



РОСНЕФТЬ

**ПРОГРАММА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В РАЙОНАХ ЗЕМЛИ ФРАНЦА ИОСИФА, СЕВЕРА НОВОЙ ЗЕМЛИ,
СЕВЕРНОЙ ЗЕМЛИ И СЕВЕРО-КАРСКОГО ЛИЦЕНЗИОННОГО
УЧАСТКА**

Том 1. Техническая часть

2022 г.

СОСТАВ ДОКУМЕНТАЦИИ

Том 1. Техническая часть

Том 2. Оценка воздействия на окружающую среду

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Эксперт отдела инновационных проектов на шельфе	В.Б.Воронков
Главный специалист отдела экологии и промышленной безопасности	Е.О.Ульянова
Главный специалист отдела экологии и промышленной безопасности	Е.В.Пиняева
Специалист отдела экологии и промышленной безопасности	А.Б.Соловьев

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	4
1 ВВЕДЕНИЕ	9
1.1 Район проведения работ	9
1.2 Геолого-геофизическая изученность	10
1.3 Цели и задачи Программы.....	13
1.4 Заказчик и подрядчики	14
1.5 Контактная информация	14
2 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	15
2.1 Состав и объемы работ	15
2.2 Методы выполнения работ	16
2.2.1 Инженерно-геофизические работы	16
2.2.2 Инженерно-геотехнические работы.....	21
2.2.3 Инженерно-гидрометеорологические изыскания	28
2.2.4 Инженерно-экологические изыскания	29
2.3 Организация работ	32
2.3.1 Мобилизация	33
2.3.2 Полевые работы	34
2.3.3 Смена экипажа, бункеровка и пополнение запасов	38
2.3.4 Демобилизация	38
2.3.5 Обработка материала, лабораторные исследования.....	38
2.4 График выполнения работ	38
3 ПЕРСОНАЛ.....	40
3.1 Оценочное максимальное количество персонала для проведения экспедиционных исследований.....	40
4 ХАРАКТЕРИСТИКА СУДОВ.....	42
4.1 Основные данные по используемым судам	42
4.2 Технические характеристики судов.....	42
4.2.1 НИС «Керн»	42
4.2.2 НИС «Иван Киреев».....	43
4.2.3 БС «Кимберлит»	45
4.2.1 ИС «Бавенит».....	46
5 СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ	48
5.1 Спецификация бурового оборудования.....	48

5.2	Спецификация скважинного инструмента для пробоотбора и исследований	49
5.3	Спецификация сейсмического оборудования	50
5.4	Спецификация оборудования для гидрографических работ	54
5.5	Спецификация оборудования для гидромагнитной съёмки	55
5.6	Оборудование для инженерно-гидрометеорологических изысканий и требования к их проведению	56
5.7	Оборудование для инженерно-экологических изысканий	61
5.7.1	Океанографические исследования	61
5.7.2	Исследования загрязнённости воздушной среды	62
5.7.3	Гидрохимические исследования	63
5.7.4	Исследования загрязнённости донных отложений	64
5.7.5	Гидробиологические исследования	64
5.8	Спецификация навигационно-гидрографического комплекса	65
6	УСТАНОВЛЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ	67
6.1	Параметры при проведении экспедиционных исследований	67
6.1.1	Параметры инженерно-геофизических работ	67
6.1.2	Параметры инженерно-геологического бурения	71
6.2	Обработка и контроль качества полученной информации	71
6.2.1	Сейсмика высокого разрешения	71
6.2.2	Сейсмика сверхвысокого разрешения	72
6.2.3	Сейсмика ультравысокого разрешения	73
6.2.4	Непрерывное сейсмоакустическое профилирование	74
6.2.5	Многолучевое эхолотирование	75
6.2.6	Гидролокация бокового обзора	75
6.2.7	Гидромагнитная съёмка	76
6.2.8	Инженерно-геологическое бурение	76
6.2.9	Лабораторные работы	77
6.3	Отчетность	77
7	ПЛАНИРУЕМЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНЕ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	79
7.1	Система управления безопасностью судна	79
7.2	Техника безопасности	79
7.2.1	Общие требования по технике безопасности при проведении	

экспедиционных исследований	79
7.2.2 Техника безопасности при работе с пневматическими источниками ..	81
7.2.3 Техника безопасности при работе с электроискровыми источниками (спаркерами).....	83
7.2.4 Техника безопасности при работе с сейсмическими косами.....	84
7.2.5 Техника безопасности при выполнении магнитной съемки, съемки ГЛБО и непрерывного сейсмоакустического профилирования	84
7.2.6 Техника безопасности при выполнении батиметрической съемки (многолучевого эхолотирования).....	85
7.2.7 Техника безопасности при пробоотборе	85
7.2.8 Техника безопасности при работе с погружным и донным оборудованием	86
7.2.9 Техника безопасности при проведении статического зондирования донной установкой	86
7.2.10 Техника безопасности при скважинных исследованиях	87
7.3 Охрана труда	87
7.3.1 Руководитель работ.....	87
7.3.2 Персонал	87
7.3.3 Средства индивидуальной защиты	88
7.4 Охрана окружающей среды	89
8 СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	91

Перечень таблиц

Таблица 1.1-1. Географические координаты угловых точек участков исследований	10
Таблица 3.1-1. Максимальное количество персонала для выполнения работ по Программе	41
Таблица 4.2-1. Технические характеристики судна «Керн»	42
Таблица 4.2-2. Технические характеристики бурового судна «Кимберлит»	45
Таблица 4.2-3. Технические характеристики НИС «Киреев»	43
Таблица 5.1-1. Буровое оборудование для бурения глубоких (более 150 м) скважин.....	48
Таблица 5.1-2. Технические характеристики ССК "TECSO S.A."	48
Таблица 5.1-3. Буровое оборудование для бурения инженерно-геологических скважин до 150 м	49
Таблица 5.2-1. Основные характеристики пробоотборника GEO Piston Corer	49
Таблица 5.2-2. Основные характеристики пробоотборника GEO Vibro Corer.....	50

Таблица 5.2-3. Основные характеристики комплекса внутрискважинного зондирования Wison-APB.....	50
Таблица 5.2-4. Основные характеристики донной установки статического зондирования Deep water Roson75/100kN.....	50
Таблица 5.3-1. Основные характеристики профилограф Innomar SES2000 light ...	51
Таблица 5.3-2. Характеристики системы для проведения СУВР.....	51
Таблица 5.3-3. Характеристики системы для проведения ССВР.....	51
Таблица 5.3-4. Типовые характеристики системы для проведения СВР.....	52
Таблица 5.3-5. Конфигурация группового ПИ объемом 500 куб. дюймов.....	53
Таблица 5.4-1. Характеристики гидролокатора Klein 3000.....	54
Таблица 5.4-2. Характеристики многолучевого эхолота Seabat 7125.....	54
Таблица 5.5-1. Основные характеристики магнитометра SeaSPY.....	55
Таблица 5.6-1. Технические характеристики метеокомплекса RST MeteoScan PRO 923.....	56
Таблица 5.6-2. Диапазоны и точность измерения зонда SBE 19plus V2.....	57
Таблица 5.6-3. Характеристики доплеровского измерителя течений FSI 2D-ACM.....	59
Таблица 5.6-4. Характеристики электромагнитного измерителя течений Valeport Midas ECM Profiler.....	59
Таблица 5.6-5. Характеристики акустического доплеровского профилографа течений RDCP 600 SW.....	60
Таблица 5.7-1. Характеристики гидрологического зонда SBE-19+.....	61
Таблица 5.7-2. Примерные технические характеристики измерительных комплексов для проведения гидрометеорологических изысканий.....	62
Таблица 5.8-1. Список навигационного оборудования.....	66
Таблица 6.1-1. Параметры СВР.....	67
Таблица 6.1-2. Параметры ССВР.....	68
Таблица 6.1-3. Параметры СУВР.....	68
Таблица 6.1-4. Параметры НСАП.....	68
Таблица 6.1-5. Максимальное ежегодное количество профилей инженерно-геофизических работ на участках работ, используемое для расчетов.....	69
Таблица 6.1-6. Расчет максимально возможного количества импульсов за 1 год на каждом участке работ.....	70
Таблица 6.1-7. Параметры инженерно-геологического бурения до 150 м.....	71
Таблица 6.1-8. Параметры инженерно-геологического бурения более 150 м.....	71

Перечень рисунков

Рисунок 1.1-1. Расположение планируемых участков работ	9
Рисунок 2.2-1. Комплекс внутрискважинного зондирования Wison-APB	22
Рисунок 2.2-3. Установка статического зондирования Deep Water Roson 75/100kN	24
Рисунок 2.2-3. Общие буровые операции на судне	26
Рисунок 2.2-4. Пример упаковки образцов керна	26
Рисунок 4.2-1. Судно «Керн»	42
Рисунок 4.2-2. Буровое судно «Кимберлит»	45
Рисунок 4.2-3. НИС «Иван Киреев».....	43
Рисунок 5.3-1. ПИ «Bolt»	52
Рисунок 5.3-2. Конфигурация группового ПИ объемом 500 куб. дюймов.....	53
Рисунок 5.4-1. Внешний вид гидролокатора Klein 3000	54
Рисунок 5.4-2. Внешний вид комплекса МЛЭ Seabat 7125	55
Рисунок 5.5-1. Магнитометр Marine Magnetics SeaSPY и схема параллельной буксировки:.....	56
Рисунок 5.6-1. Зонд SBE 19plus V2	57
Рисунок 5.6-2. Схема АБС	58
Рисунок 5.6-3. Акустический размыкатель с обратной связью Oceano 500	59
Рисунок 5.6-4. Акустический доплеровский измеритель течений в точке (с функцией измерения давления) FSI 2D-ACM.....	59
Рисунок 5.6-5. Мультипараметрический измеритель Valeport Midas ECM Profiler .	59
Рисунок 5.6-6. Постановка АБС с акустическим доплеровским профилографом течений RDCP 600 SW	60
Рисунок 5.7-1. Гидрологический зонд SBE-19+	61
Рисунок 5.7-2. Прибор ГАНК-4(А) и ПГА-300	62
Рисунок 5.7-3. Батометры типа Нискина (слева) и типа Go Flo (справа)	64
Рисунок 5.7-4. Ковшовый дночерпатель Петерсена	64
Рисунок 5.7-5. Оборудование для гидробиологических исследований.....	65

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Район проведения работ

Экспедиционные исследования планируется выполнить на трех морских участках: в районах Земли Франца Иосифа (Баренцево море), севера Новой Земли (Карское море), Северной Земли и Северо-Карского лицензионного участка (Карское море). Схема расположения участков планируемых работ представлена на рисунке 1.1-1.



Рисунок 1.1-1. Расположение участков планируемых работ

Исследования будут проводиться только в морской акватории, выполнение работ на суше Программой не предусмотрено.

Координаты угловых точек участков исследований приведены в таблице 1.1-1.

Таблица 1.1-1. Географические координаты угловых точек участков исследований

№ точки	Координаты (WGS84)	
	Широта	Долгота
Район севера Новой Земли (Участок 1)		
1	77° 14' 50,000" С	68° 12' 37,000" В
2	77° 17' 50,000" С	68° 45' 22,000" В
3	77° 19' 45,000" С	70° 35' 0,000" В
4	76° 57' 0,000" С	72° 30' 0,000" В
5	76° 38' 0,000" С	71° 7' 0,000" В
Район Северной Земли и Северо-Карского ЛУ (Участок 2)		
1	80° 0' 0.007" N	90° 0' 17.008" E
2	80° 0' 10.405" N	83° 38' 33.137" E
3	80° 57' 0.000" N	83° 11' 0.000" E
4	81° 21' 0.000" N	84° 38' 0.000" E
5	80° 27' 17.000" N	91° 45' 22.000" E
6	80° 6' 27.000" N	94° 52' 35.000" E
По границе акватории, входящей в состав ООПТ «Североземельский»		
7	79° 42' 2.170" N	94° 54' 13.260" E
8	79° 30' 0.204" N	94° 55' 1.689" E
9	79° 10' 19.122" N	94° 56' 20.915" E
10	78° 56' 31.595" N	97° 26' 51.922" E
11	78° 36' 23.311" N	94° 58' 23.063" E
Район Земли Франца Иосифа (Участок 3)		
1	81° 5' 49,592" С	37° 7' 17,099" В
2	81° 5' 39,171" С	43° 57' 12,462" В
3	80° 40' 20,051" С	43° 49' 38,940" В
4	80° 39' 40,050" С	43° 46' 45,912" В
5	80° 34' 7,500" С	43° 44' 16,966" В
6	80° 28' 34,378" С	43° 57' 13,093" В
7	79° 53' 11,476" С	47° 4' 47,896" В
8	79° 25' 0,000" С	52° 51' 0,000" В
9	79° 21' 0,000" С	52° 41' 45,000" В
10	77° 38' 0,316" С	41° 35' 55,424" В
11	76° 40' 55,996" С	42° 55' 10,988" В
12	76° 3' 7,999" С	41° 3' 57,989" В
13	76° 9' 27,000" С	37° 59' 59,989" В
14	78° 37' 29,500" С	37° 59' 59,986" В

Площадь участка 1 составляет 3 916 км², участка 2 – 26 278 км², участка 3 – 87 859 км².

1.2 Геолого-геофизическая изученность

Первые сейсмические работы в южной части Баренцева (Печорского) моря были проведены в конце 60-х гг. Геленджикским отделением ВНИИморгео. Их целью была попытка проследить на шельфе нефтегазоносные

структуры Тимано-Печорской провинции (Шельфовые ..., 2020).

С начала 70-х до начала 90-х гг. XX в. отличался нарастающими темпами сейсморазведки и бурения, открытием новых нефтегазоносных провинций, крупных и уникальных месторождений.

В период 1979–1992 гг. МАГЭ проводит геологическую съемку шельфа, пересекает региональными профилями осадочные бассейны морей Баренцева, Карского, моря Лаптевых, изучает континентальные окраины Норвежско-Гренландского и Евразийского бассейнов Северного Ледовитого океана.

Севморнефтегеофизика (СМНГ) покрывает площадными сейсмическими работами акватории южной части Баренцева (с Печорским) и Карского морей, готовя структуры под бурение.

По результатам этих сейсморазведочных работ среднего и крупного масштаба установлены основные черты глубинного строения, оценена мощность осадочного чехла и земной коры, составлены первые региональные сейсмостратиграфические схемы осадочного разреза и тектонические карты. Кроме того, были составлены структурные карты, освещающие строение осадочного чехла, и выявлен целый ряд перспективных локальных поднятий. Всего на шельфе Баренцева и Печорского морей отработано более 320 тыс. км сейсмических профилей; в их числе доля региональных исследований достигала 25%.

Однако проведенные в этот период сейсморазведочные работы МОВ ОГТ с 24- и 48-кратным перекрытием, длиной аналогового устройства до 3000 м с источниками возбуждения малого объема не обеспечивали достаточной глубинности исследований и детальности расчленения геологического разреза, требуемых в настоящее время.

На подготовленных сейсморазведкой структурах Арктикоморнефтегазразведка (АМНГР) пробурила порядка 60 скважин, открыв 12 месторождений. В их числе 3 нефтяных (Приразломное, Варандей-море, Медыньское-море), 1 нефтегазоконденсатное (Северо-Гуляевское), 5 газоконденсатных (Штокмановское, Поморское, Ледовое, Ленинградское, Русановское), 3 газовых (Северо-Кильдинское, Мурманское, Лудловское).

Эффективность геологоразведочных работ при этом была весьма высокой: месторождения на акваториях Баренцева и Карского морей открывались первыми скважинами, а коэффициент успешности достигал значений 0,7–0,8.

С 1993 по 2003 г. — характеризовался резким спадом интенсивности геологоразведки. За эти годы МАГЭ и СМНГ на Арктическом шельфе были выполнены небольшие объемы сейсморазведочных работ на отдельных объектах. Из заметных событий этого этапа нужно отметить начало реализации программы создания государственной сети опорных геолого-геофизических профилей (АР-1, АР-2) на Баренцево-Карском шельфе, в которой участвуют «Севморгео», СМНГ и МАГЭ.

Геолого-геофизическая изученность Арктического шельфа в этот период оставалась сравнительно низкой и крайне неравномерной. Например, достигнутая к этому времени средняя плотность покрытия акваторий сейсмопрофилями по шельфу Баренцева моря составляла 0,31 км/км², Карского моря — всего 0,09 км/км².

Наибольшая плотность сейсмических наблюдений была сосредоточена в Печорском море. Северные районы Баренцева и Карского морей были изучены лишь отдельными рекогносцировочными профилями.

В Баренцевом море была пробурена 51 скважина, в Карском (включая Обскую и Тазовскую губы) — 13.

При этом скважины сосредоточены в южных областях этих морей, а в северных районах не пробурено ни одной скважины.

Начало XXI столетия ознаменовалось возобновлением региональных сейсморазведочных работ на качественно новом технологическом уровне.

В 2001 г. в Баренцевом море, вдоль границы зоны спорных экономических интересов России и Норвегии, «Севморнефтегеофизика» провела работы МОГТ с 480-канальной регистрацией. С 2002 г. МАГЭ возобновила комплексные геолого-геофизические исследования в районе Западно-Баренцевской континентальной окраины.

Важную роль в восстановлении морской геологоразведки сыграло Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра), созданное в 2003 г., которое взяло на себя организацию и финансирование региональных работ.

С 2004 по 2014 г., характеризовался существенным оживлением региональных сейсморазведочных работ МОВ ОГТ 2D в комплексе с гравимагнитными наблюдениями, проводимых на конкурсной основе по заказу Федерального агентства по недропользованию. В этот период на Арктическом шельфе России предприятиями отрасли (Морская арктическая геологоразведочная экспедиция, Севморнефтегеофизика, Дальморнефтегеофизика, Южморгеология, Севморгео) выполнены значительные объемы работ различного характера: от редких каркасных профилей до съемок по достаточно плотной сети 5 × 5 км.

На основе технологии комплексной обработки данных МОВ, МПВ и ГСЗ опорных профилей созданы модели глубинного геологического строения Баренцево-Карской (АР-1, 2, 3, 4).

Основным итогом этого этапа можно считать значительно возросшую степень сейсмической изученности акваторий на новом технологическом уровне и большое количество вновь выявленных локальных объектов.

Высокая эффективность региональных работ, с оконтуриванием структур и количественной оценкой локализованных ресурсов углеводородов, придала импульс для резкого ускорения процесса лицензирования недр. Неподдельный интерес недропользователей ознаменовался тем, что на изученные участки незамедлительно подавались заявки, и к 2014 г. большая часть перспективных площадей Арктического шельфа перешла в

распоряжение госкомпаний — ОАО «НК «Роснефть», ПАО «Газпром», которым было предоставлено право на заявочный принцип получения лицензий.

С 2014 г. на фоне постоянного уменьшения объемов государственного финансирования, подавляющая часть геологоразведочных работ на российском шельфе проводится по заказам недропользователей — владельцев лицензий — дочерних предприятий «Роснефти» и «Газпрома». Новые вызовы потребовали от морских геологоразведочных организаций обновления флота и модернизации научного оборудования, значительного расширения спектра предлагаемых услуг, внедрения инновационных технологий.

1.3 Цели и задачи Программы

Цель реализации намечаемой деятельности: комплексное изучение инженерно-геологических условий исследуемых районов, включая рельеф, геологическое строение, геоморфологические, гидрогеологические и геокриологические условия; состав, состояние и свойства донных отложений, наличие опасных геологических процессов и явлений.

Задачи намечаемой деятельности:

- характеристика инженерно-геологических условий;
- установление инженерно-геологического разреза и условий залегания грунтов, степени изменчивости условий залегания и состава грунтов;
- картографирование морского дна с высокой детальностью для построения инженерно-цифровой модели дна и батиметрических карт;
- установления в толще донных отложений мёрзлых грунтов, газогидратов, грунтов со скоплением газов и аномально высоким пластовым давлением (АВПД), залегающих в интервале от дна до глубин не менее 300 м;
- определение нормативных и расчетных характеристик показателей свойств грунта на основе лабораторных испытаний;
- выявление форм, предметов и объектов на морском дне природного и/или техногенного происхождения, которые могут служить препятствием для возможной постановки плавучих буровых установок (ПБУ);
- оценка возможности развития опасных геологических процессов, включая разжижение грунтов, для устойчивости систем ПБУ;
- определение характеристик гидрометеорологического режима и литодинамических процессов, необходимых для проектирования строительства поисково-оценочных скважин;
- выявление значительных магнитных аномалий и локализация их источников;
- инструментальное определение современного состояния компонентов природной среды;
- получение необходимых материалов для разработки планов

мероприятий по охране окружающей среды и обеспечения экологической безопасности проектов строительства поисково-оценочных скважин.

1.4 Заказчик и подрядчики

Заказчик:

ПАО «НК «Роснефть»

Адрес: 117997, г. Москва, Софийская наб., д. 26/1

Тел.: (499) 517-88-99

Директор департамента научно-технического развития и инноваций
Пашали Александр Андреевич

Разработчик:

ООО «Арктический Научный Центр»

Адрес: 119333, г. Москва, Ленинский пр-т, 55/1с2

Тел.: +7(499) 517-76-06

Генеральный директор: Болдырев Михаил Львович

Подрядчики на выполнение экспедиционных исследований будут определены по результатам закупочных процедур.

1.5 Контактная информация

Контактное лицо от Заказчика: Руководитель проекта стратиграфического бурения ООО «РН-Эксплорейшн» Колюбакин Андрей Анатольевич,
email: a_kolubakin@rn-exp.rosneft.ru

Контактное лицо от Разработчика: начальник отдела экологии и промышленной безопасности Управления инжиниринга бурения и обустройства на шельфе Воронков Владимир Борисович,
email: vbvoronkov@rn-anc.ru.

2 ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1 Состав и объемы работ

Ежегодно на всех рассматриваемых участках могут быть выполнены следующие максимальные объемы инженерно-геофизических работ:

- сейсморазведка высокого разрешения (СВР) – 4000 пог.км;
- сейсморазведка сверхвысокого разрешения (ССВР) – 8000 пог. км;
- сейсморазведка ультравысокого разрешения (СУВР) – 8000 пог. км;
- непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСАП) – 8000 пог. км;
- гидромагнитная съёмка (ГМС) – 4000 пог. км;
- батиметрическая съёмка методом промера глубин многолучевым эхолотом (МЛЭ) – 8000 пог. км;
- гидроакустическая съёмка дна гидролокатором бокового обзора (ГЛБО) – 8000 пог. км.

Также ежегодно на рассматриваемых участках могут быть выполнены следующие максимальные объемы инженерно-геотехнических работ:

- бурение инженерно-геологических скважин на глубину менее 150 м ($d < 20$ см) – 3000 пог. м;
- бурение параметрических инженерно-геологических скважин на глубину более 150 м ($d > 20$ см) – 3000 пог. м;
- пробоотбор и исследования свойств грунтов в массиве – 500 станций.

Планируемые скважины будут расположены на тех же профилях, где будут проводиться инженерно-геофизические работы. Точное количество скважин, их глубина и расположение будет ежегодно уточняться по результатам интерпретации полученных геофизических и геотехнических данных.

Решение о проведении пробоотбора или статического зондирования в конкретных точках будет приниматься непосредственно при выполнении работ на участке. По решению Заказчика в случае, если пробоотбор не даёт необходимого результата, он может быть заменён на статическое зондирование.

Ежегодно на каждом из участков могут быть выполнены инженерно-гидрометеорологические изыскания максимально на 5 станциях и инженерно-экологические изыскания максимально на 36 станциях.

Указанные объемы работ являются максимально возможными к выполнению. Фактические объемы работ будут определены по результатам обработки полученных данных, наличия перспективных объектов поиска и геологоразведочных планов Компании и будут зависеть от гидрометеорологических факторов.

Все планируемые работы будут выполняться в навигационный период в 2022 - 2026 гг.

2.2 Методы выполнения работ

2.2.1 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

2.2.1.1 Батиметрическая съемка методом промера глубин многолучевым эхолотом (МЛЭ)

Батиметрическую съёмку планируется выполнить методом промера глубин многолучевым эхолотом (МЛЭ) Seabat 7125 SV2 или аналогичным. Приемно-излучающая антенна будет установлена на поворотной штанге.

Батиметрическую съемку планируется осуществлять по сети профилей инженерно-геофизических работ.

Перед началом работ (на этапе мобилизации), после их окончания, а также после любого изменения пространственного положения штанги планируется провести калибровку МЛЭ в соответствии инструкциями изготовителя, а также IMCA S 003. Результаты калибровок предоставляются представителю Заказчика.

Для регистрации данных планируется использовать программный пакет QINSy (или аналогичный).

Для улучшения качества данных для обработки используется измерения скорости звука в водной толще.

В процессе съемки ведется регистрация данных водного столба и обратного рассеяния от поверхности дна.

По результатам работ планируется получить следующие результаты:

- цифровая модель рельефа дна (ЦМР) с размером ячейки не более 1x1 м. С точностью указания глубин, удовлетворяющей требованиям п. 6.2.2 IMCA S 003;
- карта обратного рассеяния;
- каталог обнаруженных особенностей морского дна и аномалий в водной толще с указанием их размеров, описанием типа и предположительного происхождения.

В районах работ планируется установить уровнемер-мареограф на весь период морских инженерно-геофизических работ. Запись колебаний уровня моря осуществляется с помощью соответствующего датчика, установленного на автономных буйковых станциях (АБС), фиксирующих гидрологические данные в рамках гидрометеорологических наблюдений. Давление водного столба уточняется давлением атмосферы. На весь период работ планируется рассчитать поправки в измеренные глубины за изменение уровня моря с интервалом не более 15 минут. Данные наблюдений уровнемера-мареографа в районах работ необходимо коррелировать с данными наблюдений на ближайших береговых стационарных гидрологических станциях и/или с данными космических наблюдений за изменением уровня моря.

Короткопериодные колебания уровня моря за счёт волнения и зыби необходимо компенсировать с помощью компенсатора качки, а также по

эллипсоидальным высотам, определяемым при помощи ГНСС с использованием дифференциальных коррекций.

В процессе проведения промерных работ результаты многолучевого эхолотирования периодически верифицируются показаниями судового однолучевого эхолота.

2.2.1.2 Гидроакустическая съёмка дна гидролокатором бокового обзора (ГЛБО)

Гидроакустическую съёмку дна планируется выполнять гидролокатором бокового обзора (ГЛБО) Klein 3000 или аналогичного. Выбранная методика и используемое оборудование обеспечивает способность обнаруживать объекты горизонтальным размером более 1 м.

Гидроакустическая съёмка выполняется по сети профилей инженерно-геофизических работ.

Рабочая частота, заглубление и ширина полосы обзора ГЛБО планируется выбирать с учетом максимизации разрешения, обеспечения 100% покрытия всей исследуемой площади без пробелов, точной оценки линейных размеров и высот потенциально опасных объектов на преобладающих в районе работ глубинах.

На этапе мобилизации планируется выполнить опытно-методические работы, включающие определение точности позиционирования забортного оборудования. Позиционирование забортного оборудования гидролокатора бокового обзора приоритетно осуществляется с помощью системы подводного позиционирования. По согласованию с Заказчиком позиционирование ГЛБО осуществляется по модели переменных офсетов (длина вытравленного кабеля, превышение точки буксировки над буксируемым устройством, курс судна, курс путевого угла, коэффициент провиса кабеля). Правильность выбранных соотношений подтверждается в период мобилизации. Подтверждением точности позиционирования является сравнение координат отражающего объекта (размером 1×1 м), выставленного заранее на глубинах, характерных для района проведения работ, полученных на встречных профилях широтного и меридионального направлений. Расхождение не должно превышать 5 м. По окончании опытно-методических работ тестовый объект поднимается со дна моря и вывозится из района работ.

Выбранная методика работ и используемое оборудование обеспечит разрешающую способность, предоставляющую возможность четкой идентификации особенностей морского дна.

При проведении съёмки предусматривается трос достаточной длины, дающий возможность буксировать ГЛБО над морским дном на высоте, составляющей 10-20 % от наклонной дальности гидролокатора.

В процессе работ в обязательном порядке производится набортный контроль качества получаемых данных, их первичная обработка, а также выделение и каталогизация потенциально опасных объектов с указанием координат, глубин, размеров и типов (точечный, линейный и т.п.). Для сбора

и контроля качества данных используется программный пакет SonarWiz 6 (или аналогичный).

В местах обнаружения потенциально опасных объектов на дне по требованию представителя Заказчика осуществляется дополнительная съёмка гидролокатором бокового обзора в различных направлениях и при различных настройках диапазона.

2.2.1.3 Гидромагнитная съёмка (ГМС)

С целью поиска магнитоактивных объектов и/или проводников электрического тока, которые могут представлять потенциальную опасность для постановки ПБУ, проводятся морские гидромагнитные наблюдения по общей сети профилей инженерно-геофизических работ.

Для проведения гидромагнитной съёмки планируется использовать буксируемый магнитометр SeaSPY2 производства Marine Magnetics или аналогичный.

Датчики магнитометра буксируются на высоте порядка 10-15 м (с обтеканием) над дном в таком положении, которое обеспечит минимум электромагнитных помех от судна и забортного сейсмического оборудования.

Магнитометр соединён кабель-тросом с устройством приема, управления и записи информации, находящемся на судне.

Проверка и тестирование оборудования измерительного магнитометрического комплекса проводится до его установки, после полного монтажа и непосредственно в море на контрольном профиле.

На этапе мобилизации планируется выполнить опытно-методические работы и калибровку магнитометрического комплекса. Для этого проводится съёмка по серии профилей в различных направлениях и на различных удалениях от предварительно затопленного тестового объекта (металлической болванки значительной массы). По окончании опытно-методических работ тестовый объект поднимается со дна моря и вывозится из района работ.

Для учета длиннопериодных вариаций магнитного поля Земли на весь период проведения работ устанавливается буйковая магнитовариационная станция (МВС) Sentinel производства Marine Magnetics или аналогичная по своим характеристикам. Вместо МВС может быть использован продольный горизонтальный градиентометр. Удаление МВС от района работ должно быть не более 5 км.

Для позиционирования датчиков магнитометра используется система подводного позиционирования.

В ходе наблюдений одновременно регистрируются напряженность поля вместе с вычисленными отклонениями, глубина датчика, дата и время получения данных.

Цифровые записи измерений магнитного поля вдоль каждого профиля записываются на электронный носитель в форме ASCII файлов.

До конца полевых наблюдений проводится предварительная обработка и первичная интерпретация данных гидромагнитной съёмки. В случае обнаружения потенциально опасных объектов может быть выполнено сгущение съёмочной сети с целью подтверждения выявленных аномалий. Объём сгущения согласуется с представителем Заказчика на борту судна.

Перед началом морских работ Заказчику предоставляются результаты проверок магнитометров и определение его характеристик, выполненных в сертифицированной лаборатории. Тестирование магнитометрической аппаратуры выполняется при каждой стоянке в порту у причала, перед началом съёмки и по её окончании.

2.2.1.4 Непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСАП)

Непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСАП) используется, главным образом, для изучения верхней части геологического разреза, сложенного осадочными рыхлыми или слабо литифицированными породами.

НСАП выполняется по сети профилей инженерно-геофизических работ.

При проведении непрерывного сейсмоакустического профилирования используется многоканальный и одноканальный приём и промежуточная область частот (0,1-10 кГц). В зависимости от требуемой глубины изучения и детальности разреза применяются различные технические варианты НСАП, различающиеся по способам излучения, энергии и технике буксирования излучателей и приемных устройств.

Источники излучения могут буксироваться с заглублением от 1 до 5 м в зависимости от осадки судна.

Для проведения НСАП планируется использовать узколучевой параметрический профилограф Innomar SES2000 light или аналогичный.

Ожидаемая разрешающая способность составит не хуже 0,5 м с глубиной проникновения до 30-40 м в зависимости от геологического строения разреза.

Профилограф буксируется с использованием системы подводного позиционирования.

2.2.1.5 Сейсморазведка ультравысокого разрешения (СУВР)

Для изучения разреза на глубину не менее 25-50 метров приоритетным методом является сейсморазведка ультравысокого разрешения с источником типа Спаркер в режиме заглубленной буксировки.

СУВР выполняется по сети профилей инженерно-геофизических работ.

Для СУВР используется сейсмический комплекс Geo Marine Survey Systems, состоящий из системы возбуждения электроискрового излучателя GEO-SOURCE 400 (или аналогичной), источника энергии GEO-SPARK 2000 x (или аналогичного), 24-канальной сейсмокоды Geo-Sense 24-channel streamer (или аналогичной) и системы регистрации и сбора данных.

Энергия электроискрового излучателя должна быть не менее 2 кДж. Расстояние между точками возбуждения составит от 2 - 3,125 м. Возможно возбуждение по временным интервалам через 1 с. Данный параметр определяется в процессе опытно-методических работ.

Длина активной части сейсмокосы составит 75 метров, количество каналов 24 штуки, расстояние между центрами групп 3,125 метров.

Буксировка излучателя и приёмной косы – заглубленная (глубина буксировки 25-50 метров) и осуществляется при средней скорости судна в 3,5 - 4,5 узла.

Для позиционирования приёмной косы планируется использовать систему подводного позиционирования.

В процессе работ производится набортный контроль качества получаемых данных и их предварительная обработка.

2.2.1.6 Сейсморазведка сверхвысокого разрешения (ССВР)

Сейсморазведка сверхвысокого разрешения выполняется методом отраженных волн в модификации общей средней точки (МОВ-ОСТ) совместно с другими методами съёмки по общей сети профилей, а глубина изучения геологического разреза составляет не менее 300 м (ниже уровня дна).

ССВР выполняется по сети профилей инженерно-геофизических работ.

Для проведения ССВР используется сейсмический комплекс Geo Marine Survey Systems, состоящий из системы возбуждения электроискрового излучателя GEO-SOURCE 800 (или аналогичной), источника энергии Geo-Spark 6 kJ (или аналогичного), 96-канальной сейсмокосы Geo-Sense 96-channel streamer (или аналогичной) и системы регистрации и сбора данных.

Подбор оптимального заглубления осуществляется на этапе тестирования системы перед началом работ.

Для позиционирования приёмной косы используется система подводного позиционирования и/или хвостовой буй.

В процессе работ проводится контроль качества получаемых данных и их первичная обработка.

2.2.1.7 Сейсморазведка высокого разрешения (СВР)

Целью получения сейсмических данных высокого разрешения является обнаружение и оконтуривание аномальных зон, литологических и структурных осложнений, которые могут оказать значительное влияние на процесс бурения.

Сейсморазведка высокого разрешения выполняется с помощью метода отраженных волн в модификации общей средней точки (МОВ-ОСТ).

СВР выполняется по сети профилей инженерно-геофизических работ.

Для проведения работ с целью обеспечения глубинности исследования до 800 м планируется использовать групповой пневмоисточник (ПИ) типа Volt

(или аналогичный) объемом 500 куб. дюймов и многоканальную телеметрическую систему сбора сейсмоакустических данных «XZone Bottom Fish» с 192-я активными каналами (или аналогичную).

Подбор оптимального заглубления осуществляется на этапе опытно-методических работ.

В процессе работ производится контроль качества получаемых данных согласно требованиям Технического задания.

2.2.2 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

2.2.2.1 *Пробоотбор лёгкими техническими средствами*

Для отбора донных проб, планируется использовать пробоотборники вибрационного / виброударного и гравитационного / поршневого / гидростатического действия, которые способны проникать в морское дно на глубину не менее 9 метров.

Пробоотбор выполняется с помощью гравитационно-поршневого пробоотборника GEO Piston Corer голландской компании GEO Marine или аналогичного. Внутренний диаметр керноприемной части 113 мм, диаметр тонкостенного (2 мм) вкладыша 110 мм, таким образом, диаметр получаемого керна составит 106 мм, что полностью удовлетворяет требованиям ГОСТ и ASTM. Длина керноприемной части будет не менее 12 м.

В качестве альтернативного метода отбора проб, планируется использовать вибрационный пробоотборник GEO Vibro Corer с теми же параметрами керноприемной части, или аналогичный.

Тип пробоотборника и методы отбора проб выбираются в зависимости от конкретных условий с учетом:

- минимизации нарушения структуры грунта;
- получения проб в необходимом количестве и достаточном объеме (размерах) для выполнения лабораторных тестов;
- обеспечения высокой производительности Работ.

Для проверки рабочего состояния донного оборудования, пробоотборники необходимо опробовать в порту во время мобилизации (после получения соответствующего разрешения от портовых властей), а также в районе работ перед их началом.

Положение пробоотборника в момент его проникновения в морское дно записывается с помощью системы подводного позиционирования, когда приемоответчик находится на пробоотборнике или непосредственно над ним. Одновременно с этим регистрируется положение судна.

Общее количество попыток на каждой станции пробоотбора - не более 3. Если после 3-х попыток не отобрана проба необходимой длины, работы на станции прекращаются. Количество попыток пробоотбора на станции может быть изменено уполномоченным представителем Заказчика на борту непосредственно на станции пробоотбора. Причины изменения количества

попыток пробоотбора должны быть отражены в ежедневном отчете.

Отклонение фактического местоположения станции пробоотбора от проектного не должно превышать 5 м.

2.2.2.2 Исследования свойств грунтов в массиве

Исследования грунтов в массиве планируется вести методом статического зондирования (СРТ) двумя способами.

Для исследования грунтов на максимально возможную глубину применяется внутрискважинное статическое зондирование, совмещенное с процессом бурения инженерно-геологических скважин.

Для исследования грунтов самой верхней части разреза применяется статическое зондирование донной установкой.

Статическое зондирование на шельфе осуществляют в соответствии с ГОСТ 19912-2012 «Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием» (взамен ГОСТ 19912-2001) или ASTM D3441.

Внутрискважинное СРТ

Испытания проводятся пьезоконусным пенетрометром (РСРТ) с помощью комплекса внутрискважинного зондирования Wison-APB компании A.P. Van der Berg (или аналогичным). Возможная глубина моря составляет 550 м. Максимальное усилие надавливания, создаваемое установкой, 150 кН.

Комплекс внутрискважинного зондирования Wison-APB (рис. 2.2-1) представляет собой цилиндр с гидравлической системой (рабочее давление до 35 МПа), в который установлена штанга для статического зондирования (длиной 3 м) с конусом на конце или пробоотборник (длиной до 1,5 м).



Рисунок 2.2-1. Комплекс внутрискважинного зондирования Wison-APB

Цилиндр и штанга с конусным наконечником опускаются в скважину внутри

буровой трубы с борта судна с помощью тяговой лебедки, на необходимой глубине с помощью гидравлических зажимов цилиндр фиксируется в стволе скважины и начинается задавливание конуса площадью 10 см^2 на необходимую глубину со скоростью 2 см/сек . По достижению необходимой глубины пенетрации, зондирование прекращается, и комплекс поднимается на борт. После чего бурение продолжается до следующей заданной глубины, на которой процедура зондирования может быть повторена. В случае невозможности достижения необходимой глубины пенетрации из-за сильного лобового сопротивления, большого угла наклона датчика и т.д. комплекс будет подниматься и далее этот интервал будет пройден бурением.

Регистрация и контроль результатов статического зондирования будет происходить в режиме реального времени, данные будут передаваться через электрический кабель, опускаемый с помощью второй лебедки. В процессе опыта будут измеряться три основных параметра:

- Сопротивление острию конуса (q_c);
- Боковое трение (f_s);
- Поровое давление воды (u).

Также в случае специального требования могут быть измерены температура грунтов, скорость прохождения акустических волн и удельное электрическое сопротивление грунтов.

Датчики измерений калибруются до начала и после окончания всех испытаний. Базовые показания всех каналов измерения записываются в начале и конце каждого зондирования.

Статическое зондирование донной установкой СРТ

Испытания проводятся пьезоконусным пенетрометром (РСРТ) с помощью донной установки статического зондирования Deep water Roson 75/100kN компании A.P. Van der Berg (или аналогичной) (рис. 2.2-3). Возможная глубина моря составляет до 4000 м. Максимальное усилие задавливания создаваемое установкой 100 кН. Площадь основания конуса составляет 10 см^2 . В отдельных случаях при превышении предельных нагрузок при использовании конуса 10 см^2 , по согласованию с Заказчиком, возможно применение конуса площадью 5 см^2 .



Рисунок 2.2-2. Установка статического зондирования Deep Water Roson 75/100kN

Установка опускается с борта судна, после погружения СРТ в воду спуск приостанавливается, и производится запись офсетов датчиков СРТ. Такая же процедура производится на высоте 5 метров от дна перед постановкой аппарата.

После постановки аппарата на дно будет оценен угол наклона установки – он не должен был превышать 7° . В случае превышения этого значения СРТ необходимо приподнять на несколько метров и предпринять вторую попытку установки. Если три попытки окажутся неудачными, то следует переместить судно на 5 м от заданной точки и предпринять новые попытки установить СРТ.

После установки комплекса СРТ с конусом площадью 10 см^2 начинается зондирование со скоростью 2 см/сек. По достижению необходимой глубины пенетрации (интервала бурения), зондирование прекращается, и аппарат поднимается на борт.

В случае невозможности достижения необходимой глубины пенетрации из-за сильного лобового сопротивления, большого угла наклона датчика и т.д. аппарат будет приподниматься на 20 – 30 м от дна и судно будет смещено на 5 м от заданной точки, после чего будут предприняты новые попытки тестирования. Если три попытки тестирования не дадут требуемого результата, то тестирование на этой станции будет производиться с датчиком 5 см^2 . В случае повторной неудачной попытки тестирование на данной точке будет прекращено.

Для интерпретации берутся данные наилучшей попытки. Регистрация и контроль результатов статического зондирования происходит в режиме реального времени. В процессе работ измеряются три основных параметра:

- Сопротивление острию конуса (q_c);
- Боковое трение (f_s);

- Поровое давление воды (u).

А также в случае специального требования Заказчика измеряются температура грунтов, скорость прохождения акустических волн и удельное электрическое сопротивление грунтов.

После окончания испытания датчики измерений повторно калибруются. Базовые показания всех каналов измерения записываются в начале и конце каждого зондирования.

По специальному заданию Заказчика установка дополняется донным пробоотборником с длиной пробоотборной части до 3 м.

2.2.2.3 Бурение инженерно-геологических скважин на глубину менее 150 м

Основная цель бурения - получение сведений о строении грунтового разреза, составе и свойствах грунтов.

Бурение инженерно-геологических скважин глубиной до 150 м планируется выполнить с борта специализированного бурового судна. Бурение будет вестись палубной буровой установкой судна.

Бурение палубной буровой установкой выполняется конечным диаметром инструмента не менее 108 мм. Таким образом, получаемый керн будет не менее 100 мм в диаметре.

При проходке скальных и полускальных пород, а также связных грунтов твердой и полутвердой консистенции применяется промывка морской водой. Промывка раствором бентонита возможна только в исключительных случаях при проходке несвязных грубообломочных грунтов там, где невозможно применение обсадки.

После достижения проектной глубины, весь задействованный инструмент извлекается из скважины.

Скважина считается законченной по достижению проектной глубины или/либо с согласия Заказчика в случае досрочного достижения своего целевого назначения.

После извлечения обсадной колонны выбуренное пространство будет быстро заполняться осадками вследствие частичного оплывания стенки скважины и поступления в нее осадков с поверхности дна за счет донного перемещения наносов действующими приливно-отливными придонными течениями. В результате этих процессов происходит самоликвидация пустого пространства скважины.

Отбор проб грунта при инженерно-геологическом бурении

В процессе пробоотбора выполняются следующие задачи:

- Обеспечение минимального нарушения структуры грунта;
- Получения достаточного количества проб для точной оценки литологического строения разреза;
- Получения пробы размера, достаточного для определения прочностных характеристик;

- Обеспечения высокой производительности работ.



Рисунок 2.2-3. Общие буровые операции на судне



Рисунок 2.2-4. Пример упаковки образцов керна

Тонкостенный пробоотборник с диаметром 108 мм будет использоваться для мягких связных грунтов и толстостенный пробоотборник диаметром 108 мм - для плотных связных и несвязных грунтов. Пробоотборники вдавливаются в грунт из забоя скважины с помощью гидравлической системы. Данные методы обеспечат получение проб высокого качества.

Поднятый керн извлекается из пробоотборников гидравлическим экструдером, после чего он документируется. В случае достижения скважиной многолетнемерзлых пород, образцы отбираются обуревающим грунтоносом. Хранение этих образцов осуществляется в специальных холодильниках при температуре близкой к температуре естественного залегания. Процесс документации включает в себя:

- Фотографирование;
- Описание;
- Проведение полевых тестов;
- Измерение температуры для мерзлых грунтов;
- Отбор и упаковку проб.

2.2.2.4 Бурение параметрических инженерно-геологических скважин на глубину более 150 м

Бурение глубоких инженерно-геологических скважин выполняется с борта специализированного бурового судна палубной буровой установкой с использованием донной рамы и двойного набора колонковых труб.

Отбор проб по дисперсным грунтам проводится с использованием

задавливаемых пробоотборников (Shelby), обеспечивающих диаметр керна не менее 100 мм. В основном, предполагается использование пробоотборников с толщиной стенки около 3,0 мм (medium wall). Помимо этого, в составе бурового инструмента будет присутствовать достаточное количество пробоотборников с толщиной стенки около 1,5 мм (thin wall) и около 5,0 мм (thick wall).

Отбор проб скального керна производится с помощью двойных колонковых труб с использованием снаряда со сменным керноприемником (ССК).

При проходке скальных и полускальных пород, а также связных грунтов твердой и полутвердой консистенции применяется промывка морской водой. Промывка раствором бентонита возможна только в исключительных случаях при проходке несвязных грубообломочных грунтов там, где невозможно применение обсадки.

После достижения проектной глубины, весь задействованный инструмент извлекается из скважины.

Скважина считается законченной по достижению проектной глубины или/либо с согласия Заказчика в случае досрочного достижения своего целевого назначения.

После завершения бурения инженерно-геологических скважин (глубиной более 150 м и $d > 200$ мм) и выполнения полевых тестов осуществляется ликвидация скважины путем закачки тампонажного материала на всю длину пробуренного интервала с выходом его на поверхность.

Для этого на борту бурового судна будет готовиться тампонажный раствор. Объем раствора будет определяться исходя из глубины пробуренных скважин и их внешнего диаметра.

В скальных и крепких породах для ликвидации скважин применяют цементно-песчаную смесь. В верхних несвязных грунтах используют цементно-глинистую смесь (тот же цемент + глинистый порошок). Таким образом, никаких химических реагентов не используется.

Тампонирующее осуществляется подачей тампонажного раствора через буровую колонну с одновременным подъемом бурового инструмента.

После завершения ликвидации скважины составляется акт, который подписывают руководитель буровых работ подрядчика и представитель Заказчика.

Поднятый керн извлекается из пробоотборников гидравлическим экструдером, после чего он документируется. В случае достижения скважиной многолетнемерзлых пород, образцы отбираются обуревающим грунтоносом. Хранение этих образцов осуществляется в специальных холодильниках при температуре близкой к температуре естественного залегания. Процесс документации включает в себя:

- Фотографирование;
- Описание;
- Проведение полевых тестов;

- Измерение температуры для мерзлых грунтов;
- Отбор и упаковку проб.

2.2.3 ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

Состав и объемы работ определяются на основании требований СП 11-103-97, СП 11-114-2004 и утвержденной Заказчиком Программы работ, которая будет включать необходимые к выполнению виды исследований. Наблюдения за элементами гидрологического режима необходимо проводить не менее 30 дней на каждой точке постановки АБС, метеорологические – в течение всего срока пребывания исследовательских судов в районе работ.

В рамках инженерно-гидрометеорологических изысканий проводятся натурные измерения гидрометеорологических параметров, обработка, анализ и обобщение данных наблюдений как фондовых, так и собранных в ходе реализации данного проекта для определения оперативных и экстремальных характеристик.

Требования к содержанию работ:

- Сбор и анализ фондовых материалов и результатов изысканий прошлых лет;
- Наблюдения за параметрами метеорологического режима.
- Определение расчетных характеристик гидрометеорологического режима на основе расчетов и моделирования, а также результатов обработки данных наблюдений;

В составе метеорологических наблюдений измеряются:

- температура воздуха;
- влажность воздуха;
- атмосферное давление;
- направление и скорость ветра;
- атмосферные явления и обледенение.

Наблюдения выполняются в течение всего срока выполнения гидрометеорологических изысканий при помощи автоматической метеорологической станции, установленной на судне и автономным гидрометеорологическим буюм.

В составе гидрологических наблюдений проводятся измерения:

- уровня моря;
- скорости и направления течений;
- параметров волнения;
- температуры и солености морской воды.

Достичь репрезентативности наблюдений предполагается рациональным размещением автономных буйковых станций (АБС) на акваториях рассматриваемых районов, использованием современного высокоточного оборудования и соблюдением методики наблюдений согласно СП 11-114-2004, ГОСТ 18458-84, РД 52.04.316-92.

АБС включает в себя измерительные комплексы для получения придонных скоростей течений, температуры и электропроводности воды, скоростей течений на стандартных горизонтах, исходя из глубины моря в точке постановки и в приповерхностном слое дополнительно - параметров волнения, уровня моря.

В ходе работ в районе постановки АБС с борта судна проводится зондирования водной толщи.

Общим предметом литодинамических работ является изучение литолого-геоморфологических условий; динамики наносов; динамики рельефа дна и берегов; воздействия на дно ледяных образований. Выполнение литолого-геоморфологических работ осуществляется на основе материалов инженерно-геологических работ (включая применение инженерно-геофизических методов исследования поверхности морского дна и верхнего слоя разреза донных отложений).

Выполнение литодинамических работ должно обеспечить получение сведений, достаточных для:

- общей оценки интенсивности литодинамических процессов;
- литодинамического районирования;
- расчета характеристик динамики наносов;
- прогноза возможных изменений рельефа дна и берегов;
- прогноза величин экзарации дна ледяными образованиями.

2.2.4 ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

В соответствии с СП 11-102-97, инженерно-экологические изыскания для строительства выполняются для оценки современного состояния и прогноза возможных изменений окружающей природной среды под влиянием антропогенной нагрузки с целью предотвращения, минимизации или ликвидации вредных и нежелательных экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий.

В рамках инженерно-экологических изысканий проводится сбор, обработка и анализ опубликованных и фондовых материалов и данных о состоянии природной среды.

Необходимость проведения инженерно-экологических работ на каждом конкретном ЛУ и сроки проведения будут определены на основании планов ГРП Компании.

В состав инженерно-экологических изысканий входят:

- океанографические исследования;
- исследования загрязненности воздушной среды;
- гидрохимические исследования качества морской воды;
- исследования загрязнения донных отложений;
- гидробиологические исследования;
- ихтиологические наблюдения;
- судовые наблюдения за млекопитающими и птицами.

2.2.4.1 Океанографические исследования

На каждой станции определяются вертикальные профили водной толщи от поверхности до дна по следующим показателям: температура; соленость; мутность. Проводятся измерения прозрачности воды, визуальные наблюдения (регистрация плавающих масляных пленок, зон повышенной мутности воды, пены и т.д.), измерение скорости и направления течений.

2.2.4.2 Исследования загрязненности воздушной среды

На каждой станции выполняются определения содержания в воздухе диоксида азота, диоксида серы, оксида углерода, взвешенных веществ и нефтяных углеводородов с помощью газоанализатора типа ГАНК-4, ПГА-300 или аналогичных.

В ходе исследований фиксируется скорость и направление ветра, метеорологические показатели (состояние погоды, осадки и пр.).

2.2.4.3 Гидрохимические исследования

Отбор проб воды производится на каждой станции из 3-х горизонтов (поверхностного, пикноклина, придонный слой).

Перечень определяемых в морской воде показателей: запах, цветность, водородный показатель (рН), сероводород, растворенный кислород (% насыщения), БПК₅, фосфор фосфатный, аммонийный азот, азот нитритный, азот нитратный, взвешенные вещества, радионуклиды.

2.2.4.4 Исследования загрязненности вод

Отбор проб воды для определения загрязняющих веществ проводится на каждой станции с тех же горизонтов, что и отбор проб для определения гидрохимических показателей.

Перечень определяемых в морской воде показателей: фенолы, нефтяные углеводороды, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), полихлорированные бифенилы (ПХБ), металлы (Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn, Hg) и мышьяк.

2.2.4.5 Исследования загрязненности донных отложений

Отбор проб донных отложений производится на каждой станции в трех повторностях.

Перечень определяемых в донных отложениях показателей: запах, консистенция, тип, включения, влажность, водородный показатель (рН), органический углерод, гранулометрический состав, нефтяные углеводороды, ПХБ, металлы (Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn, Hg) и мышьяк, радионуклиды (^{226}Ra , ^{40}K , ^{232}Th , ^{137}Cs , ^{90}Sr).

2.2.4.6 Гидробиологические исследования

Исследования выполняются на каждой станции. Точки отбора проб на определение гидробиологических показателей совмещаются во времени и пространстве с точками отбора проб на определение гидрохимических

показателей.

На каждой станции выполняются:

1. Определение содержания хлорофилла А.
2. Бактериопланктон (общая численность и биомасса). Отбор проб на определение микробиологических показателей производится батометром из трех горизонтов (поверхностного, пикноклина, придонный).
3. Фитопланктон (количественные и качественные показатели, фотосинтетические пигменты фитопланктона, первичная продукция). Отбор проб производится батометром из трех горизонтов (поверхностного, пикноклина, придонного).
4. Зоопланктон (видовой состав, общая численность и биомасса (экз./м³ и г/м³), численность и биомасса основных систематических групп и видов (экз./м³ и г/м³), площадное распределение количественных показателей. Отбор проб зоопланктона производится методом тотального облова вертикально от дна до поверхности с использованием планктонных сетей (типа Джели или аналогичных).
5. Зообентос (видовой состав; численность и биомасса каждого вида (экз./м³ и г/м³), каждой таксономической группы, общая численность и биомасса (экз./м³ и г/м³), площадное распределение качественных показателей, характеристики донных сообществ). Отбор проб зообентоса производится с помощью дночерпателя Ван-Вина в трехкратной повторности на каждую станцию. Положение станций отбора проб совпадает с положением станций отбора донных отложений.

2.2.4.7 Ихтиологические исследования

Выполняются исследования ихтиопланктона на каждой станции. Отбор проб осуществляется с борта судна ихтиопланктонной сетью (типа ИКС-80) тотальным обловом. Дополнительные горизонтальные ловы ихтиопланктона производятся на станции в течение 10 мин. при циркуляции судна.

Исследования состояния ихтиофауны и промысла рыб проводятся по многолетним данным на основе предоставленных фондовых материалов от профильной рыбохозяйственной организации.

2.2.4.8 Наблюдения за птицами и морскими млекопитающими

Наблюдения осуществляются во время экспедиции на станциях и по маршрутам (не менее 8 часов в сутки) и включают:

- визуальную оценку видового состава и численности;
- анализ распределения.

Для определения видового состава орнитофауны и териофауны используются специальные определители и соответствующие методические указания. Осуществляется фотографирование отдельных видов птиц и млекопитающих, птичьих базаров, гнездовых участков, скоплений, лежбищ и пр.

2.2.4.9 Камеральная обработка материалов и составление отчетной документации

По завершению экспедиционных работ выполняется камеральная и лабораторная обработка материалов и составление отчетной документации, включая:

- лабораторные химико-аналитические исследования в специализированных российских лабораториях, прошедших государственную аккредитацию и получившие соответствующий сертификат;
- обработку, анализ и интерпретацию материалов исследований, выполненных на этапе экспедиционных работ;
- оценку текущего фонового уровня загрязнения акватории;
- подготовку отчетной документации.

Лабораторные химико-аналитические исследования выполняются с использованием средств измерений, входящих в Государственный реестр средств измерений, унифицированными методиками, прошедшими аттестацию по ГОСТ Р 8.563, подтвержденными сертификатом и внесенными в Федеральный реестр (перечень) методик.

Результаты лабораторных исследований оформляются соответствующими протоколами количественного химического анализа (КХА) и т.п.

Точность измерения химических показателей должна удовлетворять требованию сопоставления полученных значений с ПДК, регламентируемыми нормативными документами.

Техника пробоотбора и пробоподготовки, материалы емкостей для отбора и хранения проб, методы консервации (химическая, термическая) должны соответствовать ГОСТам РФ, ISO, а также МВИ лабораторий.

Определение показателей, относящихся к «анализам первого дня», должно выполняться в судовой лаборатории в соответствии с ГОСТами и РД.

Предложения по производственному экологическому мониторингу должны содержать виды мониторинга, перечень наблюдаемых параметров и расположение пунктов наблюдения в пространстве, методику проведения всех видов наблюдений, частоту, временной режим и продолжительность наблюдений и нормативно-техническое обеспечение наблюдений.

2.3 Организация работ

Исполнитель экспедиционных исследований будет постоянно контролировать и координировать процесс подготовки и проведения работ подрядными организациями, включая следующие основные этапы:

- Подготовка и мобилизация технических средств;
- Проведение полевых работ;
- Полевая обработка данных;
- Демобилизация технических средств;
- Лабораторная обработка полученных данных и написание отчетов.

ПАО «НК «Роснефть» осуществляет руководство проектом через группу руководства проектом (ГРП), включающую менеджера проекта, руководителя полевых работ и профильных специалистов-инженеров. Каждая компания – участник работ имеет в рамках проекта координатора работ и ответственного исполнителя, которые отвечают за свой участок и объем работы. На каждом исследовательском судне имеется представитель ГРП, осуществляющий общее руководство работами, координацию с другими группами, ответственными исполнителями от других компаний.

2.3.1 МОБИЛИЗАЦИЯ

Перед началом работ Подрядчик по выполнению экспедиционных исследований подготовит Проект работ, включающий План охраны труда, здоровья и защиты окружающей среды (ПБОТОС) и оценку рисков.

Мобилизация судов и персонала будет производиться в порту, определяемом Подрядчиком работ. В порту мобилизации на суда будет доставлен полевой персонал, осуществлена бункеровка топливом, пресной водой и продуктами.

Дополнительное снаряжение и оборудование, необходимое для проведения работ, будет завезено в порт мобилизации и установлено на соответствующих судах. В порту оборудование будет смонтировано, проверено и испытано в условиях нахождения судов у причальной стенки.

В ходе подготовки оборудования на судах будет находиться достаточный для проведения мобилизационных мероприятий экипаж. На момент выхода из порта мобилизации на судах будет полный экипаж. Полный экипаж включает в себя: судовой экипаж, научный и инженерный персонал, представителей Заказчика (супервайзеров).

Перед отходом судов в район проведения экспедиционных исследований будут проведены:

- тестовые проверки и калибровки основного оборудования;
- проверки работоспособности вспомогательного оборудования;
- выполнение нагрузочного теста всего спускоподъемного оборудования и такелажа;
- оценка точности основной и дублирующей глобальных навигационных систем.

В период мобилизации будет произведен переход судов из порта мобилизации в район работ. Переход будет совершаться с учетом требований «Правил плавания в акватории Северного морского пути» (ПП от 18 сентября 2020 года № 1487).

Стадия мобилизации закончится перед началом работ на лицензионных участках с составлением соответствующего акта.

Для выполнения Программы проведения экспедиционных исследований на каждом участке работ будут задействованы экипажи судов и высококвалифицированные специалисты в составе экспедиции.

2.3.2 ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ

2.3.2.1 Вывод и удержание судна в точке

На судах будет установлена основная и дополнительная система позиционирования с обеспечением получения для них дифференциальных поправок. Помимо этого, будет установлена система акустического подводного позиционирования, которой будет достаточно для выполнения всех намеченных работ.

Навигация судов будет осуществляться при помощи компьютерной системы навигации, позволяющей:

- одновременно определять и демонстрировать позицию всех набортных и забортовых устройств, применяемых для выполнения экспедиционных исследований;
- в реальном времени определять и демонстрировать погрешность местоопределения судна и систем позиционирования устройств и оценивать качество и достоверность работы космических навигационных систем;
- проводить навигацию судна по заданным профилям с определением и демонстрацией отклонений;
- выдавать навигационные метки и сигналы на излучатели и регистрирующие устройства.

Перед началом полевых работ все навигационное оборудование будет откалибровано и верифицировано в соответствии с надлежащими процедурами. Перед началом полевых работы офсеты всех геофизических и навигационных устройств будут измерены и верифицированы. Будут определены поправки в показаниях гирокомпасов, датчиков движений и других датчиков, и их значения будут введены в интегрированную компьютерную систему навигации и сбора данных перед началом работ в порту.

2.3.2.2 Технология буровых работ

Буровые работы будут проводиться следующим образом:

Бурение инженерно-геологических скважин на глубину менее 150 м

С бурового судна, после вывода его на точку бурения, опускается водоотделяющая колонна диаметром 168 мм. Под собственным весом и при помощи вращателя колонна будет заглублена в грунт на 1-3 м в зависимости от типа грунта. В процессе бурения, в случае наличия в верхней части разреза слабых грунтов колонна может быть посажена и на большую глубину.

Бурение производится одинарными колонковыми трубами диаметром 108-127 мм. Частота вращения будет выбираться в зависимости от конкретного разреза с тем, чтобы обеспечить максимальную сохранность керна. Давление на забой будет регулироваться применением утяжеленных буровых труб (УБТ).

Для отбора образцов в пластичных грунтах и несвязных грунтах будут

применяться задавливаемые грунтоносы типа Shelby или аналогичные, в твердых и полутвердых глинистых грунтах, в мерзлых грунтах и полускальных грунтах обуревающие грунтоносы. Для подъема керна скальных грунтов будет применяться кернорватель.

Бурение инженерно-геологических скважин на глубину более 150 м

Буровые работы выполняются с бурового судна с использованием 10 т донной рамы. Бурение ведется колонковым способом с использованием набора двойных колонковых труб. Диаметр инструмента будет выбираться таким образом, чтобы бурение в рыхлых грунтах велось инструментом с диаметром не менее 108 мм, а в скальных грунтах инструментом с диаметром не менее 76 мм. Максимальный начальный диаметр при этом может составить 305 мм. Максимально возможная глубина для параметрических инженерно-геологических скважин может составить до 300 м.

Двойная колонковая труба представляет собой инструмент, целью использования которого является увеличение показателя выхода керна при бурении, а также для улучшения показателя его сохранности. Применение двойных колонковых труб позволит увеличить показатель проходки, для чего будут использоваться снаряды со съемным керноприемником (ССК). Возможность извлечения внутренней трубы без подъема труб позволяет кроме увеличения выхода керна значительно повысить производительность бурения.

При бурении в монолитных породах со средним показателем твердости, а также для работы в твердых трещиноватых породах будет применен набор труб с подвижной внутренней трубой, который будет предотвращать самозаклинивание. Благодаря создаваемому восходящему потоку промывочного раствора, керн гораздо эффективнее входит в принимающую трубу. Будет использован буровой инструмент "TECSO S.A.", колонковые наборы ССК (W-L) диаметром от 46 до 76 мм.

При бурении рыхлых и разрушенных твердых пород, а также на участках переслаивания пород с различными показателями твердости, будет применяться двойной колонковый снаряд типа ДКСВ 89/108.

2.3.2.3 Технология скважинных исследований и пробоотбора

Отбор образцов производится в количестве, достаточном для статистической обработки каждой литологической разновидности, с шагом, определяемом в соответствии с СП 11-105-97 часть I и часть IV, СП 11114-2004, ГОСТ 20522-2012. Опробованию подлежат наиболее ненарушенные (в идеале природного сложения) и представительные интервалы извлеченного керна.

После того, как керн окажется на палубе, геолог записывает в журнал глубины отбора образцов, описание грунта, делает фотодокументацию. Далее рабочий персонала отрезает от керна отрезок 10 см для исследования на судне, геолог незамедлительно отбирает образец грунта в бокс для определения естественной влажности. Далее персонал

упаковывает монолит согласно нормативным документам, геолог составляет и наклеивает с помощью скотча этикетки и указывает ориентировку монолита (стрелочка снизу-вверх), пишет сверху и снизу маркером глубину отбора.

В журнал геолог вносит следующие сведения:

- Наименование организации, наименование объекта;
- Дата;
- Номер скважины;
- Местоположение скважины;
- Абсолютная отметка устья скважины;
- Глубины отбора образцов;
- Описание грунтов;
- Номер фото.

Этикетки должны содержать следующие пункты:

- Наименование организации, наименование объекта;
- Дата;
- Номер скважины;
- Глубины отбора образцов;
- Наименование грунтов.

После того, как все монолиты герметично запакованы, персонал складывает их в деревянные ящики, засыпает опилками, ящик закрывают, геолог составляет ведомость образцов, персонал относит закрытые ящики во временное кернохранилище. Позже геолог готовит ящики с керном для отправки в береговую лабораторию.

Отбор проб нарушенного сложения и монолитов, их доставка в береговую лабораторию для дальнейшего анализа либо хранения осуществляются согласно ГОСТ 12071-2014 «Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов» и ASTM D4220 и D3213.

Обращение с керном на судне

Отобранные монолиты для передачи в береговую лабораторию будут храниться в помещении, предназначенном для хранения образцов в вертикальном положении согласно ASTM D4220, либо в горизонтальном положении, сложенными в деревянные ящики, засыпанные опилками. Образцы мёрзлых грунтов будут храниться также в ящиках, заполненных опилками, в камере с отрицательной температурой.

Для анализа грунтов в судовой лаборатории будут отбираться 10-20 см образцы с каждого метра керна, либо будет опробоваться каждая новая литологическая разность (при мощности слоя менее 1 м). Извлечение керна будет производиться с помощью экструдера. Весь извлеченный керновый материал будет описываться и регистрироваться, в том числе будет выполняться цифровая фотодокументация. Полевое описание содержит информацию о дате бурения, номере скважины, ее местонахождении, номере рейса, глубине опробования, выходе керна и используемых

пробоотборниках и коронках с указанием их диаметров, а также сопровождается схематической зарисовкой керна.

Лабораторные исследования грунтов на судне будут производиться по российским (ГОСТ) и американским (ASTM) стандартам.

Для каждого образца будут проводиться следующие виды работ:

1. Для связанных дисперсных грунтов

- Классификация грунтов по ГОСТ 25100-2020 и ASTM D653, 2487, 2488;
- Определение плотности и влажности по ASTM D2216, D4643, D4718, D4959;
- Испытания карманным пенетрометром;
- Испытания микркрыльчаткой;
- Испытания лабораторной крыльчаткой (для нарушенных и ненарушенных образцов);
- Определение пределов пластичности по ГОСТ 5180-2015 и ASTM D4318;
- Определение общей карбонатности;
- Неконсолидированное недренированное испытание при трехосном сжатии (для нарушенных и ненарушенных образцов) (по специальному требованию Заказчика).

2. Для несвязанных дисперсных грунтов:

- Классификация грунтов по ГОСТ 25100-2020 и ASTM D653, 2487, 2488;
- Определение плотности и влажности по ASTM D2216, D4643, D4718, D4959;
- Определение общей карбонатности;
- Определение гранулометрический состав (с помощью сит) (если погодные условия позволяют) по ГОСТ 12536-2014 и ASTM D6913-04.

3. Для скальных и полускальных грунтов:

- Классификация грунтов по ГОСТ 25100-2020 и ASTM D653, 2487, 2488;
- Коэффициент выветрелости;
- Показатель нарушенности пород;
- Испытание сосредоточенной нагрузкой.

4. Для мерзлых грунтов:

- Классификация и описание грунтов по ГОСТ 25100-2020;
- определение суммарной влажности, влажности минеральных прослоев и заполнителя, плотности мерзлых грунтов по ГОСТ 5180-2015;
- определение количества незамерзшей воды согласно Руководства по определению физических, теплофизических и механических характеристик мерзлых грунтов, Стройиздат, М., 1973.

2.3.2.4 Сейсмические работы

Сейсмические работы будут проводиться по сети профилей.

На борту судна будет осуществляться контроль качества получаемых данных и производится первичная обработка.

2.3.3 СМЕНА ЭКИПАЖА, БУНКЕРОВКА И ПОПОЛНЕНИЕ ЗАПАСОВ

В связи с отдаленностью участков работ от портов с развитой инфраструктурой смена экипажа в течение всего периода работ не планируется.

Пополнение запасов топлива планируется в портах.

2.3.4 ДЕМОБИЛИЗАЦИЯ

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

Демобилизация подразумевает все мероприятия, выполненные после последнего рабочего пункта отстрела/станции пробоотбора/станции СРТ/бурения последней скважины, и включает, в том числе, следующее:

- Подъем геофизического/геотехнического оборудования;
- Подъем АБС;
- Покидание судном участка работ после успешного завершения требуемых инженерно-геологических работ, по согласованию с представителем (представителями) Заказчика;
- Заход в порт демобилизации;
- Выгрузка и передача данных в соответствии с Календарным планом и Техническим заданием;
- Убытие с борта судна представителей Заказчика.

2.3.5 ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛА, ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

По окончании экспедиционных исследований в офисах Подрядчика и Субподрядчика будут выполнены лабораторные испытания грунтов и экологических проб в стационарных лабораториях и камеральная обработка материалов. Будет выполнена комплексная корреляция и интерпретация полученных результатов региональных инженерно-геологических работ. По результатам детальной обработки и интерпретации данных, будут даны оценки пригодности участка и рекомендации по выбору точек постановки ППБУ/СПБУ.

2.4 *График выполнения работ*

Работы по Программе будут выполняться ежегодно на каждом из трех участков. Время проведения работ ограничено ледовыми условиями, поэтому работы будут проводиться в навигационные периоды в 2022-2026 гг.

Расчет продолжительности операций приведена в таблице 2.4-1.

Таблица 2.4-1. Расчет продолжительности операций по основным этапам работ

Операция	Скорость выполнения работ	Объем работ	Максимальная продолжительность операций на одном участке, сутки	Судно
ССВР, СУВР, НСАП, ГМО, МЛЭ, ГЛБО				
Мобилизация/демобилизация судна	10 узлов (18,52 км/ч)	1500 км / 1500 км	7	НИС «Керн», НИС «Иван Киреев»
Тестирование и подбор параметров работы аппаратуры на участке работ	-	-	3	НИС «Керн», НИС «Иван Киреев»
Выполнение геофизических исследований	4,5 узла 200 пог.км/сутки	8000 пог. км	40	НИС «Керн», НИС «Иван Киреев»
Работа на дополнительных профилях (инфил)	4,5 узла 200 пог.км/сутки	800 пог. км (10% от основных работ)	4	НИС «Керн», НИС «Иван Киреев»
Простой по погодным условиям	-	-	4	НИС «Керн», НИС «Иван Киреев»
Простой по технологическим причинам	-	-	3	НИС «Керн», НИС «Иван Киреев»
Итого:			61	
СВР				
Тестирование и подбор параметров работы аппаратуры на участке работ	-	-	3	НИС «Иван Киреев»
Выполнение геофизических исследований	4,5 узла 200 пог.км/сутки	4000 пог. км	20	НИС «Иван Киреев»
Работа на дополнительных профилях (инфил)	4,5 узла 200 пог.км/сутки	400 пог. км (10% от основных работ)	2	НИС «Иван Киреев»
Простой по погодным условиям	-	-	2	НИС «Иван Киреев»
Простой по технологическим причинам	-	-	3	НИС «Иван Киреев»
Итого:			30	
Инженерно-геотехнические работы				
Мобилизация/демобилизация судна	10 узлов (18,52 км/ч)	1500 км / 1500 км	7	БС «Кимберлит», БС «Бавенит»
Инженерно- геологическое бурение скважин глубиной менее 150 м	60 м/сутки	3000 пог. м	50	БС «Кимберлит»
Инженерно- геологическое бурение скважин глубиной более 150 м	60 м/сутки	3000 пог. м	50	БС «Бавенит»
Пробоотбор (500 станций)	10 ст. в сутки		50	БС «Кимберлит»
Простой по погодным условиям	-	-	3	БС «Кимберлит», БС «Бавенит»
Простой по технологическим	-	-	3	БС «Кимберлит»,

Операция	Скорость выполнения работ	Объем работ	Максимальная продолжительность операций на одном участке, сутки	Судно
причинам				БС «Бавенит»
Итого:			93	

Режим полевых работ: круглосуточный. Продолжительность работ в течение одного сезона определяется погодными условиями. По завершению работ на одном участке суда выполняют работы на других участках. Максимальная продолжительность работ составит 150 суток за один сезон.

3 ПЕРСОНАЛ

3.1 *Оценочное максимальное количество персонала для проведения экспедиционных исследований*

Для выполнения запланированных работ по Программе проведения экспедиционных исследований ежегодно на каждом из участков будут задействованы экипажи привлекаемых судов и высококвалифицированные специалисты в составе экспедиции, имеющие опыт работы в схожих инженерно-геологических условиях. Предварительный перечень и количество персонала, необходимого для выполнения работ представлен в табл. 3.1-1

Таблица 3.1-1. Максимальное количество персонала для выполнения работ по Программе

Судно	Максимальная численность, чел
Суда для выполнения инженерно-геофизических работ, инженерно-гидрометеорологических и инженерно-экологических изысканий	
НИС «Иван Киреев»	44
НИС «Керн»	40
Суда для инженерно-геотехнических работ	
БС «Кимберлит»	32
ИС «Бавенит»	65
ИТОГО	181

До начала работ Подрядчиком будет обеспечена соответствующая подготовка персонала и разработан подробный план мероприятий по охране труда, окружающей среды и технике безопасности, который будет согласован с Заказчиком, после чего будет предоставлен в распоряжение всего персонала, задействованного для производства работ. На судах будут четко определены роли и обязанности каждого члена экипажа в отношении охраны труда, окружающей среды и техники безопасности. Весь персонал будет иметь все необходимые средства индивидуальной защиты, согласованные с Заказчиком и предусмотренные соответствующими нормативными документами.

4 ХАРАКТЕРИСТИКА СУДОВ

4.1 Основные данные по используемым судам

Для выполнения инженерно-геофизических работ, инженерно-гидрометеорологических и инженерно-экологических изысканий планируется привлечь исследовательские суда «Керн» и «Иван Киреев» или другие аналогичные.

Для выполнения пробоотбора, статического зондирования и инженерно-геологического бурения скважин глубиной менее 150 м планируется привлечь буровое судно «Кимберлит» или аналогичное –. Для инженерно-геологического бурения скважин глубиной более 150 м планируется использовать буровое судно «Бавенит» или аналогичное.

4.2 Технические характеристики судов

4.2.1 НИС «КЕРН»

Судно «Керн» может быть использовано для выполнения комплекса инженерно-геофизических работ, инженерно-гидрометеорологических и инженерно-экологических изысканий, а также пробоотбора. Технические характеристики судна «Керн» представлены в табл. 4.2-1.



Рисунок 4.2-1. Судно «Керн»

Таблица 4.2-1. Технические характеристики судна «Керн»

Характеристика судна	Значение
МЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Водоизмещение	1157 р.т.
Общая длина судна (LOA)	55,76 м
Ширина наибольшая	9,51 м
Высота борта	3,65 м
Осадка	4,22 м
ОБОРУДОВАНИЕ МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ	
Главный двигатель	1x6NVD48A- 2U, Германия, 1000 л.с. (736 кВт)
Вспомогательные дизель-генераторы	3 x 6ЧН18/22, 3 x 150кВт
ВМЕСТИМОСТЬ И АВТОНОМНОСТЬ	

Характеристика судна	Значение
Вместимость пресной воды	45 т
Емкость топливных танков	132 м ³ т
Тип топлива	Дизельное
Емкость балластных цистерн	64 м ³
Максимальная скорость при спокойном море	11,5 узлов
Автономность по топливу	30 суток
Район плавания	неограниченный
Пассажировместимость, чел.	40

4.2.2 НИС «ИВАН КИРЕЕВ»

НИС «Иван Киреев» специально спроектировано как гидрографическое исследовательское судно. В 2012 году судно было модернизировано для производства геофизических изысканий. в таблице 4.2-3 представлены технические характеристики НИС «Иван Киреев».



Рисунок 4.2-2. НИС «Иван Киреев»

Таблица 4.2-2. Технические характеристики НИС «Киреев»

Характеристика судна	Значение
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Габаритная длина	61.92 м
Ширина	12.4 м
Макс. осадка	4.22 м
Валовый регистровый тоннаж	1267 т
Грузоподъемность при проектной осадке	575 т
Полная вместимость в куб. м	580/690 куб. м
Главный двигатель	6RBV 6M 358, 1x1471 кВт
Дополнительный двигатель	2 x 160 кВт
Валогенератор	1 x 148 кВт
Крейсерская скорость при нормальных	13.5 узлов

Характеристика судна	Значение
условиях	
Среднее потребление топлива	6.0 т ТСМ в день при 12-13.5 узлах 4.0 т ТСМ в день при 3.5-4.5 узлах 0.3 т ТСМ в день при работе только генераторов
Вместимость баков	Дизельное топливо
Бак для хранения	250.9 куб. м
Общая:	268.9 куб. м
Носовой трастер	63 кВт
Установка для кондиционирования воздуха	НВ 12-18- 5-2 А1В
Электрическое питание	220 В 50 Гц; 380 В АС; система UPS 220 В 50 Гц
КРАНОВЫЕ И ПАЛУБНЫЕ МЕХАНИЗМЫ	
Носовой кран	SWL 5т/14 м
Кормовой кран	SWL 2 т/10 м
Носовой брашпиль	14 кВт
Кормовой кабестан	3.7 кВт
Шлюпбалка промерного катамарана	7 т
НАВИГАЦИОННОЕ И КОММУНИКАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	
Радар	KELVIN HUGHES nucleus2 5000A
Гирокомпас	ANSCHUTS STD 22
GPS	14 кВт
Furuno GP.31	3.7 кВт
Измеритель скорости	—
Основное радио	GMDSS FURUNO
Inmarsat C	Telex FURUNO
V-SAT'	Эл. почта, телефон
IRIDIUM	Спутниковый телефон
КАЮТЫ НАУЧНОГО ПЕРСОНАЛА ЭКИПАЖА И ДРУГИЕ ПОМЕЩЕНИЯ	
Каюты научного персонала	22 человек
Каюты экипажа	20 человек
Зал совещаний	1
Сауна	1

4.2.3 БС «КИМБЕРЛИТ»

Буровое судно «Кимберлит» предназначено для выполнения инженерно-геотехнических работ. Технические характеристики судна «Кимберлит» представлены в таблице 4.2-2.



Рисунок 4.2-3. Буровое судно «Кимберлит»

Таблица 4.2-3. Технические характеристики бурового судна «Кимберлит»

Характеристика	Значение
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Длина, ширина, осадка	53,74*10,5*4,38 м
Водоизмещение	1185 т
Энергетическая установка	Главный двигатель: тип 8NVD48A- 2U, 1x1320 л.с. 970 кВт. Вспомогательные дизель — генераторы: тип NVD6ЧН18/22, 3x225л.с., 150 кВт каждый.
Максимальная скорость движения	11,64 узлов
Автономность (по воде)	30 суток
Запас топлива	178 м ³
Расход топлива	5 т/сут – переход, 3 т/сут - бурение
Запасы воды	122 т
Пассажировместимость	32 чел
ПАЛУБНЫЕ МЕХАНИЗМЫ	
Брашпиль	Тип Б-4, с двумя якорями холла, 900 кг., калибр цепи 31 мм. 175 м.
Кран балка и дежурная шлюпка	Тип «Зодиак» на 6-ть человек
Кран гидравлический, для хозяйственных работ	Грузоподъемность — 800 кг
Якорные лебедки якорей стабилизации: Носовые:Кормовые:	Тип ЛЭЯ 1-1 — 2 шт.Тип ЛЭТРС-3 — 1 шт.
Якоря стабилизации	Якорь Матросова – 4x1250 кг.
БУРОВОЕ И ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	
Буровая вышка с кронблоком	Тип: ферменная Грузоподъемность: 9000 кгс; высота от палубы до оси кронблока: 15 м; максимальная длина бурильной свечи: 10.5 м

Характеристика	Значение
Буровой агрегат УРБ-3АЗ, УРБ-2М, с подвижным вращателем и гидравлическим приводом	Максимальная глубина бурения: 100-150 м. Максимальный диаметр скважины: 168 мм. Частота вращения: 25-300 об/мин.
Буровые насосы НБ-32 — 2 шт.	Тип: поршневые. Подача насоса: 294-594 л/мин. Давление: до 4,0 МПа
Способы бурения	Колонковый, гидроударный, ударно-вращательный с размывом

4.2.1 ИС «БАВЕНИТ»

Исследовательское судно «Бавенит» способно выполнять геотехнические исследования грунтов в скважинах на глубину до 300 метров при глубинах воды до 1500 метров и более, а также изучать грунтовый разрез и его характеристики заборными устройствами до 40 метров при глубине воды до 2500 метров.

Для проведения буровых работ в средней части судна предусмотрена вертикальная шахта размером 4,5 х 4,5 метра и буровая вышка грузоподъемностью 60 тонн и высотой 26 метров от главной палубы судна, а также система динамического позиционирования KONGSBERG SDP-21, предназначенная для удержания судна на точке исследований или движения с заданными параметрами при проведении различного вида геотехнических работ.



Рисунок 4.2-4. Исследовательское судно «Бавенит»

Таблица 4.2-4. Технические характеристики исследовательского судна «Бавенит»

Характеристика	Значение
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Длина, ширина, осадка	85,8 м х 16,8 м х 5,6 м
Водоизмещение	5 300 т
Энергетическая установка	Дизеля 4х 1420 кВт каждый Генераторы 4х1680 кВт. В качестве движителей установлены 2 винта - рулевых колонки, мощность каждого 1500 кВт

Характеристика	Значение
Подруливающие устройства	2x850 кВт.
Максимальная скорость движения	12, 7 узлов
Автономность	50 суток
Запас топлива	500 т
Расход топлива	Переход – 13 т/сут, бурение – 7 т/сут
Запасы воды	Пресной – 215 т., балластно-буровой – 1500 т.
Экипаж	65 человек.
Спасательные средства	2 шлюпки x 37 чел. Плоты: VIKING +16 – 4 шт.
БУРОВОЕ И ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	
Буровая вышка с кронблоком	Тип: ферменная Грузоподъемность: 9000 кгс; Высота от палубы до оси кронблока: 15 м; Максимальная длина бурильной свечи: 10.5 м.
Буровой агрегат УРБ-2М, с подвижным вращателем и гидравлическим приводом	Максимальный диаметр скважины: 168 мм. Частота вращения: 0 - 65 об/мин. 0 – 130 об/мин
Силовой привод	Автономный дизельный двигатель HATZ 4M40. Потребляемая мощность, кВт 80.
Буровые насосы	НБ-32 - 2 шт. Тип: поршневые. Подача насоса: 50 - 400 л/мин. Давление: до 4,0 мПа.
Породоразрушающий инструмент	Типы твердосплавных коронок: PWL 510-005, SWL510-005. CARBOTEC с твердосплавными стеками с торцевой промывкой диаметры твердосплавных коронок: 122;151мм. Скважинный вибрационный пробоотборник ПГС-130, Забортный вибрационный пробоотборник УГВП- 130. Тросовые пробоотборники PG, GEOBOR S. Инструмент для проходки валунно-галечниковых отложений «Symmetrix N», диаметр 168 мм. Symmetrix N, диаметр 127 мм - геотехническое оборудование - установка статического зондирования со дна моря "Roson 40 KN" производство A.P. v.d. Berg fabric Голландия.

5 СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

5.1 Спецификация бурового оборудования

Спецификация бурового оборудования представлена в табл. 5.1-1 – 5.1-3.

Таблица 5.1-1. Буровое оборудование для бурения глубоких (более 150 м) скважин

Буровое оборудование	Характеристика
Буровая вышка башенного типа позволяет проводить операции на скважине при условиях:	Высота от основания до верхней платформы – 26 м. Номинальная динамическая нагрузка – 50 тонн — максимальная вертикальная амплитуда – 3 м. — максимальный угол килевой качки – 4 град. — максимальный угол бортовой качки – 4 град. — максимальная сила ветра – 20 м/сек.
Компенсатор вертикальных перемещений Fugro Hydrodine	Максимальная компенсация по амплитуде 3 метра, нагрузка 40 тонн.
Гидравлический силовой вертлюг Dando 1000	Две скорости вращения – от 50 до 100 об/мин, крутящий момент 8300/4000 lb/ft
Буровая лебедка PWD 3700/CF с гидроприводом	Тяговое усилие 8 тонн, две скорости – 0–30 м/мин
Лебедка для спуска и подъема донной рамы или донной установки статического зондирования	Номинальное тяговое усилие на барабане 10 тонн, диаметр 22 мм, длина 400 метров.
Трубный стеллаж	500 м
Гидростанция для исполнительных механизмов, расположена под палубой	Два гидронасоса мощностью 100 кВт, 30 кВт
Буровой насос высокого давления	Два насоса с рабочим давлением от 15 до 160 бар, производительность 360 л/мин.
Лебедка с гидравлическим приводом	600 метров шлангокабеля диаметром 40 мм, для спуска-подъема и питания скважинных устройств (пробоотборника Wipsampler и конусного пенетрометра Wison)
Донная рама	Максимальная масса 10 тонн, размеры основания 1,8×1,8 м., снабжена направляющей воронкой для бурильных труб и гидравлическим зажимным механизмом для стабилизации бурильной колонны на забое.

Таблица 5.1-2. Технические характеристики ССК "TECSO S.A."

Тип колонкового набора		AWL	BWL	NWL	HWL	PWL
Коронка	Наружный диаметр, мм.	47,60	59,50	75,30	95,60	122,30
	Внутренний диаметр (диаметр керна), мм	27,00	36,40	47,60	63,50	84,84
Расширитель-калибратор	Наружный диаметр, мм.	48,00	59,90	75,70	96,10	122,81
Наружная труба	Наружный диаметр, мм.	46,00	57,20	73,00	92,10	117,60
	Внутренний диаметр, мм	36,50	46,00	60,30	77,80	103,00
Внутренняя труба	Наружный диаметр, мм.	32,50	42,90	55,60	73,00	95,20
	Внутренний диаметр, мм	28,60	38,10	50,00	66,70	88,70

Тип колонкового набора	AWL	BWL	NWL	HWL	PWL
Длина~, мм.	1500/3000	1500/3000	1500/3000	1500/3000	1500/3000

Таблица 5.1-3. Буровое оборудование для бурения инженерно-геологических скважин до 150 м

Буровое оборудование	Характеристика
Буровая вышка с кронблоком	Тип: ферменная, грузоподъемность 9000кГс, высота от палубы до оси кронблока 15 м, максимальная длина бурильной свечи 10,5 м.
Буровая шахта	Длина 0,55 м, ширина 1,33 м, смещение шахты от ДП в сторону правого борта 1 м.
Рабочая площадка	Длина 1,85 м, ширина 8,2 м.
Буровой агрегат	ЗИФ-1200 с электроприводом — максимальная глубина бурения 100 м, — максимальный диаметр скважины 168 мм, — частота вращения 25 – 300 об/мин.
Силовой привод	Электродвигатель
Потребляемая мощность	55кВт
Буровые насосы	НБ-32×2шт., тип: поршневые, подача насоса 294–594 л/мин, давление до 4,0 МПа.
Трубопроводы	Максимальное давление 5,0 МПа, наружный диаметр нагнетательных буровых рукавов 58 мм, максимальное давление в нагнетательных буровых рукавах 6 МПа.
Устройство для извлечения керна	Гидравлический экструдер усилием 1500кГс.
Эlevator для бурильных труб	ЭК-50, тип: кольцевой, грузоподъемность 10000кГс.
Вертлюг-сальник	ВС-5, грузоподъемность 5000кГс, максимальное давление рабочей жидкости 5,0 МПа.
Вертлюжная скоба	БИ249–144–00, грузоподъемность 5000кГс.
Талевый блок	БИ249–137, грузоподъемность 10000кГс.
Бурильные трубы	Диаметр 50 мм.
Породоразрушающий инструмент	- Твердосплавные коронки типа: СМ, СТ, СА, диаметром 76, 93, 112, 132, 151 мм. — забортный гидроударный пробоотборник УГВП-130, — забортный гидроударный пробоотборник УГВП-150.

5.2 Спецификация скважинного инструмента для пробоотбора и исследований

5.2.1.1 Пробоотбор лёгкими техническими средствами

Пробоотбор будет выполняться с помощью гравитационно-поршневого пробоотборника GEO Piston Corer голландской компании GEO Marine или аналогичного. В качестве альтернативного метода отбора проб, может быть использован вибрационный пробоотборник GEO Vibro Corer голландской компании GEO Marine или аналогичный. Характеристики пробоотборников представлены в таблицах 5.2-1 и 5.2-2.

Таблица 5.2-1. Основные характеристики пробоотборника GEO Piston Corer

Характеристики	Значение
Внутренний диаметр керноприемной части	113 мм
Диаметр тонкостенного 2 (мм) вкладыша	110 мм
Диаметр получаемого керна	106 мм
Высота сбрасывания	3-5 м
Диаметр всасывания	0,8 – 1,2 МПа
Длина керноприемной части	от 3 до 21 м

Таблица 5.2-2. Основные характеристики пробоотборника GEO Vibro Corer

Характеристики	Значение
Диаметр получаемого керна	106 мм
Внутренний диаметр керноприемной части	113 мм
Диаметр тонкостенного 2 (мм) вкладыша	110 мм
Высота установки	7,4 м
Частота вибрации	28Гц
Усилие	30кН
Питание	230/440В 50/60 Гц

5.2.1.2 Исследования свойств грунтов в массиве

Внутрискважинное СРТ

Испытания будут проводиться пьезоконусным пенетрометром (РСРТ) с помощью комплекса внутрискважинного зондирования Wison-APB компании A.P. Van der Berg (или аналогичным). Характеристики комплекса внутрискважинного зондирования представлены в таблице 5.2-3.

Таблица 5.2-3. Основные характеристики комплекса внутрискважинного зондирования Wison-APB

Характеристики	Тип установки Wison-APB 150 кН
Усиление задавливания, кН	150
Давление гидравлического цилиндра, МПа	30
Длина штанги, м	1,6
Диаметр цилиндра внешний/внутренний, мм	85/70
Диаметр штанги внешний/внутренний, мм	35/15

Статическое зондирование донной установкой СРТ

Испытания будут проводиться пьезоконусным пенетрометром (РСРТ) с помощью донной установки статического зондирования Deep water Roson75/100kN компании A.P. Van der Berg (или аналогичной). Характеристики донной установки статического зондирования представлены в таблице 5.2-4.

Таблица 5.2-4. Основные характеристики донной установки статического зондирования Deep water Roson75/100kN

Характеристики	Значение
Глубина воды	до 4000 м
Скорость задавливания	20 мм/с
Усиление задавливания	75-100 кН
Электрические моторы	2 x 1,5 кВ
Диаметр выдавливающих колес	660 мм
Площадь конусов	10 см ²
Глубина задавливания	10 м (опционально до 40 м)
Диаметр штанг	36 мм
Донная рама	2,5 x 2,5 м
Высота	2275 мм
Вес в воздухе	5500 кг

5.3 Спецификация сейсмического оборудования

Для выполнения непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСАП) будет использован узколучевой

параметрический профилограф Innomar SES2000 light или аналогичный, подробные характеристики профилографа представлены в таблице 5.3-1.

Таблица 5.3-1. Основные характеристики профилограф Innomar SES2000 light

Характеристики	Значение
Первичная частота ПЧ	94-110 кГц
Мощность электрического импульса ПЧ	>12 кВт
Вторичные частоты	5, 6,8,10,12,15 кГц
Ширина импульса	0,07-0,8 мсек
Частота следования импульсов	До 50 Гц
Диапазон глубин	1-400 м
Проникновение в осадки	До 40 м

Для выполнения сейморазведки ультравысокого разрешения (СУВР) планируется использовать сейсмический комплекс Geo Marine Survey Systems, состоящий из системы возбуждения электроискрового излучателя GEO-SOURCE 400 (или аналогичной), источника энергии GEO-SPARK 2000 x (или аналогичного), 24-канальной сейсмокося Geo-Sense 24-channel streamer (или аналогичной) и системы регистрации и сбора данных. Характеристики сейсмического комплекса представлены в таблице 5.3-2.

Таблица 5.3-2. Характеристики системы для проведения СУВР

Излучающая система GEO-SOURCE 400	
Излучатель	электроискровой
Количество электродов	400
Накопитель энергии	Geo-Spark 2000 x
Рабочая глубина воды	2-1000 м
Энергия	100-2000 Дж
Проникновение	до 400 мс под дном (в зависимости от строения осадка)
Вертикальное разрешение	До 30 см
Приемная система Geo-Sense 24-channel streamer	
Активная длина кося	75 м
Количество групп	24
Интервал между группами	3,125 м
Количество гидрофонов в группе	3

Для выполнения сейморазведки сверхвысокого разрешения (ССВР) планируется использовать сейсмический комплекс Geo Marine Survey Systems, состоящий из системы возбуждения электроискрового излучателя GEO-SOURCE 800 (или аналогичной), источника энергии Geo-Spark 6 kJ (или аналогичного), 96-канальной сейсмокося Geo-Sense 96-channel streamer (или аналогичной) и системы регистрации и сбора данных. Характеристики системы для проведения ССВР приведены в таблице 5.3-3.

Таблица 5.3-3. Характеристики системы для проведения ССВР

Излучающая система GEO-SOURCE 800	
Излучатель	электроискровой
Количество электродов	800
Накопитель энергии	Geo-Spark 6 kJ
Рабочая глубина воды	2-2500 м
Энергия	До 6 кДж
Проникновение	До 400 мс под дном (в зависимости от строения осадка)

	осадка)
Вертикальное разрешение	До 30 см
Приемная система Geo-Sense 96-channel streamer	
Активная длина косы	300 м
Количество групп	96
Интервал между группами	3,125 м
Количество гидрофонов в группе	3

Для проведения сейсморазведки высокого разрешения (СВР) планируется использовать групповой пневмоисточник (ПИ) типа Bolt (или аналогичный) (рис. 5.3-1) объемом 500 куб. дюймов и многоканальную телеметрическую систему сбора сейсмоакустических данных «XZone Bottom Fish» с 192-я активными каналами (или аналогичную). Характеристики излучающей и приемной системы приведены в таблице 5.3-4.



Рисунок 5.3-1. ПИ «Bolt»

Таблица 5.3-4. Типовые характеристики системы для проведения СВР

Излучающая система	
Рабочее давление	Не менее 2000+/-100 psi
Тип пневмоисточника	Bolt или аналог
Объем	500 куб. дюйм
Интервал между пунктами возбуждения	6,25 м
Точность синхронизации	0,25-0,5 мс
Глубина погружения	Не более 4 м
Приемная система	
Тип	Твердотельная или наполненная гелем XZone Bottom Fish
Количество каналов	не менее 192
Количество вспомогательных каналов	не менее 2-х
Фильтр высоких частот	Открытый канал
Фильтр низких частот	3/4 Ny
Формат записи	SEG-D 8048 или эквивалент
Магнитный носитель	IBM 3592 или HDD
Длина записи	до 2000 мс
Шаг дискретизации	0,5 мс
Длина активной части косы	1200 м
Расстояние между центрами групп	6,25 м
Глубина погружения	Не более 4 м
Концевой буй	Активный с ГНСС-приёмником и радиомодемом для передачи данных на судно
Кратность	не менее 96
Расстояние от источника до первого канала приёмной косы	минимальное, выбранное по результатам опытных работ

Конфигурация группового ПИ приведена в таблице 5.3-5 и рис. 5.3-2.

Таблица 5.3-5. Конфигурация группового ПИ объемом 500 куб. дюймов

Кластер №1	Кластер №2	Кластер №3	Кластер №4	Кластер №5	Кластер №6
ПИ1: 100 куб. дюймов	ПИЗ: 60 куб. дюймов	ПИЗ: 60 куб. дюймов	ПИЗ: 60 куб. дюймов	ПИЗ: 60 куб. дюймов	ПИЗ: 60 куб. дюймов
ПИ2: 100 куб. дюймов					

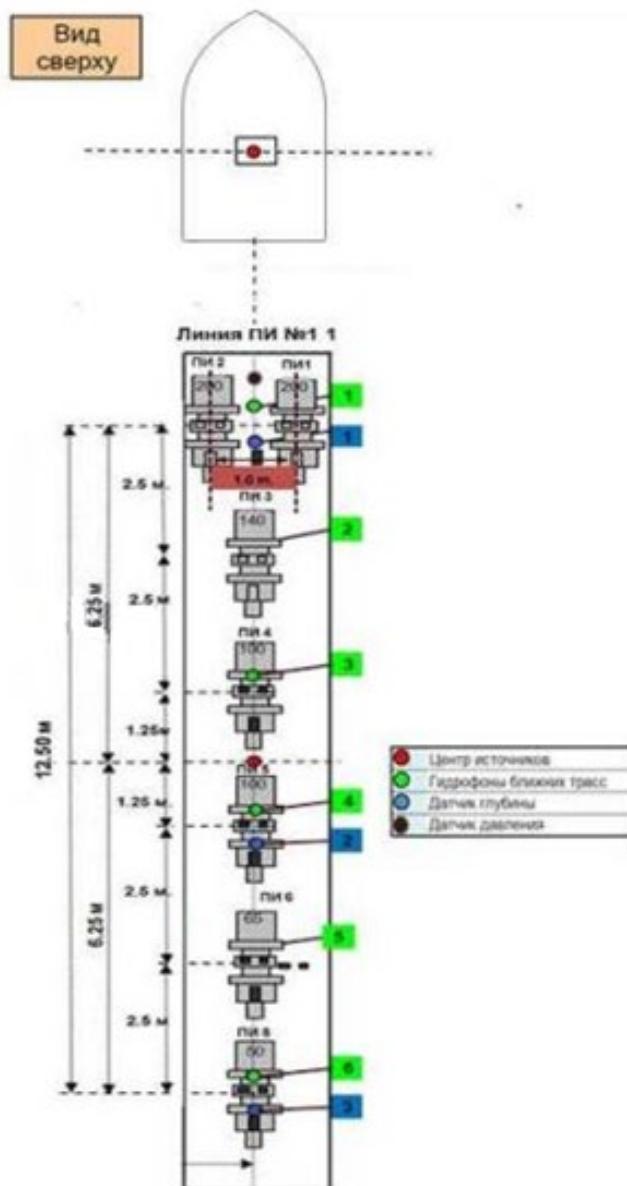


Рисунок 5.3-2. Конфигурация группового ПИ объемом 500 куб. дюймов

Многоканальная телеметрическая система сбора сейсмоакустических данных «XZone Bottom Fish» (производство «SI Technology», РФ) с 192-канальной косой состоит из:

1. Бортового оборудования, главным элементом которого является центральная станция регистрации (ЦСР);

2. Заборного оборудование:

- секция грузовая;
- секции упругие (амортизационные);
- секции приборные (активные);
- хвостовой буй.

Шаг между каналами составляет 6,25 м, длина активной части косы – 1200 м.

5.4 Спецификация оборудования для гидрографических работ

Для выполнения ГЛБО будет использован гидролокатор Klein 3000 (рис. 5.4-1) или аналогичный. Характеристики гидролокатора представлены в таблице 5.4-1.

Таблица 5.4-1. Характеристики гидролокатора Klein 3000

Характеристики	Значение
Производитель	Klein
Модель	3000
Частота	445 кГц/900 кГц
Макс. Диапазон (м/борт)	300 м/150 м
Диапазон глубин	200 м



Рисунок 5.4-1. Внешний вид гидролокатора Klein 3000

Для выполнения многолучевого эхолотирования будет использован многолучевой эхолот Seabat 7125 SV2 (рис. 5.4-2) или аналогичный. Характеристики эхолота представлены в таблице 5.4-2.

Таблица 5.4-2. Характеристики многолучевого эхолота Seabat 7125

Характеристики	Значение
Производитель	Reson
Модель	SeaBat 7125
Модификация	SV2
Частота	200/400 кГц
Продольная ширина передающего луча	2° - 200 кГц & 1° - 400 кГц
Поперечная ширина передающего луча	1° - 200 кГц & 0.5° - 400 кГц
Макс. частота посылок	50 Гц (±1 Гц)
Длительность импульса	33 мкс – 300 мкс
Число лучей	512EA/ED – 400 кГц, 256EA/ED – 200 кГц
Макс. ширина полосы	140° (165°)

Характеристики	Значение
Рабочая глубина	0,5 м – 150 м – 400 кГц, 0,5 м – 400 м – 200 кГц
Макс. глубина	175 м – 400 кГц, 450 м – 200 кГц
Разрешение	6 мм



Рисунок 5.4-2. Внешний вид комплекса МПЭ Seabat 7125

5.5 Спецификация оборудования для гидромагнитной съёмки

Для выполнения гидромагнитной съёмки будет применяться морской высокочувствительный магнитометр Marine Magnetics SeaSPY с двумя датчиками или аналогичный. Основные технические характеристики представлены в табл. 5.5-1

Таблица 5.5-1. Основные характеристики магнитометра SeaSPY

Характеристики	Значение
Тип и марка морского магнитометра	«Sea Spy» (Канада, Marine Magnetic Co)
Количество	2
Базовое расстояние между датчиками (гондолами), м	100
Погрешность измерений, нТл (после окончательной обработки)	5
Чувствительность датчика, нТл	0,01
Абсолютная точность, нТл	0,2
Диапазон измерений, нТл	18 000-120 000
Частота измерения	0,1-4 Гц
Выходной сигнал	RS-232 (9600 Бод)
Длина / диаметр	1,24 м / 12,7 см

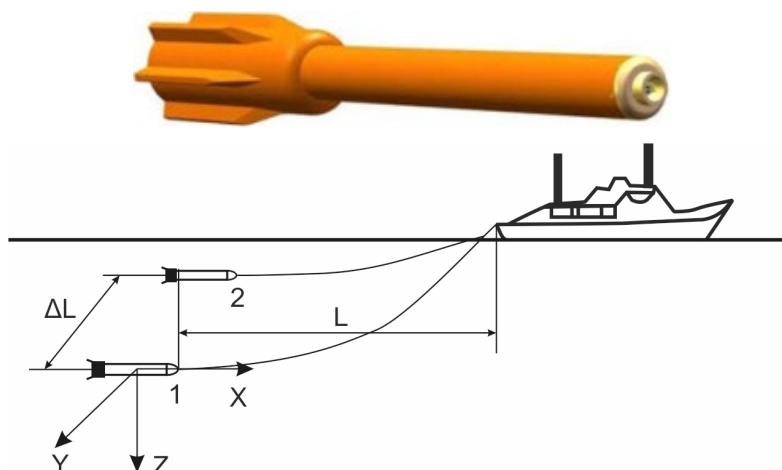


Рисунок 5.5-1. Магнитометр Marine Magnetics SeaSPY и схема параллельной буксировки:

1 – правая гондола; 2 – левая гондола; X– ось горизонтальная (генерального курса); L– расстояние до первой гондолы от среза кормы (250 м); ΔL – горизонтальная база измерений (30 м) (расстояние между 1-й и 2-й гондолами)

5.6 Оборудование для инженерно-гидрометеорологических изысканий и требования к их проведению

В период выполнения морских работ на судах организуются судовые метеорологические станции с использованием метеокомплекса RST MeteoScan PRO 923 или аналогичного. MeteoScan оснащен беспроводными выносными внешними датчиками с радиусом действия до 100 м. Имеет программное обеспечение необходимое для накопления и обработки данных наблюдений.

Таблица 5.6-1. Технические характеристики метеокомплекса RST MeteoScan PRO 923

Термометр:	
диапазон измерения выносного термосенсора	от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$
чувствительность	до $0,1^{\circ}\text{C}$
Барометр:	
диапазон измерения	от 526 до 827 мм рт. ст.
чувствительность	0,1 мм рт. ст.
Гигрометр:	
диапазон измерения	от 10 до 99 %
чувствительность	1 %
Датчик осадков:	
диапазон измерения	от 0 до 9999 мм
чувствительность	0,3 мм (в диапазоне 0...1000 мм) 1 мм (в диапазоне 1000...9999 мм)
Датчик скорости ветра:	
диапазон измерения	от 0 до 160 км/ч
чувствительность	± 1 м/с (при скорости до 10 м/с) ± 10 % (свыше 10 м/с)
Направление ветра:	
чувствительность	16 градаций $11,12^{\circ}$

Гидрологическое зондирование проводится с помощью CTD-зондов. Наблюдения термохалинных характеристик вод предполагается производить при помощи CTD зондов BioCTD FSI производства компании FALMOUTH SCIENTIFIC INC. (США) или «SEABIRD» производства

компании "SeaBird" (США). Приборы подобного типа официально утверждены Международной океанографической комиссией при Юнеско (ИОС) в качестве приборов, соответствующих современным требованиям к точности океанографических данных. Диапазон и точность измерений планируемого к использованию зонда SBE 19plus V2 (рис. 5.6-1) приведены в табл. 5.6-2.

Таблица 5.6-2. Диапазоны и точность измерения зонда SBE 19plus V2

Параметр	Ед. измерений	Диапазон	Разрешение	Точность
Температура воды	°C	-5 до +35	0,0001	0,005
Электропроводность воды	S/m	0–9	0,00005	0,0005
Давление	dBar	0–1000	0,002	0,1 % полного диапазона
Растворенный кислород	% насыщения при температуре и солености <i>in situ</i>	до 120	0.5	2
pH	pH	0-14	0,01	0,05
Мутность		750 FTU/NTU	1 % от полной шкалы	2 % от полной шкалы



Рисунок 5.6-1. Зонд SBE 19plus V2

Примерная схема сезонной АБС и ее оборудования для верхнего значения диапазона ожидаемых глубин (50 м) приведена на рис. 5.6-2.

АБС соединяется с якорем через акустические размыкатели типа IXEA OCEANO 500, TELEDYNE Benthos 875TD или аналогичные.

Для регистрации течений в придонном горизонте на расстоянии около 2 м от якоря к фалу крепится акустический доплеровский измеритель течений в точке FSI 2DACM или аналогичный.

Так же в придонном горизонте устанавливается электромагнитный

мультипараметрический измеритель Valeport Midas ECM Profiler или аналогичный для измерения скорости течения, температуры, солености, давления, мутности.

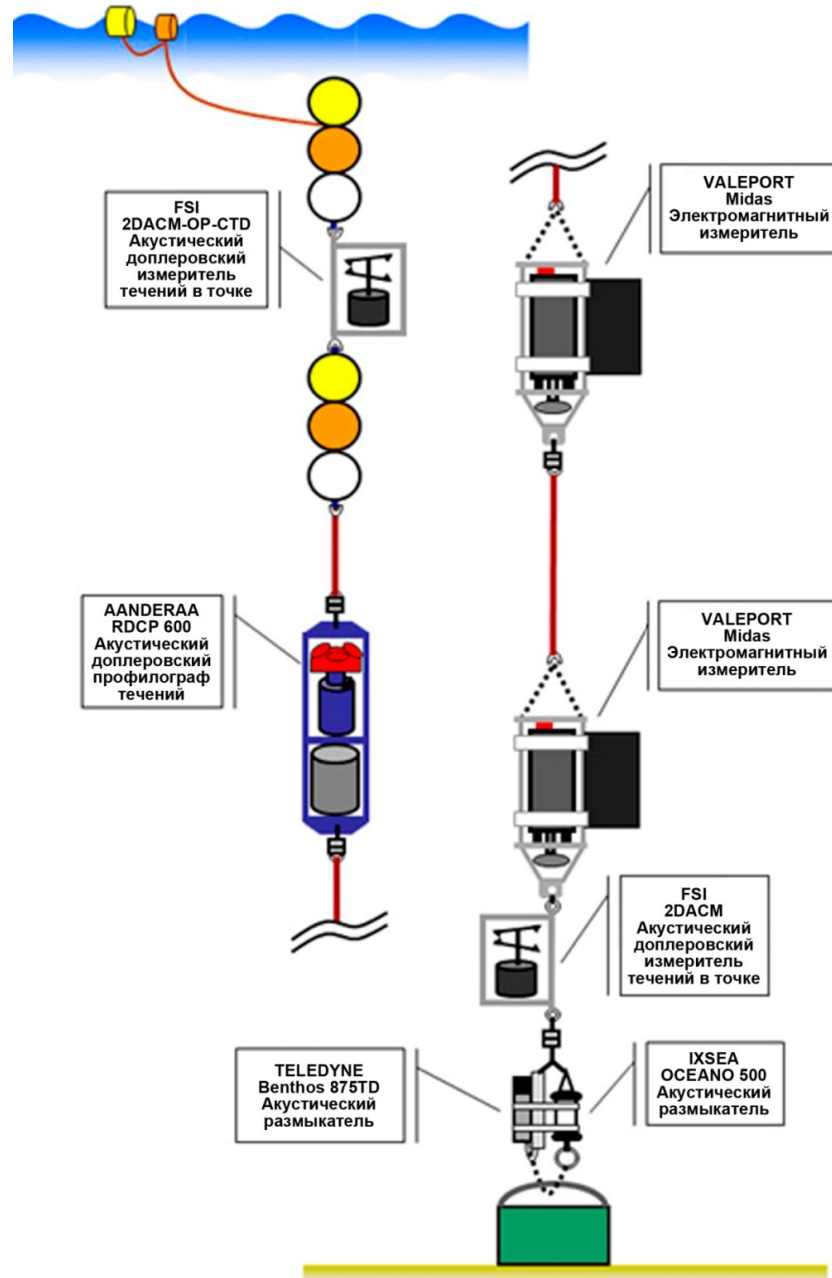


Рисунок 5.6-2. Схема АБС



Рисунок 5.6-3. Акустический размыкатель с обратной связью Oseano 500



Рисунок 5.6-4. Акустический доплеровский измеритель течений в точке (с функцией измерения давления) FSI 2D-ACM

Таблица 5.6-3. Характеристики доплеровского измерителя течений FSI 2D-ACM

Глубина	200 м
Скорость	
Точность	2 %
разрешение	0,01 см/с
Компас	
Направление	от 0 до 360 градусов
Точность	±2°
Вес	
в воздухе	3,6 кг
в воде	0,7 кг

Следующий измеритель Valeport Midas ECM Profiler ставится на расстоянии ~25 м от якоря на промежуточном слое.

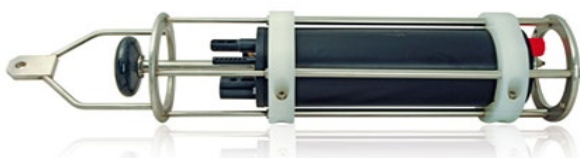


Рисунок 5.6-5. Мультипараметрический измеритель Valeport Midas ECM Profiler

Таблица 5.6-4. Характеристики электромагнитного измерителя течений Valeport Midas ECM Profiler

Максимальная глубина погружения	500 м
Вес с защитной рамой	12,5 кг
Измеряемая скорость	
Минимальная	0
Максимальная	5 м/с
Модуль погрешности измерения, процент	1
Измеряемое направление	0-360°
Модуль погрешности измерения	1°

На расстоянии ~30 м от якоря, с учетом возможностей используемого высокоточного кварцевого датчика давления, к фалу крепится акустический

доплеровский профилограф течений AANDERAA RDCP 600 SW с функцией волнографа или аналогичный. В комплект RDCP 600 SW входят: профилограф течений, датчик температуры, дополнительный кварцевый датчик давления, измеритель волнения, датчик электропроводности/солёности.



Рисунок 5.6-6. Постановка АБС с акустическим доплеровским профилографом течений RDCP 600 SW

Таблица 5.6-5. Характеристики акустического доплеровского профилографа течений RDCP 600 SW

Акустическая частота	606 кГц
Диапазон скоростей	0–500 см/с
Горизонтальная точность	0,5 см/с
Вертикальная точность	1,0 см/с
Диапазон	
при низкой мощности	от 35 до 60 м
при высокой мощности	от 40 до 80 м
Компас	
направление	от 0 до 360°
точность	±4° при наклоне от 0 до 35°
Размеры и масса	
диаметр	160 мм (с защитным ободом 187 мм)
высота	580 мм
Вес	
в воздухе	19 кг
в воде	12 кг
Датчик температуры 4050	
диапазон	от -4 до 36°C
разрешение	0,001°C
погрешность	±0,03°C
Дополнительный кварцевый датчик давления	
Интервал выборки	от 10 до 60 с.
Диапазон	0–700 кПа (до 60 м)
Точность шкалы	±0,03 %

В поверхностном слое, между двумя поддерживающими буйами, устанавливается еще один акустический доплеровский измеритель течений в точке FSI 2DACM-OP-CTD или аналогичный.

Большую часть года в районе работ присутствует ледяной покров, поэтому оборудование годовой АБС устанавливается в придонном слое. АБС ставится на 2 якоря с базой между ними около 100 м для возможности ее подъема тралением, если акустические размыкатели не сработают.

Станция оснащается акустическим доплеровским профилографом течений, который также оборудован датчиком давления для измерения уровня. Дополнительно может устанавливаться гидролокатор верхнего обзора для профилирования.

5.7 Оборудование для инженерно-экологических изысканий

5.7.1 ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

На каждой станции выполняются определения температуры и солености воды с использованием гидрологического зонда. Проводятся измерения прозрачности воды с помощью диска Секки.

Определения температуры и солености воды будут проводиться с использованием гидрологического зонда SBE-19+ или аналогичного (рис. 5.7-1). Характеристики гидрологического зонда SBE-19+ представлены в табл. 5.7-1.



Рисунок 5.7-1. Гидрологический зонд SBE-19+

Таблица 5.7-1. Характеристики гидрологического зонда SBE-19+

Показатель	Диапазон измерения	Начальная точность	Разрешающая способность
Электропроводность (сименс/м)	0 – 9	0.0005	0.00005 (большинство океанских вод; разрешение по солености 0.4 ppt) 0.00007 (воды повышенной солености; разрешение по солености 0.4 ppt) 0.00001 (пресные воды; разрешение по солености 0.1 ppt)
Температура (АС)	-5 to +35	0.005	0.001
Давление —	0 to 20 / 100 /	0.1% от	0.002% от полного диапазона

Показатель	Диапазон измерения	Начальная точность	Разрешающая способность
манометрический датчик (Strain Gauge)	350 / 1000 / 3500 / 7000 метров	полного диапазона	
Давление — кварцевый датчик	0 to 60 / 130 / 200 / 270 / 680 / 1400 / 2000 / 4200 / 7000 метров	0.02% от полного диапазона	0.001% от полной шкалы
Растворенный кислород	0-15 мл/л	0.01 мл/л	0.1 мл/л
pH	0-14 ед. pH	0.01	0.01
Мутность	750 FTU/NTU	1% от полной шкалы	2% от полной шкалы

Дискретность измерений по глубине – 1 м.

5.7.2 ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Для исследования загрязнённости воздушной среды используются приборы типа газоанализатор ГАНК-4(А), ПГА-300 или аналогичные (рис. 5.7-2). Характеристики приборов приведены в табл. 5.7-2.



Рисунок 5.7-2. Прибор ГАНК-4(А) и ПГА-300

Таблица 5.7-2. Примерные технические характеристики измерительных комплексов для проведения гидрометеорологических изысканий

Параметр	Значение
ГАНК-4 (Госреестр №24421–09, Свидетельство RU.C.31.076.A №36646) РОСС RU.ME20.BO06059. №7888645. Методики выполнения измерений, внесенные в Федеральный реестр методик выполнения измерений	
Диапазон измеряемых концентраций	от 0,5 ПДК с.с.* до 0,5 ПДК р.з.**
Контролируемые вещества (по выбору)	134
Время измерений	10-30 с
Погрешность	< 20 %
Габаритные размеры	250x200x150 мм
Потребляемая мощность	не более 8 Вт
Температура окружающей среды	от - 50°C до+ 50°C
Питание от встроенного аккумулятора	12В
Питание от сети	220В, 50Гц
Масса	не более 3,5 кг

Параметр	Значение
ПГА-300	
Диапазоны измерений датчиков газоанализатора	
Метан	0 - 2,5 об. д., % ± (0,10 + 0,04C _x [*]) об. д., %
Пропан	0 - 1,0 об. д., % ± 0,10 об. д., %
Кислород	0-30 об. д., % ± (0,20+0,04C _x) об. д., %
Оксид углерода	(0 - 17) ppm; 0-20 мг/м ³ ± 5 мг/м ³ (17 - 103) ppm; 20-120 мг/м ³
Сероводород	(0-17) ppm; 0-10 мг/м ³ ± 2,5 мг/м ³ (17-32) ppm; 10-45 мг/м ³
Диоксид азота	(0-1) ppm; 0-2 мг/м ³ ± 0,5 мг/м ³ (1-10) ppm; 2-20 мг/м ³
Диоксид серы	(0-3) ppm; 0-10 мг/м ³ ± 2,5 мг/м ³ (3-19) ppm; 10-50 мг/м ³
Водород	0-5 об. д., % ± (0,20+0,04C _x) об. д., %
Контролируемые вещества	
термокаталитический датчик	метан, пропан
электрохимический датчик	O ₂ , NO ₂ , SO ₂ , CO, H ₂ S, H ₂
Диапазон рабочих температур	от -20°C до +40°C
Время измерения, не более:	
- для термокаталитического датчика	30 с
- для электрохимического датчика	60 с
Время непрерывной работы ПГА-300, не менее	20 (с термокаталитическим датчиком - 8) ч
Способ отбора пробы ПГА-300	диффузионный; ручная прокачка
Питание	два аккумулятора типа Ni-MH VH AA-1700 2,4 В
* ПДК с.с. – среднесуточная предельно допустимая концентрация примеси в атмосфере, в мг/м ³ , (для веществ, на которые производятся сенсоры).	
** ПДК р.з. – предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны, в мг/м ³ .	

5.7.3 ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Отбор проб воды производится на каждой станции из 3-х горизонтов (поверхностного, пикноклина, придонного слоя) с помощью батометра Нискина (рис. 5.7-3) или аналогичного.



Рисунок 5.7-3. Батометры типа Нискина (слева) и типа Go Flo (справа)

5.7.4 ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Отбор проб донных отложений будет производиться по одной пробе на каждой станции ковшовым дночерпателем Петерсена (рис. 5.7-4) или аналогичным.



Рисунок 5.7-4. Ковшовый дночерпатель Петерсена

5.7.5 ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Отбор проб бактерио- и фитопланктона производится батометром типа батометра Молчанова ГР18 или аналогичным.

Отбор проб зоопланктона производится методом тотального облова вертикально от слоя дефицита кислорода до поверхности с использованием планктонных сетей типа Джели, БСД-37 или аналогичных.

Отбор проб зообентоса производится с помощью дночерпателя Ван-Вина. Для промывки добытого дночерпателем грунта используют специальные промывочные сита с размером ячеей 1 мм.

Оборудование для гидробиологических исследований представлено на рис. 5.7-5.



Батометр Молчанова ГР18



Планктонная сеть типа
Джеди



Ихтиопланктонная сеть типа
ИКС-80



Дночерпатель Ван-Вина и сито для промывки грунта

Рисунок 5.7-5. Оборудование для гидробиологических исследований

5.8 Спецификация навигационно-гидрографического комплекса

Все используемые при производстве работ суда будут оборудованы следующими навигационными средствами:

- магнитным компасом и гирокомпасом с устройством ввода данных в компьютер;
- судовой радиолокационной станцией;
- эхолотом с излучателем, вмонтированным в корпус судна;
- автоматической системой управления курсом корабля;

- системой управления двигательной установкой и подруливающими устройствами с мостика;
- двумя независимыми системами спутникового позиционирования.

Для определения местоположения судов будут использоваться две космические навигационные спутниковые системы (ГНСС) с независимыми источниками генерации дифференциальных коррекций к данным наблюдений спутниковых приёмо-индикаторов и независимыми спутниковыми каналами передачи коррекций. Точность определения горизонтальных координат каждой ГНСС - не хуже 1 м. Одна из двух ГНСС должна иметь точность определения эллипсоидальных высот не хуже 0,5 м. Список оборудования приведён в табл. 5.8-1.

Таблица 5.8-1. Список навигационного оборудования

№	Наименование оборудования	Краткое пояснение	Производитель
1	Easytrak USBL	система подводного позиционирования	Applied Acoustics, UK
2	Fugro Starfix.XP	ГНСС	Fugro, Norway
3	Fugro Starfix.HP		
4	iXBlue OCTANS	High-performance surface gyrocompass and motion sensor	iXBlue, France

Навигация судна будет осуществляться при помощи компьютерной системы навигации, позволяющей:

- одновременно определять и демонстрировать позицию всех бортовых и забортовых устройств, применяемых для выполнения РИГР;
- в реальном времени определять и демонстрировать погрешность определения местоположения судна и позиционирования устройств и оценивать качество и достоверность работы космических навигационных систем;
- проводить навигацию судна по заданным профилям с определением и демонстрацией отклонений;
- синхронизировать работу излучателей и регистрирующих устройств;
- выдавать навигационные метки и сигналы на излучатели и регистрирующие устройства.

Перед началом работ в порту будут определены поправки в показания гироскопов, датчиков движений и других датчиков, и их значения введены в интегрированную компьютерную систему навигации и сбора данных.

Подводное позиционирование будет выполняться при помощи систем с ультракороткой базой (USBL). Перед началом работ определяются угол разворота блока приёма-излучателя по отношению к продольной оси судна и выполняются поверки и калибровки системы подводного позиционирования. После окончания работ поверки и калибровки повторяются с целью подтверждения точности позиционирования.

6 УСТАНОВЛЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ

6.1 Параметры при проведении экспедиционных исследований

Экспедиционные исследования работы будут выполняться с учетом положений действующих законодательных и подзаконных актов Российской Федерации с учетом применимых требований нормативных документов по геологоразведочным и геофизическим работам, в частности РД 08-37-2005 «Правила безопасности ведения морских геологоразведочных работ», СП 11-114-2004 «Инженерные изыскания на континентальном шельфе для строительства морских нефтегазопромысловых сооружений», СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.

6.1.1 ПАРАМЕТРЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ

6.1.1.1 Параметры сейсмоки высокого разрешения (СВР)

Предварительные параметры сейсмосьемки СВР представлены в таблице 6.1-1.

Таблица 6.1-1. Параметры СВР

Излучающая система	
Рабочее давление	Не менее 2000+/-100 psi
Тип пневмоисточника	Bolt или аналог
Объем	500 куб. дюйм.
Интервал между пунктами возбуждения	6,25 м
Точность синхронизации	0,25-0,5 мс
Глубина погружения	Не более 4 м
Приемная система	
Тип	Твердотельная или наполненная гелем XZone Bottom Fish
Количество каналов	не менее 192
Количество вспомогательных каналов	не менее 2-х
Фильтр высоких частот	Открытый канал
Фильтр низких частот	$\frac{3}{4}$ Ny
Формат записи	SEG-D 8048 или эквивалент
Магнитный носитель	IBM 3592 или HDD
Длина записи	до 2000 мс
Шаг дискретизации	0,5 мс
Длина активной части косы	1200 м
Расстояние между центрами групп	6,25 м
Глубина погружения	Не более 4 м
Концевой буй	Активный с ГНСС-приёмником и радиомодемом для передачи данных на судно
Кратность	не менее 96
Расстояние от источника до первого канала приёмной косы	минимальное, выбранное по результатам опытных работ

6.1.1.2 Параметры сейсмоки сверхвысокого разрешения (ССВР)

Предварительные параметры сейсмосьемки ССВР представлены в таблице 6.1-2.

Таблица 6.1-2. Параметры ССВР

Источник	
Тип	Электроискровой типа «Спаркер»
Энергия	Не менее 5,0 кДж
Центральная частота	400-600 Гц*
Шаг возбуждения	2 - 3,125 м (при стрельбе по времени с шагом 1 с)
Характеристики косы	
Тип	Твердотельная или наполненная гелем
Канальность	Не менее 48 (рекомендуемая 96 и более)
Шаг ПП	1 - 6,25 м
Общая длина	до 300 м
Параметры записи	
Динамический диапазон АЦП	Не менее 24 разрядов
Шаг дискретизации	Не более 0,25 мс
Длина записи	Не менее 600 мс
Фильтр высоких частот	Открытый канал
Фильтр низких частот	$\frac{3}{4}$ Ny
Формат записи	SEG-Y

6.1.1.3 Параметры сеймики ультравысокого разрешения (СУВР)

Предварительные параметры сейсмосъемки СУВР представлены в таблице 6.1-3.

Таблица 6.1-3. Параметры СУВР

Излучающая система GEO-SOURCE 400	
Излучатель	электроискровой
Количество электродов	400
Накопитель энергии	Geo-Spark 2000 x
Рабочая глубина воды	2-1000 м
Энергия	100-2000 Дж
Проникновение	до 400 мс под дном (в зависимости от строения осадка)
Вертикальное разрешение	До 30 см
Приемная система Geo-Sense 24-channel streamer	
Активная длина косы	75 м
Количество групп	24
Интервал между группами	3,125 м
Количество гидрофонов в группе	3

6.1.1.4 Параметры непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСАП)

Предварительные параметры сейсмосъемки СУВР представлены в таблице 6.1-4.

Таблица 6.1-4. Параметры НСАП

Характеристики	Значение
Тип	Профилограф
Энергия	менее 100 Дж
Первичная частота ПЧ	94-110 кГц
Мощность электрического импульса ПЧ	>12 кВт
Вторичные частоты	5, 6,8,10,12,15 кГц
Ширина импульса	0,07-0,8 мсек
Частота следования импульсов	До 50 Гц

Характеристики	Значение
Диапазон глубин	1-400 м
Проникновение в осадки	До 40 м

6.1.1.5 Расчет количества импульсов при инженерно-геофизических работах

Ориентировочное максимальное количество профилей на участках работ приведено в таблице 6.1-5. Точное количество профилей на каждом участке ежегодно будет определяться непосредственно перед началом работ.

Таблица 6.1-5. Максимальное ежегодное количество профилей инженерно-геофизических работ на участках работ, используемое для расчетов

Название участка	Вид работ	Объем работ, пог. км	Средняя длина профиля, км	Количество профилей	Максимальное ежегодное количество профилей с учетом 20% запаса
Район севера Новой Земли (Участок 1)	СВР	4000	66	61	73
	ССВР, СУВР, НСАП, ГМО, МЛЭ, ГЛБО	8000	66	122	146
Район Северной Земли и Северо-Карского ЛУ (Участок 2)	СВР	4000	214	19	23
	ССВР, СУВР, НСАП, ГМО, МЛЭ, ГЛБО	8000	214	38	46
Район Земли Франца Иосифа (Участок 3)	СВР	4000	359	11	13
	ССВР, СУВР, НСАП, ГМО, МЛЭ, ГЛБО	8000	359	22	26

Для получения кондиционного материала помимо основных профилей необходимо обработать участки в зонах набора кратности, равные половине длины активной части приемного устройства, на выходе с каждого профиля.

На переходах с профиля на профиль будет осуществляться работа одиночного источника с периодичностью срабатывания 2 раза в минуту. Один разворот займет примерно 10 минут, что соответствует 20 ПВ на одном развороте.

Также необходимо учитывать опытные и повторные работы, а также возможные другие дополнительные работы, в том числе: «мягкий старт» перед началом работ, «мягкий старт» в случае остановки и возобновления работ, «мягкий старт» при заходах на профили при разворотах. Объем дополнительных работ принимается равным 10% от объема основных работ.

Расчет максимально возможного количества импульсов для инженерно-геофизических работ представлен в табл. 6.1-6.

Таблица 6.1-6. Расчет максимально возможного количества импульсов за 1 год на каждом участке работ

Метод	Длина косы	Объем п. км	Количество профилей	Тип источника	Шаг точек возбуждений импульсов	Осн. кол-во импульсов по всем профилям	Доп. кол-во импульсов (выход с профиля)	Суммарное кол-во импульсов (включая 10%)*	Кол-во имп. одной пушки малого объема (только для СВР на развороте)	
									Осн. кол-во импульсов	Сум.кол-во импульсов (вкл. 10% на брак)
Район севера Новой Земли (Участок 1)										
СВР	1200	4000	73	ПИ	6,25 м	640000	7008	711709	1440	1584
ССВР	300	8000	146	Спаркер	3,125 м	2560000	7008	2823709		
СУВР	75	8000	146	Спаркер	3,125 м	2560000	1752	2817927		
НСАП		8000		Профилограф	0,2 м	40000000		44000000		
ГЛБО		8000		Гидролокатор	0,05 м	160000000		176000000		
МЛЭ		8000		МЛЭ	0,05 м	160000000		176000000		
Район Северной Земли и Северо-Карского ЛУ (Участок 2)										
СВР	1200	4000	23	ПИ	6,25 м	640000	2208	706429	440	484
ССВР	300	8000	46	Спаркер	3,125 м	2560000	2208	2818429		
СУВР	75	8000	46	Спаркер	3,125 м	2560000	552	2816607		
НСАП		8000		Профилограф	0,2 м	40000000		44000000		
ГЛБО		8000		Гидролокатор	0,05 м	160000000		176000000		
МЛЭ		8000		МЛЭ	0,05 м	160000000		176000000		
Район Земли Франца Иосифа (Участок 3)										
СВР	1200	4000	13	ПИ	6,25 м	640000	1248	705373	240	264
ССВР	300	8000	26	Спаркер	3,125 м	2560000	1248	2817373		
СУВР	75	8000	26	Спаркер	3,125 м	2560000	312	2816343		
НСАП		8000		Профилограф	0,2 м	40000000		44000000		
ГЛБО		8000		Гидролокатор	0,05 м	160000000		176000000		
МЛЭ		8000		МЛЭ	0,05 м	160000000		176000000		
Примечание:										
* 10 % включают опытные и повторные работы, а также возможные другие дополнительные работы, в том числе: «мягкий старт» перед началом работ, «мягкий старт» в случае остановки и возобновления работ, «мягкий старт» при заходах на профили при разворотах.										

6.1.2 ПАРАМЕТРЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО БУРЕНИЯ

Параметры проведения инженерно-геологического бурения представлены в таблице 6.1-7 и 6.1-8.

Таблица 6.1-7. Параметры инженерно-геологического бурения до 150 м

Параметр	Значение
Объем работ на каждом ЛУ	3000 пог. м
Глубина бурения	до 150 м
Количество скважин и их глубина	будет определено по результатам обработки данных СВР, ССВР, СУВР, НСАП
Тип бурения	Колонковое
Диаметр бурения начальный	146 мм
Диаметр бурения конечный	108 мм

Таблица 6.1-8. Параметры инженерно-геологического бурения более 150 м

Параметр	Значение
Объем работ на каждом ЛУ	3000 пог. м
Глубина бурения	более 150 м (максимально до 300 м)
Количество скважин и их глубина	будет определено по результатам обработки данных СВР, ССВР, СУВР, НСАП
Тип бурения	Колонковое с помощью двойных колонковых труб
Диаметр бурения начальный	305 мм
Диаметр бурения конечный	не менее 108 мм в рыхлых грунтах не менее 76 мм в скальных грунтах

6.2 *Обработка и контроль качества полученной информации*

6.2.1 СЕЙСМИКА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

При проведении СВР на борту судна осуществляется контроль качества полученных данных. Список материалов контроля качества, которые подготавливаются на судне и хранятся в электронном виде, представлен ниже:

- сейсмограммы пунктов возбуждения (ПВ);
- разрез первого канала (каждый ПВ) после присвоения реальной геометрии расстановки, и вводом линейной кинематики с использованием скорости звука в воде;
- разрез вспомогательных каналов (каждый ПВ);
- суммированный разрез ОСТ;
- полный набор отчетов по контролю качества навигационных материалов;
- полный набор отчетов по контролю качества сейсмических материалов.

На борту судна проводится первичная экспресс обработка полученных сейсмических данных.

Это делается до начала геотехнических работ на участке для оперативной корректировки местоположения точек бурения и пробоотбора, а также снижения рисков возникновения нештатных ситуаций при их проведении. В случае выделения потенциально опасных аномалий месторасположение точек бурения и пробоотбора может быть изменено.

Последовательность обработки и контроля качества материалов на борту судна планируется следующей:

- Ввод данных в обрабатывающий комплекс;
- Проверка служебных каналов на предмет: пропущенных подрывов, автоподрывов, задержек подрыва, утечек и других нарушений работы пневмоисточников;
- Присвоение геометрии и редакция трасс;
- Запись данных с присвоенной геометрией в формате SEG-Y;
- Коррекция амплитуд за геометрическое расхождение;
- Полосовая фильтрация;
- Деконволюция;
- Скоростной анализ;
- Ввод кинематических (NMO) поправок, выбор оптимального мьютинга и суммирование;
- Запись суммарного разреза (Brute Stack) в SEG-Y.

Вышеописанная последовательность может корректироваться исходя из качества получаемых данных и специфики шумов, которые будут присутствовать на получаемых сейсмических записях по согласованию с Заказчиком.

6.2.2 СЕЙСМИКА СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Качество получаемых данных будет контролироваться оператором, наблюдающим за корректной работой сейсмической аппаратуры и кондиционностью сейсмического материала.

Данные будут обрабатываться на борту судна по мере накопления.

По завершению каждого профиля будет проводиться контроль качества и предварительная обработка полученных данных.

Процедура контроля качества включает в себя:

- Проверку целостности данных;
- Контроль позиционирования и синхронизации;
- Контроль содержимого необходимых заголовков трасс;
- Визуальный анализ каждой сейсмограммы ОПВ;
- Проверку качества присвоения геометрии;
- Анализ сходимости данных на пересечениях основных и контрольных галсов;
- Оценку соотношения сигнал/шум;
- Оценка шума в начале и в конце профиля.

Обработка сейсмических данных будет происходить в два этапа.

Первый этап, целью которого является получение экспресс результатов в виде временных разрезов, будет выполнен на борту судна. При этом экспресс-обработка позволит наметить процедуры окончательной обработки.

Второй этап – этап полной обработки сейсмических данных. Он будет

выполняться в камеральных условиях

Оперативная обработка на борту судна будет, предположительно, выполняться по графу, включающему в себя следующие процедуры:

- ввод данных и форматирование;
- присвоение геометрии и редактирование трасс (отбраковка трасс);
- восстановление амплитуд;
- подавление высокоамплитудных помех (опция);
- полосовая фильтрация;
- деконволюция;
- FK-фильтрация (опция);
- фильтрация радона (опция);
- вертикальный скоростной анализ (опция);
- ввод кинематических поправок NMO;
- мьютинг и суммирование;
- подавление кратных волн (опция);
- подавление волн-спутников (опция);
- миграция (опция);
- запись сейсмического разреза в формате SEG-Y.

Вышеописанный граф не является окончательным вариантом обработки, и будет корректироваться исходя из качества получаемых данных и специфики шумов, которые будут присутствовать на получаемых сейсмических записях по согласованию с Заказчиком.

6.2.3 СЕЙСМИКА УЛЬТРАВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Качество получаемых данных будет контролироваться оператором, наблюдающим за корректной работой сейсмической аппаратуры и кондиционностью сейсмического материала.

По завершению каждого профиля будет проводиться контроль качества и предварительная обработка полученных данных.

Контроль качества будет включать следующие процедуры:

- Загрузка данных в систему обработки
- Просмотр данных одного канала
- Контроль формы импульса, частоты сигнала
- Вычисление RMS амплитуд сигнала и шума в окнах
- Присвоение геометрии
- Построение суммарного временного разреза с постоянной скоростью
- Проверка пересечений профилей.

Так же в качестве материалов о проведении контроля качества будут сохраняться следующие материалы: запись одного канала, контроль импульса, суммированный временной разрез, карты среднеквадратического значения шума, сигнала и пиковой частоты для каждой трассы.

Вышеописанный список процедур контроля качества не является

окончательным, и будет корректироваться исходя из качества получаемых качества данных и специфики шумов, которые будут присутствовать на получаемых сейсмических записях по согласованию с Заказчиком.

Финальная обработка данных будет выполняться в камеральных условиях.

6.2.4 НЕПРЕРЫВНОЕ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОЕ ПРОФИЛИРОВАНИЕ

После завершения каждого профиля будет проведен контроль качества полученных данных при помощи программного пакета RadExPro. Результаты контроля качества предоставляются после завершения прохождения каждой линии. Процедура контроля качества включает в себя:

- проверку целостности данных;
- контроль позиционирования и синхронизации;
- контроль содержимого необходимых заголовков трасс;
- визуальный анализ сейсмического разреза;
- проверку качества присвоения геометрии;
- анализ сходимости данных на пересечениях основных и контрольных галсов;
- оценку соотношения сигнал/шум.

Данные НСАП будут обрабатываться на борту судна по мере накопления. Обработка сейсмических данных будет происходить в два этапа.

Первый этап, целью которого является получение экспресс результатов в виде временных разрезов, будет выполнен на борту судна. При этом экспресс обработка позволит наметить процедуры окончательной обработки.

Второй этап – этап камеральной обработки сейсмических данных.

Последовательность обработки и контроля качества материалов на борту судна планируется следующей:

- ввод данных и форматирование;
- присвоение геометрии и редактирование трасс (отбраковка трасс);
- ввод статических поправок за волнение моря;
- восстановление амплитуд;
- подавление высокоамплитудных помех (опция);
- полосовая фильтрация;
- деконволюция;
- подавление кратных волн (опция);
- подавление волн-спутников (опция);
- миграция (опция);
- запись сейсмического разреза в формате SEG-Y.

Вышеописанная последовательность может корректироваться исходя из качества получаемых данных и специфики шумов, которые будут присутствовать на получаемых сейсмических записях по согласованию с Заказчиком.

6.2.5 МНОГОЛУЧЕВОЕ ЭХОЛОТИРОВАНИЕ

Контроль качества батиметрических данных и их первичная обработка будут обрабатываться на борту судна по мере их накопления.

Процедура контроля качества включает:

- проверка целостности данных;
- сличение данных основных и запасных навигационных устройств (при наличии) для проверки наличия грубых ошибок;
- оценка качества позиционирования;
- анализ сходимости данных в точках пересечения галсов.

Первичная обработка батиметрических и навигационных данных будет осуществляться в программном пакете QINSy Cloud (или аналогичном) на борту судна, финальная – обработка в камеральных условиях.

Обработки данных включает:

- Анализ и отбраковку грубых ошибок;
- Вычисление позиций глубин;
- Введение поправок за скорость звука;
- Введение поправок за заглупление приемоизлучателя эхолота;
- Введение предрасчетных поправок за колебание уровня моря;
- Построение батиметрической карты.

Любые обнаруженные расхождения будут изучены, определены причины их возникновения и приняты необходимые меры. В ходе полевой обработки данных будут вводиться поправки за колебания уровня моря, рассчитанные по Таблицам приливов на ближайший к району работ уровневый пункт. Наблюдаемые поправки колебания уровня моря будут введены в батиметрические данные после камеральной обработки данных регистраторов.

6.2.6 ГИДРОЛОКАЦИЯ БОКОВОГО ОБЗОРА

Контроль качества гидролокационных данных и их первичная обработка будут обрабатываться на борту судна. Финальная обработка данных будет проведена в камеральных условиях

В результате полевой обработки ГЛБО будут построены предварительные мозаики, а также составлен предварительный каталог целей ГЛБО.

Процедура контроля качества включает:

- проверка целостности данных;
- сличение позиций объектов, обнаруженных на смежных полосах съемки.

Для построения мозаики данные ГЛБО будут предобработаны по следующему графу:

- коррекция навигационных данных;
- определение первых вступлений и ввод поправки за наклонную дальность;

- регулировка усиления.

Для обработки и контроля качества данных ГЛБО будет использоваться программный пакет SonarWiz5 или аналогичный.

6.2.7 ГИДРОМАГНИТНАЯ СЪЕМКА

Наборный контроль качества данных гидромагнитной съемки включает в себя:

- Проверку целостности магнитных данных;
- Проверку данных на наличие грубых ошибок и шумов;
- Построение графиков наблюденного магнитного поля Земли.

Также будет проведена предварительная обработка материалов гидромагнитной съемки, включающая следующие процедуры:

- переформатирование данных, зарегистрированных градиентометром SeaSPY, в формат программы MAG;
- ввод и редактирование координат и измеренных значений приращений модуля вектора магнитного поля по двум датчикам градиентометра SeaSPY;
- вычисление градиента по данным измерений двумя каналами
- вычисление поправок за девиацию (предусмотрен учет неидентичности каналов градиентометра методом фиктивного датчика в скользящем окне при автоматизированном подборе количества точек в палетке и степени сглаживания вычисленной девиации);
- вычисление магнитного поля (Твыч.) по градиенту $\Delta T/\Delta l$ с учетом вычисленной девиации;
- увязка наблюдений и оценка погрешности съемки;
- построение предварительных карт и графиков аномалий магнитного поля.

Для обработки и контроля качества данных гидромагнитной съемки будут использоваться следующие программные комплексы: MAG, Surfer 10, ArcView GIS 3.2. и Adjust или аналогичные.

6.2.8 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ БУРЕНИЕ

В процессе бурения скважин будут контролироваться буровым мастером, сменным геологом и начальником партии:

1. Давление на забой;
2. Обороты вращателя;
3. % выхода керна;
4. Технология отбора и хранения образцов.

По завершению работ на каждой скважине будет составляться в электронном виде буровой журнал куда будет вноситься уточненная (по данным судовой лаборатории) информация о вскрытом разрезе, все параметры бурения, данные об отобранных образцах и вставляться материалы фотодокументирования керна.

6.2.9 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Пробы грунтов нарушенной и ненарушенной структуры после прибытия судна в порт будут доставлены в береговую лабораторию. В зависимости от состояния в лаборатории они будут проанализированы на следующие виды испытаний:

- естественная влажность;
- объемный вес;
- гранулометрический состав;
- относительная плотность;
- определение пределов пластичности глинистых грунтов;
- прочностные показатели;
- угол внутреннего трения;
- определение коррозионной активности грунтов по отношению к стали.

Программа лабораторных исследований может быть изменена и дополнена, и будет утверждена Заказчиком после демобилизации бурового судна.

6.3 **Отчетность**

Подрядчик по проведению экспедиционных исследований будет передавать Заказчику следующие отчетные материалы:

- отчёт о подготовке к работам и завершении мобилизации с материалами аудитов, калибровок, проверок и тестирований после завершения этапа мобилизации;
- ежедневные, еженедельные и ежемесячные отчеты с каждого из судов в процессе работ с момента начала мобилизации в порту мобилизации до момента завершения демобилизации;
- отчёт о выполнении полевых работ и завершении демобилизации с материалами исследований после завершения этапа морских полевых работ и демобилизации;
- технический отчёт с текстовыми и графическими приложениями.

Все указанные отчёты и материалы предоставляются как в электронном, так и в бумажном виде.

Окончательный состав отчётов, полевых материалов и обработанных данных для передачи Заказчику и в Фонды будет согласован перед началом работ.

Технический отчёт с текстовыми и графическими приложениями, включающий результаты всех видов работ и исследований, выполненных на площадке по Программе, будет составлен в соответствии с требованиями СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» и соответствующих СП:

- СП 11-114-2004 «Инженерные изыскания на континентальном шельфе для строительства морских нефтегазопромысловых сооружений»,
- СП 11-104-97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства». Часть III. Инженерно-гидрографические работы при инженерных изысканиях для строительства»,
- СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ»,
- СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов».

7 ПЛАНИРУЕМЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНЕ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

7.1 Система управления безопасностью судна

До начала выполнения намечаемых работ по Программе Подрядчик обеспечивает соответствующую подготовку персонала и разработает подробный План мероприятий по промышленной безопасности, охране труда и окружающей среды (План ПБОТОС) на период выполнения работ.

Мероприятия по технике безопасности, охране труда и окружающей среды будут разработаны в соответствии с требованиями как корпоративных нормативных документов и стандартов Компании Роснефть, так и отраслевых инструкций и нормативных документов РФ в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды.

План ПБОТОС будет согласован с Заказчиком и предоставлен в распоряжение всего персонала, задействованного для выполнения намечаемых работ, включая субподрядчиков.

Заказчик и Подрядчики по выполнению намечаемых экспедиционных исследований гарантируют, что риски, связанные с воздействием на здоровье персонала и окружающую среду, будут находиться под их управлением. При планировании намечаемой деятельности приоритетное внимание уделяется предотвращению аварий, инцидентов, травмирования, ухудшения здоровья персонала и снижению неблагоприятного воздействия на окружающую среду.

Ниже приводятся основные планируемые мероприятия по технике безопасности, охране труда и окружающей среды при выполнении различных видов работ в составе намечаемых РИГР.

7.2 Техника безопасности

7.2.1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исполнитель работ несет ответственность за проведение работ по Программе в соответствии с целевыми установками Заказчика: обеспечение безопасности персонала, безаварийная работа судов и оборудования, максимально бережное отношение к окружающей среде и ее обитателям.

На борту каждого судна четко определяются роли и обязанности каждого члена экипажа в отношении охраны труда и окружающей среды. В повестку дня ежедневных совещаний должны включаться вопросы по технике безопасности, охране труда и окружающей среды.

Экспедиционные исследования на море проводятся при обязательном наличии технологических схем (карт) ведения отдельных видов (операций) этих работ, в которых должны быть четко определены приемы и способы их безопасного выполнения в соответствии с требованиями РД 08-37-95.

Перед пуском механизмов, включением аппаратуры и приборов, спуском

инженерно-технического оборудования в водную толщу, на дно или в скважину должен быть дан предупредительный сигнал. Значение сигналов должно быть известно всем работающим.

Все наиболее опасные производственные зоны должны быть оборудованы системами видеонаблюдения; в зоне каждой рабочей площадки должны быть определены места, где обеспечивается безопасность находящихся там людей при обрывах канатов, тросов, поломке блоков, устройств и механизмов. Эти места рабочей площадки должны быть обозначены знаками безопасности.

В процессе работ между операторским помещением, рабочими местами на палубе, местом управления лебедкой, компрессорным помещением, пультом управления источником сейсмических сигналов и ходовым мостиком судна должна существовать бесперебойная двусторонняя телефонная или громкоговорящая связь.

О начале и окончании работ, включении в питающую линию электрического тока, поступлении в пневмосеть сжатого воздуха или пара, запуске пожароопасного или взрывоопасного устройства и прочих устройств с повышенной опасностью объявляется по трансляции судна через вахтенного помощника капитана.

Пуск компрессора, водяного пара, подача рабочей среды к источнику сейсмических сигналов, спускоподъемные операции с геофизической аппаратурой или геотехническим оборудованием, включение электрического тока в питающую линию производятся с разрешения руководителя работ или лица, его замещающего, при наблюдении и по согласованию с вахтенным помощником капитана.

При эксплуатации аккумуляторных батарей, зарядных устройств в аккумуляторных помещениях должны соблюдаться соответствующие требования безопасности. Система вентиляции должна быть независимой и обеспечивать удаление воздуха из верхней зоны вентилируемых помещений. Наружные отверстия вытяжных каналов выполняются таким образом, чтобы исключалась возможность попадания в них морской воды и атмосферных осадков. Внутренние поверхности вытяжных каналов, а также вентиляторов надежно защищаются от воздействия электролита.

В операторском помещении должны находиться схема и выключатель электрического питания всей геофизической аппаратуры или геотехнического оборудования.

Запрещается использовать технические средства геофизических и инженерно-геологических работ, а также вспомогательного судового оборудования на параметрах, превышающих их паспортные технические характеристики.

Запрещается использование погружного и донного оборудования, прокладка временных кабельных линий на дне и т.п. в местах ограничений для якорной стоянки судов.

Ведение инженерно-геологических работ с помощью набортного

оборудования должно производиться при надежной установке судна на якорях, при благоприятных гидрометеорологических условиях. В случае наступления неблагоприятных условий решение о прекращении работ принимается капитаном судна (несет ответственность за безопасность судна) и начальником полевой партии (ответственность за безопасность производства работ). Решение принимается по совокупности факторов.

Работа с пневмоисточниками может быть прекращена при достижении силы ветра и высоты волны соответствующих 5-6 баллам по шкале Бофорта: ветер 8-13,8 м/с, высота волн 2-4 м.

Пробоотбор и бурение также лимитируются двумя параметрами силой ветра и высотой волны. По техническим требованиям крановые операции на судне должны прекращаться при крене судна 5° и более. Как правило, неблагоприятные погодные условия для бурения и пробоотбора также формируются при скорости ветра и высоте волны превышающих 5-6 баллов по шкале Бофорта.

Морское дно в местах бурения инженерно-геологических скважин должно быть изначально обследовано сейсмикой высокого разрешения, сейсмикой сверхвысокого разрешения, сейсмикой ультравысокого разрешения, непрерывным сейсмоакустическим профилированием, МЛЭ, магнитометром и гидролокатором бокового обзора для оценки вероятности присутствия на дне различного рода препятствий, которые могут представлять опасность при выполнении работ по отбору керна.

7.2.2 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПНЕВМАТИЧЕСКИМИ ИСТОЧНИКАМИ

Сборку, подключение и спускоподъемные операции ПИ следует производить на специальном месте на палубе судна. Размер рабочего места при этом должен соответствовать габаритам одиночного или группового ПИ, обеспечивая его беспрепятственное размещение и свободный доступ обслуживающего персонала. Пневмолиния должна иметь манометр и вентиль для экстренного выпуска сжатого воздуха в атмосферу.

Компрессор должен располагаться в специально отведенном месте или помещении, в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

Металлические трубы (рукава высокого давления) пневмосети, закрепленные на палубе и в помещениях, должны быть защищены металлическими или деревянными кожухами, рассчитанными на случай разрыва пневмолинии, и располагаться не ближе 0,5 м от электрооборудования. Все трубы и рукав, используемые в пневмосети, должны быть рассчитаны на полуторное рабочее давление и иметь заводскую маркировку или документацию (сертификат). Пневмосеть не должна прокладываться через жилое помещение и в местах постоянного пребывания людей.

На пневмомагистрали и компрессоре должны быть установлены предохранительные пневмоклапаны, которые должны быть

отрегулированы и опломбированы.

Каждая пневмосистема при вводе в эксплуатацию, а также после завершения монтажа, ремонта, перерыва в эксплуатации свыше одного года или по усмотрению лица, осуществляющего надзор, должна быть подвергнута пневматическим (гидравлическим) испытаниям. При этом давление должно плавно повышаться до величины не менее 1,25 номинального и выдерживаться не менее 10 минут, после чего постепенно снижаться до номинального. При подаче пробного давления люди должны быть удалены в безопасное место.

Перед началом работ должны проверяться:

- магистраль на остаточное давление;
- исправность клапана поддержания давления;
- исправность специального поплавка (понтон) для удерживания ПИ в подвешенном состоянии.

Все ремонтные работы с компрессорами должны выполняться при остановленном компрессоре, из компрессора должен быть выпущен сжатый воздух, у электрокомпрессоров необходимо отключить источники питания.

До начала спуска или подъема источников необходимо предусмотреть меры по предупреждению соударения.

Спуск и подъем ПИ следует осуществлять на малом ходу или при остановке судна под наблюдением лица, ответственного за ведение работ с ПИ. Спуск и подъем ПИ производят с помощью грузоподъемного устройства, которое должно обеспечивать операции без соприкосновения ПИ с бортом судна или другой судовой конструкцией.

Расстояние от борта судна и глубина погружения ПИ при производстве работ или испытаний в каждом конкретном случае должны определяться руководителем работ и согласовываться с капитаном судна. Во всех случаях пневмоисточник следует размещать на безопасном расстоянии от корпуса судна.

Подъем ПИ при наличии давления в камере следует допускать только в аварийных ситуациях. Демонтаж ПИ в этом случае должен проводиться при непосредственном участии лица, ответственного за эксплуатацию пневмосистемы, с соблюдением необходимых мер предосторожности.

Запрещается спуск пневмоисточников за борт судна при наличии давления в магистрали и камере.

Подъем пневмоисточников должен производиться после открытия сбросового вентиля при давлении в магистрали и в камере не более 15 атм.

Проверка работоспособности пневмоисточников на борту судна допускается при их размещении непосредственно на палубе или в подвешенном состоянии при заполнении сжатым воздухом давлением не более 40 атм. При необходимости палуба в месте размещения пневмоисточников застилается дополнительным настилом; крепление корпусов пневмоисточников должно обеспечивать их неподвижность при

выхлопе. Заполнение пневмоисточников сжатым воздухом и выхлоп должны производиться после удаления людей в безопасное место.

Запрещается подача сжатого воздуха или азота в камеру ПИ при его профилактическом обслуживании и ремонте.

Во время работы с ПИ запрещается:

- оставлять магистраль под давлением даже при кратковременном перерыве в работе и в случае подъема источников на борт;
- регулировать и ремонтировать предохранительные клапаны;
- применять нерабочие газы;
- находиться на рабочей площадке, не огражденной леерами;
- работать на откидной площадке без подстраховки и средств индивидуальной защиты.

Все ремонтные и профилактические работы с пневмокамерами и пневмолиниями необходимо выполнять при отключенном питании электроклапанов после полного снятия давления и отсоединения от источников подачи воздуха.

7.2.3 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЭЛЕКТРОИСКРОВЫМИ ИСТОЧНИКАМИ (СПАРКЕРАМИ)

При использовании в качестве источников сейсмических сигналов электроискровых источников (спаркеров) требуется соблюдение ниже представленных требований по технике безопасности.

Пульт управления источником поля, узлы электроисточника, генератор электромагнитного поля должны располагаться в изолированных помещениях на судне. Временный монтаж электроисточника на палубе судна необходимо выполнять в контейнере, защищенном от проникновения морской воды и атмосферных осадков.

Оператор электроисточника, кроме штатной спецодежды, должен быть обеспечен диэлектрическими перчатками и обувью, а его рабочее место покрыто диэлектрическим ковриком.

Перед производством работ необходимо:

- проверить работу разрядного устройства (искровой разрядник, игнитрон и т.д.) без включения высокого напряжения;
- опустить разрядный кабель в воду на рабочую длину и глубину;
- выставить ограждения опасной зоны и предупредительные знаки.

Высокое напряжение следует включать только при подключенном кабеле нагрузки, при этом напряжение в питающей сети не должно превышать номинальное значение более чем на 10 %.

При работе с напряжением 1000 В и выше сопротивление изоляции цепи должно составлять не менее 1500 Ом на 1 В номинального напряжения.

При ведении ремонта на пульте управления должен вывешиваться предупреждающий знак, и приняты меры к предотвращению подачи напряжения на пульт. Ремонтные и профилактические работы следует

проводить после полного разряджения накопителя и наложения временных заземлений.

По окончании работы необходимо отключить электроисточник от питающей сети и убедиться в отсутствии высокого напряжения на накопительных конденсатах, разрядив их специальным разрядником с диэлектрической рукояткой. Кабель нагрузки должен извлекаться из воды после выключения и снятия высокого напряжения.

7.2.4 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С СЕЙСМИЧЕСКИМИ КОСАМИ

Все подготовительные операции, связанные с монтажом и демонтажем сейсмокос, следует выполнять на палубе судна. Спуск и подъем сейсмокос выполняются под руководством ответственного лица, назначаемого приказом (распоряжением) руководителя работ.

Спуск и подъем сейсмических кос должны производиться с помощью морских сейсмических лебедок, установленных на судне. Ежедневно перед началом спускоподъемных операций с помощью лебедок необходимо проверить исправность тормозных устройств и заземления лебедки.

Спуск и подъем буксируемых сейсмокос должны производиться плавно при движении судна на малом ходу. Лицо, управляющее сейсморазведочной лебедкой, должно видеть косу на всем ее протяжении от барабана лебедки до места входа косы в воду. Лицо, наблюдающее за спуском и подъемом сейсмической косы, должно находиться у пульта управления лебедкой. При обрыве сейсмической косы или намотке ее на винт оператор обязан сообщить об этом вахтенному помощнику капитана и руководителю работ.

Спуск и подъем косы вручную допускается только в аварийных ситуациях.

Во время спуска и подъема сейсмической косы запрещается:

- наступать на шланг косы при вытравлении ее за борт или при ее подъеме;
- направлять руками наматываемые шланги сейсмической косы на барабан лебедки;
- освобождать руками косу в случае ее зацепления за направляющий ролик;
- находиться за лебедкой барабана на линии движения сейсмической косы.

Профилактические и ремонтные работы с косой должны проводиться при остановленной сейсмической лебедке.

7.2.5 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МАГНИТНОЙ СЪЕМКИ, СЪЕМКИ ГЛБО И НЕПРЕРЫВНОГО СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ

Перед пуском механизмов, включением аппаратуры и приборов должен быть дан предупредительный сигнал. Значение сигналов должно быть известно всем работающим.

Запрещается использовать технические средства на параметрах, превышающие их паспортные технические характеристики.

Перед началом спускоподъемных операций необходимо проверить надежность крепления тросов и кабелей к корпусам и соответствующим кольцам и разъемам на корпусах забортного оборудования.

Спуск и подъем забортного оборудования необходимо производить плавно на малом ходу грузоподъемным устройством или вручную. После спуска забортного оборудования кабель-тросы должны быть надежно закреплены на судне.

При проведении работы в ночное время и в тумане должно быть обеспечено освещение забортного пространства до места погружения забортного оборудования.

7.2.6 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ БАТИМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ (МНОГОЛУЧЕВОГО ЭХОЛОТИРОВАНИЯ)

Установку и крепление забортных устройств (штанги) с излучателем акустических сигналов следует производить в дрейфе или на стоянке судна.

Обтекатель с вибратором (излучателем акустических сигналов) должен устанавливаться и подниматься при обесточенном эхолоте.

Перед началом работ, после их окончания, а также после любого изменения пространственного положения забортных устройств (штанги) с излучателем должна быть выполнена калибровка многолучевого эхолота.

7.2.7 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОБООТБОРЕ

Запрещается одновременно проводить несколько видов пробоотбора с использованием набортного и погружного геологоразведочного оборудования на судах, не имеющих подруливающих устройств.

В период проведения пробоотборных работ в ночное время должно быть обеспечено освещение как рабочей площадки, так и места выхода пробоотборного средства из воды.

Пробоотбор производится с судна в дрейфе или на якорь, в зависимости от конструкции трубки, технологии работ и типа судна. При пробоотборе в зоне шельфа на точке (грунтовых станциях) несколькими техническими средствами судно должно стоять на якорь.

При пробоотборе должен быть обеспечен количественный состав обслуживающего персонала в соответствии с инструкцией по эксплуатации данного технического средства и вида грузоподъемного устройства.

Для проведения бортовых спускоподъемных операций с грунтовыми трубками следует использовать специальный захват-кантователь.

Во время выполнения спуска пробоотборные средства должны выводиться на максимально возможное расстояние от борта судна и на высоте не менее 0,5-1,0 м над фальшбортом — то же при подъеме пробоотборника и его заводе на борт.

Запрещается во время спуска, подъема и извлечения пробы из пробоотборника:

- располагаться на линии движения троса с пробоотборниками или под грузовой стрелой;
- держать пробоотборник над палубой в подвешенном состоянии длительное время, а также удерживать его от раскачивания непосредственно руками;
- поправлять стропы и перемещать пробоотборник, когда он находится в неустойчивом положении;
- извлекать из пробоотборника образцы грунта на весу;
- расстропливать пробоотборник раньше, чем он будет надежно установлен на подставке.

7.2.8 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПОГРУЖНЫМ И ДОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Перед выполнением заборных работ с погружным или донным оборудованием должны быть детально изучены микрорельеф дна и свойства донных отложений на месте укладки погружного оборудования.

Запрещается подъем на борт судна погружного или донного оборудования или их элементов, если на палубе не подготовлено место для их расположения и надежного крепления после окончания испытаний.

В случае если погружная установка и ее элементы после подъема на палубу судна займут значительную ее часть, для экипажа и сотрудников должны быть устроены безопасные ходы и проходы.

При устройстве безопасных ходов и переходов скатывающиеся материалы и части оборудования (трубы, шланги, бревна, бочки и т.д.) должны укладываться торцом к ходам и надежно крепиться.

Все инженерно-геологическое и вспомогательное оборудование, а также материалы на палубе судна должны располагаться так, чтобы был обеспечен свободный и безопасный доступ к лебедкам, грузовым стрелам, трапам, средствам спасения и пожаротушения.

Если элементы установки находятся в подвесном положении, то должны быть установлены ограничивающие опасную зону леера и соответствующий знак.

После завершения работ, перед отрывом от дна и подъемом тяжелой погружной установки грузовая лебедка должна быть проверена старшим механиком судна, который несет ответственность за ее работу.

7.2.9 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДОННОЙ УСТАНОВКОЙ

При ведении испытаний методами статического зондирования необходимо:

- систематически проверять надежность крепления установок, состояние соединений и т.п.;
- проверять надежность работы гидравлических систем установки статического зондирования.

7.2.10 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СКВАЖИННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Подготовка к бурению, проходка и крепление скважин для ведения скважинных инженерно-геологических работ на шельфе должны проводиться в соответствии с требованиями безопасности бурения скважин на море, изложенными в РД 08-37-95 «Правила безопасности ведения морских геологоразведочных работ».

Применяемые при скважинных исследованиях тросы, трос-кабели и шлангокабели должны соответствовать техническим требованиям, предъявляемым к ним используемым оборудованием и аппаратурой.

Все типы судов, с помощью которых на шельфе проводятся скважинные работы, должны быть снабжены комплектом якорей, обеспечивающим устойчивость положения на точке работ при любой категории донных грунтов (кроме скальных). В случае работ на больших глубинах суда должны иметь систему динамического позиционирования (DP).

Перед перемещением судна на новую точку испытаний необходимо:

- буровое и инженерно-геологическое оборудование привести в транспортное положение и надежно закрепить;
- проверить готовность к немедленному использованию всех систем, устройств и оборудования судна, обеспечивающих его живучесть и непотопляемость;
- проверить исправность спасательных, сигнальных и навигационных средств;
- задраить все люки, иллюминаторы и отверстия, находящиеся в отсеках корпуса и надстройках судна.

7.3 Охрана труда

Охрана труда в период подготовки и в процессе проведения намечаемых РИГР будет обеспечиваться выполнением обязательных мероприятий.

7.3.1 РУКОВОДИТЕЛЬ РАБОТ

Руководитель работ, назначаемый приказом руководителя Компании-Подрядчика, является ответственным за ПБОТОС, а также выполнение требований системы управления ПБОТОС всем личным составом экспедиции.

Руководитель работ несет ответственность за своевременное проведение всех видов инструктажей персонала, а также за подготовку геофизического и геологоразведочного оборудования к работам, его исправное техническое состояние и безопасную эксплуатацию во время работ.

Руководитель работ должен регулярно проверять места выполнения работ на морских судах и принимать немедленные меры по устранению выявленных недостатков и замечаний.

7.3.2 ПЕРСОНАЛ

Подрядчиком будет предоставлено достаточное количество персонала для выполнения намечаемых работ. Персонал будет обучен надлежащим

образом, квалифицирован и способен к выполнению назначаемых ему задач. Все работники получают надлежащее официальное введение в должность или профориентацию, а также любое обучение, необходимое для подготовки к безопасному и эффективному выполнению должностных обязанностей.

К выполнению намечаемых работ будут допущены работники:

- достигшие восемнадцатилетнего возраста;
- прошедшие медицинский осмотр для определения пригодности по состоянию здоровья к работе по профессии и по виду работ;
- сдавшие ежегодный экзамен и экзамен перед выездом на полевые работы на знание правил, норм и инструкций по технике безопасности;
- прошедшие обучение использованию средств индивидуальной защиты (СИЗ);
- прошедшие надлежащее обучение выживанию на море и сертифицированные в соответствии с конвенцией Международной морской организации (ММО) «СОЛАС-74».

Весь привлекаемый персонал будет иметь медицинскую страховку на все время проведения работ.

Сотрудники экспедиции по прибытию на судно проходят вводный инструктаж по охране труда, инструктажи по правилам поведения на судне, правилам техники безопасности на судах морского флота, действиям в аварийных ситуациях. Сотрудники экспедиции также будут ознакомлены с местами расположения аварийно-спасательных средств, средств пожаротушения и тем, как ими пользоваться. Кроме этого, в районе работ до начала работ они также пройдут инструктаж по технике безопасности применительно к специфике местных условий.

Во время проведения работ будут проводиться еженедельные собрания по ПБОТОС, которые должны будут посещать все свободные члены персонала в установленном порядке.

7.3.3 СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Все сотрудники экспедиции обеспечиваются соответствующими СИЗ, необходимыми для безопасного производства работ с учётом физико-географических и климатических условий региона и времени года.

Выдаваемые СИЗ должны быть в исправном состоянии и иметь соответствующие сертификаты (паспорта), подтверждающие их техническую пригодность и соответствие выполняемому виду работ.

Осмотр, эксплуатация, хранение и сохранение СИЗ в хорошем состоянии выполняются согласно рекомендациям и требованиям производителя, а хранение протоколов осмотров осуществляется по необходимости.

Во время проведения намечаемых работ Подрядчиком будет строго контролироваться правильное использование надлежащих СИЗ. Вне жилого модуля на морских судах обязательно будут носиться следующие

СИЗ: каски, защитные очки, перчатки надлежащего типа и защитная обувь. Защитная обувь должна иметь химически стойкие и маслостойкие подошвы и каблуки. В пределах жилого блока и аппаратных помещений СИЗ будут носиться в зависимости от опасностей, связанных с выполняемой задачей. Одежда работника должна быть подходящей к виду выполняемой работы, погодным условиям и условиям окружающей среды. Она должна быть в хорошем состоянии, и в ней не должно быть свободно болтающихся или рваных элементов, поскольку они могут запутаться в подвижных деталях машин, канатах, цепях или другом оборудовании. Работникам запрещается работать без одежды, закрывающей спину, в обрезанных штанах или шортах и рубашках без рукавов.

Участки, для нахождения на которых требуются специальные СИЗ (например, участки с высоким уровнем шума, или места хранения химических веществ) будут отмечены заметными знаками, чтобы работники знали о дополнительных требованиях к СИЗ.

Все сотрудники экспедиции будут обеспечены в достаточном количестве спасательными жилетами и спасательными костюмами надлежащих размеров. Спасательные жилеты будут размещены в жилых помещениях, на рабочих местах и местах сбора таким образом, чтобы они были легкодоступны. Их положение и инструкции по надеванию должны быть хорошо видны.

Персонал, работающий вблизи внешних сторон палубы при установке и демонтаже морского оборудования и/или при других работах, при которых существует риск падения за борт, будет обеспечен надлежащими ремнями безопасности и спасательными тросами. Спасательные тросы и ремни безопасности нужно крепить к надёжной опоре, которая должна быть сертифицирована при возможности. Участки, на которых необходимо использование ремней безопасности и спасательных тросов, будут чётко обозначены.

Работники будут носить индивидуальные спасательные надувные средства надлежащего типа при работе на местах, в которых существует вероятность падения в воду.

7.4 Охрана окружающей среды

В период подготовки и в процессе проведения экспедиционных исследований будут реализованы мероприятия по охране окружающей среды. В состав основных мероприятий, направленных на охрану окружающей среды, входят:

- согласование сроков, участков и видов работ с уполномоченными государственными органами;
- строгое выполнение требований и ограничений российского и международного законодательства, направленных против загрязнения окружающей среды, главным образом «Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов, МАРПОЛ 73/78»;
- соответствие используемых судов международным требованиям и стандартам, в частности оборудование судов устройствами сбора

загрязненных льяльных, сточных, промывочных вод, накопительными емкостями для их хранения, а также специальными очистными установками;

- проведение регламентированного портового обслуживания судов;
- использование при работе судов топлива легких фракций;
- применение для выполнения работ технологического, геофизического и геотехнического оборудования с минимальным воздействием на окружающую среду;
- эксплуатация оборудования со звукоизолирующими кожухами, глушителями, предусмотренными конструкцией;
- правильное ориентирование световых приборов на судах; недопущение горизонтальной направленности лучей прожекторов; использование осветительных приборов с ограничивающими свет кожухами;
- периодический профилактический осмотр и ремонт оборудования и механизмов для недопущения непреднамеренного ущерба;
- запрет на сброс в море неочищенных сточных вод и твердых отходов;
- сброс в море в любой точке акватории только нормативно-чистых вод (из систем охлаждения двигателей судов);
- сброс в море нормативно-очищенных вод (очищенных сточных вод) и пищевых отходов только на удалении более 12 миль (22,23 км) от берега (Приложение V Конвенции МАРПОЛ 73/78);
- применение «мягкого старта» - постепенного начала и прекращения работы сейсмоисточников при выполнении сейсмики высоко разрешения, с использованием группового ПИ типа Volt;
- установка вокруг исследовательских судов «зоны безопасности» для морских млекопитающих;
- выполнение требований «Плана защиты морских млекопитающих», который является ключевым природоохранным мероприятием и разработан в целях соблюдения требований международного (Guidelines for Minimizing Acoustic Disturbance..., 2004) и российского природоохранного законодательства в части охраны морских биоресурсов и минимизации потенциального негативного воздействия на морских млекопитающих (Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»; Федеральный закон от 24.04.1995 № 52-ФЗ «О животном мире»).

Более подробно мероприятия по охране окружающей среды при выполнении намечаемых работ представлены в соответствующих разделах тома 2 «Оценка воздействия на окружающую среду».

8 СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности морских объектов нефтегазового комплекса».
2. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
3. Федеральный закон от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах».
4. Федеральный закон от 24.04.1995 № 52-ФЗ «О животном мире».
5. Федеральный закон от 30.11.1995 №187-ФЗ «О континентальном шельфе Российской Федерации»
6. Постановление Правительства РФ от 18 сентября 2020 г. N 1487 «Об утверждении Правил плавания в акватории Северного морского пути».
7. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 15 декабря 2020 года N 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» (с изменениями и дополнениями).
8. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов от 02 ноября 1973 г., измененная Протоколом 1978 г. (МАРПОЛ 73/78) (Лондон, ратифицирована СССР). МППСС-72. Международные правила предупреждения столкновения судов в море.
9. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов
10. ГОСТ 16821-91. Сейсморазведка. Термины и определения.
11. ГОСТ 21.302-2013 «Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям».
12. ГОСТ Р 53579-2009 «Система стандартов в области геологического изучения недр (СОГИН). Отчет о геологическом изучении недр. Общие требования к содержанию и оформлению».
13. РД 03-615-03. Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
14. РД 08-37-95. Правила безопасности ведения морских геологоразведочных работ.
15. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства.
16. СП 11-103-97. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства.
17. СП 11-104-97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Часть III. Инженерно-гидрографические работы при инженерных изысканиях для строительства.
18. СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ»,
19. СП 11-114-2004 Инженерные изыскания на континентальном шельфе для

- строительства морских нефтегазопромысловых сооружений.
20. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
 21. ПЗ-05.01 П-01 «Политика Компании в области промышленной безопасности и охраны труда».
 22. ПЗ-05.02 П-01 «Политика Компании в области охраны окружающей среды».
 23. П4-05 СД-021.01 «Стандарт компании Роснефть. Требования в области промышленной и пожарной безопасности, охраны труда и окружающей среды к организациям, привлекаемым к работам и оказанию услуг на объектах компании и арендуящим имущество компании».
 24. Правила Гидрографической службы № 35. Приведение глубин к уровню (ПГС№35).- Изд-во ГУ ВМФ СССР.- 1956.- 193 с.
 25. Правила Гидрографической службы № 4. Съёмка рельефа дна. Ч.2. Требования и методы (ПГС№4). Л.: ГУНиО МО СССР, 1984. 263 с.
 26. Сборник отраслевых нормативов на морские инженерно-геологические исследования и изыскания. Минтопэнерго РФ, ПО «Союзморгео». Мурманск. 1994.
 27. Гончар А.И., Донченко С.И., Шлычек Л.И. 2006. Современные технические средства профилирования дна // Гидроакустический журнал (Гідроакустичний журнал (Проблеми, методи та засоби досліджень Світового океану)), 3, 120-128
 28. Guidelines for Minimizing Acoustic Disturbance to Marine Mammals from Seismic Surveys. Joint Nature Conservation Committee. Aberdeen., U.K.: Joint Nature Conservation Committee. 2004.
 29. Шельфовые осадочные бассейны Российской Арктики: геология, геоэкология, минерально-сырьевой потенциал / под ред. д-ра техн. наук Г. С. Казанина ; АО «МАГЭ». — Мурманск ; СПб. : «Реноме», 2020. — 544 с.