты за ущерб водным биоресурсам

Прогнозируемый ущерб водным биоресурсам составит 57,143 кг ежегодно, с учетом периода эксплуатации объекта 50 лет - 2857,15 кг.

Последствия негативного воздействия на водные биоресурсы предлагается устранить путем их искусственного воспроизводства с последующим выпуском 105820 экз. молоди муксуна навеской 1,0 г (2116 экз. ежегодно) или 583092 экз. молоди пеляди навеской 0,5 г (11662 экз. ежегодно) в водные объекты Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна.

Ориентировочная стоимость компенсационных затрат на искусственное воспроизводство муксуна составит 105 820 экз. × 15 руб./экз. = 1 587 300 руб. за весь период эксплуатации СКЛ в течение 50 лет или 31746 руб. ежегодно.

Ориентировочная стоимость компенсационных затрат на искусственное воспроизводство пеляди – 1 049 565 руб. за весь период эксплуатации СКЛ в течение 50 лет или 20 991 руб. ежегодно.

Глава 4 Компенсационные природоохранные мероприятия

Восстановительные мероприятия и расчет объема затрат, необходимых для компенсации прогнозируемого ущерба.

Выполнение восстановительных мероприятий намечается в объеме,

эквивалентном последствием негативного воздействия намечаемой деятельности. В качестве восстановительного мероприятия предлагается искусственное воспроизводство водных биоресурсов для восстановления нарушенного состояния их запасов.

В качестве компенсационного мероприятия рекомендуется искусственное воспроизводство муксуна или пеляди, имеющих наибольший ареал распространения рыб в Обской губе из ценных видов рыб. Также в качестве компенсационного мероприятия можно использовать комбинированный выпуск сеголетков муксуна и пеляди.

Муксун является типичным полупроходным видом. Обское стадо муксуна наиболее многочисленно. В 60-е годы уловы достигали 2,5 млн. экз. Основные места обитания обского муксуна – южная опресненная половина Тазовская и Обской губы. Места нереста расположены в средней Оби. Зоны нагула и воспроизводства у муксуна разделены значительными расстояниями.

При расчётах требуемого количества посадочного материала для искусственного воспроизводства за основу взяты рыбоводно-биологические показатели[48]:

- муксун – коэффициент промыслового возврата 1,8 % от сеголетков массой 0,5 г и средней массой взрослых особей 1,5 кг.

Удельные затраты на производство сеголетков муксуна приняты в соответствии с Приложением [49] и составляют 15 руб./шт.

Прогнозируемый ущерб водным биоресурсам составит 2857,15 кг рыбы за весь период эксплуатации СКЛ в течение 50 лет или 57,143 кг ежегодно.

В пересчете на муксуна при промысловом возврате 1,8% от сеголетков массой 0,5 г потребуется выпустить $(2857,15 \text{ кг} \div 1,5 \text{ кг}) \times 100 \div 1,8 = 105\,820$ экз. молоди муксуна за весь период эксплуатации СКЛ в течение 50 лет или 2 116,4 экз. ежегодно.

Ориентировочная стоимость компенсационных затрат на искусственное воспроизводство муксуна составит $105\,820 \text{ экз.} \times 15 \text{ руб./экз.}$

= 1 587 300 руб. за весь период эксплуатации СКЛ в течение 50 лет или 31746 руб. ежегодно

В качестве альтернативного варианта компенсационного мероприятия так же рассмотрено искусственное воспроизводство пеляди.

Пелядь полупроходная рыба, часто встречающаяся в Обской губе и впадающих в нее крупных реках. Один из наиболее распространенных видов ихтиофауны в озерах и озерно-речных системах Ямала. Пелядь наблюдается в таких реках, как Юрибей, реках бассейнов бухт Мунга и Каменная, Мордыаха, Сеяха, в связанных с этими реками озерных системах, в ряде замкнутых озер — Ямбуто, Хэйто, Вынгыхыто и других.

При расчётах требуемого количества посадочного материала для искусственного воспроизводства за основу взяты рыбоводно-биологические показатели [52]:

- пелядь – коэффициент промыслового возврата 1,4 % от сеголеток массой 0,5 г и средней массой взрослых особей 0,35 кг.

Удельные затраты на производство сеголетков пеляди приняты в соответствии с [53] и составляют 1,80 руб./шт.

Прогнозируемый ущерб водным биоресурсам составит 2857,15 кг рыбы за весь период эксплуатации СКЛ в течение 50 лет или 57,143 кг ежегодно.

В пересчете на пелядь при промвозврате 1,4% от сеголеток массой 0,5 г потребуется выпустить $(2857,15 \text{ кг} \div 0,35 \text{ кг}) \times 100 \div 1,4 = 583\,092$ экз. молоди пеляди за весь период эксплуатации СКЛ в течение 50 лет или 11 662 экз. ежегодно.

Ориентировочная стоимость компенсационных затрат на искусственное воспроизводство пеляди составит $583\,092 \text{ экз.} \times 1,8 \text{ руб./экз.} = 1\,049\,565$ руб. за весь период эксплуатации СКЛ в течение 50 лет или 20 991 руб. ежегодно.

Мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Проектной документацией предусмотрены следующие мероприятия по снижению негативного воздействия на атмосферный воздух в период эксплуатации СКЛ:

- контроль режима работы технологического оборудования;
- контроль соблюдения режимной карты работы котлов;
- обеспечение диагностики и профилактического ремонта оборудования УПМВ.

Выбросы загрязняющих веществ при проведении строительно-монтажных работ носят временный характер.

Проектной документацией предусмотрены следующие организационно-технические мероприятия по снижению негативного воздействия на атмосферный воздух:

- контроль режима работы двигателей механизмов и плавсредств в период проведения работ;
- контроль соблюдения технологии производства работ;
- использование при производстве работ строительных машин и механизмов, соответствующих экологическим стандартам;
- осуществление контроля работы техники в период технического перерыва в работе или вынужденного простоя. Стоянка техники в эти периоды допускается только при неработающем двигателе;
- использование технически исправных машин и механизмов с отрегулированной топливной аппаратурой, обеспечивающей выброс загрязняющих веществ с выхлопными газами в пределах установленных норм.

Мероприятия по защите от шума

В период эксплуатации СКЛ, на территории ближайших нормируемых объектов превышений нормативных уровней звука не ожидается, в связи с чем разработка специальных шумозащитных мероприятий не требуется.

В период строительства СКЛ, на территории ближайших нормируемых объектов превышений нормативных уровней звука также не ожидается, и разработка дополнительных шумозащитных мероприятий не требуется.

Для снижения акустического воздействия предусмотрены следующие мероприятия:

- выбор оборудования и техники с шумовыми характеристиками, обеспечивающими соблюдение безопасных уровней физического воздействия;
- использование только исправных технических средств.

Мероприятия по рациональному использованию и охране вод

С учетом размещения СКЛ на территории действующего порта Сабетга, мероприятия, направленные на защиту морской среды, обеспечиваются за счет реализованных ранее организационно-технических решений, в том числе:

- наличие твердого покрытия и организация регулярной уборки территории;
- наличие дождевой канализации для сбора поверхностных сточных вод с последующей подачей на собственные очистные сооружения дождевых сточных вод морского порта и очистные сооружения Завода СПГ;
- сбор и очистка хозяйственно-бытовых сточных вод на очистных сооружениях бытовых сточных вод Завода СПГ;
- контроль влияния осуществляемой хозяйственной деятельности на состояние Обской губы в рамках программы экологического мониторинга.

При функционировании СКЛ предусмотрены дополнительные мероприятия, направленные на рациональное использование и защиту морской среды, включающие:

- выбор конструкции водозаборного сооружения, обеспечивающей соблюдение требований рыбозащиты;
- ведение контроля объема и качества забираемой морской воды и сбрасываемых сточных вод;
- соблюдение режима хозяйственной деятельности, установленного в водоохранной зоне Обской губы;
- регулярный осмотр и обслуживание оборудования;
- размещение аварийной ДГУ в модуле, встроенном в здание УПМВ;
- использование гидроизолированных емкостей для хранения топлива и масел, установка поддонов;
- организация площадки для установки резервуаров расходного и аварийного топлива, включая площадку для разгрузки аварийного топлива на едином бетонном покрытии с отбортовкой и установкой емкости для сбора аварийного топлива.

Организационно-технические мероприятия, разработанные на период производства строительно-монтажных работ:

- соблюдение технологии и сроков производства работ;
- проведение работ строго в границах отведенной территории;
- движение техники по существующим проездам;
- временное складирование материалов и конструкций в специально отведенных местах в границах отведенной территории;
- сбор и своевременный вывоз строительного и бытового мусора.

Мероприятия по охране объектов растительного и животного мира и среды их обитания

В период проведения строительных работ с целью уменьшения нагрузки на растительность и животный мир предусмотрены следующие организационно-технические и природоохранные мероприятия:

- соблюдение технологии и сроков проведения работ;

- проведение работ строго в границах отведенной территории;
- использование современных машин и механизмов, создающих минимальный шум при работе, соблюдение технологической для минимизации уровня фактора беспокойства для животного мира;
- эксплуатация только технически исправных машин и механизмов с отрегулированной топливной арматурой, исключающей потери ГСМ;
- контроль условий сбора, временного накопления и своевременного вывоза отходов с соблюдением требований природоохранного законодательства в области обращения с отходами;
- соблюдение правил противопожарной безопасности;
- осуществление наблюдения за морскими млекопитающими, находящимися в непосредственной близости от участка работ, и прекращение работ в случае приближения их на потенциально опасное расстояние.

Для охраны водных биоресурсов документацией предусмотрены следующие мероприятия:

- выбор конструкции водозаборного сооружения, обеспечивающей соблюдение требований рыбозащиты;
- соблюдение технологических решений и выполнение мер по предупреждению аварийных ситуаций;
- искусственное воспроизводство и выпуск в акваторию Обской губы молоди рыб в качестве компенсационного мероприятия по восстановлению нарушенного состояния водных биоресурсов и среды их обитания.

Комплекс природоохранных мероприятий, направленный на минимизацию возможного воздействия строительных работ на растительность и животный мир, будет способствовать сохранению биоразнообразия района производства работ.

Заключение

Основной составляющей эффективности эксплуатации морского порта Сабетта является создание условий для беспрепятственной швартовки судов к технологическим причалам отгрузки СПГ и ГК (№1 и №2) в ледовый период.

Современные условия развития портовой деятельности определяют необходимость производства и внедрения актуальных разработок в части оптимизации процессов перегрузки за счет сокращения времени проведения портовых операций.

Внедрение СКЛ, как современного метода управления ледовой обстановкой в порту Сабетта, позволит вывести портовую деятельность на качественно новый уровень.

Техническая возможность беспрепятственной эксплуатации морского порта Сабетта в ледовый период будет способствовать дальнейшему развитию Южно-Тамбейского газоконденсатного месторождения в целом.

По результатам выполненной оценки воздействия на компоненты окружающей среды, с учетом соблюдения предусмотренного комплекса организационно-технических и природоохранных мероприятий, строительство и эксплуатация СКЛ на территории морского порта Сабетта не приведет к нарушению сложившегося экологического равновесия в рассматриваемом районе и не окажет существенного негативного влияния на окружающую среду и условия жизни населения.

Выводы

Вывод 1. Благодаря внедрению СКЛ произойдет повышение эффективности грузовых операций у технологических причалов отгрузки сжиженного природного газа и газового конденсата в морском порту Сабетта путем создания необходимых условий для беспрепятственной швартовки судов к причалам в период зимней навигации.

Вывод 2. Основной ущерб будет нанесен на этапе строительства, но он будет носить временный характер. На этапе эксплуатации он будет незначительным, но будет носить постоянный характер. Наиболее уязвимым компонентом экосистем на этапе эксплуатации является ихтиофауна.

Вывод 3. Ежегодный общий ущерб водным биоресурсам от эксплуатации проектируемой СКЛ составит –57,143 кг, а за весь период эксплуатации в течение 50 лет - 2857,15 кг рыбы.

Вывод 4. Ориентировочная стоимость компенсационных затрат на искусственное воспроизводство муксуна составит 1 587 300 руб. за весь период эксплуатации СКЛ в течение 50 лет или 31746 руб. ежегодно.

Ориентировочная стоимость компенсационных затрат на искусственное воспроизводство пеляди составит 1 049 565 руб. за весь период эксплуатации СКЛ в течение 50 лет или 20 991 руб. ежегодно.