

Общество с ограниченной ответственностью
«ПетроГазТех шельф-сервис»

УТВЕРЖДАЮ:

Технический директор
ООО «Сахалинская Энергия»
_____ Т.Н. Гафаров

«26» 03 2024 г.

**ПРОГРАММА
ПРОБНОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЕГКИХ УПРАВЛЯЕМЫХ НАДВОДНЫХ
АППАРАТОВ (ЛУНА-С)
НА ЛУНСКОМ ЛИЦЕНЗИОННОМ УЧАСТКЕ**

Руководитель отдела гидрографии
ООО «ПетроГазТех шельф-сервис»



Е.Г. Малышев

Южно-Сахалинск, 2024 г.

Содержание

Содержание	2
Введение	3
1. Краткая характеристика природно-климатических условий	4
2. Организация выполнения полевых работ	5
3. Применяемое оборудование и его характеристики.....	8
3.1. Система регистрации 1 (опорная)	10
3.2. Система регистрации 2 (тестируемая).....	11
3.3. Пневматический источник «Малыш».....	12
3.3.1. Акустические характеристики группы пневматических излучателей	13
3.3.2 Частотные характеристики и диаграммы направленности групп	16
3.4. Характеристики контроллера «Sniper»:	21
4. Характеристики судна, выполняющего полевые работ в рамках пробной сейсмической съемки	22
5. Технология проведения пробной сейсмической съемки	23
5.1. Этапы производства работ.....	23
5.2. Позиционирование приемников.....	28
5.3. Позиционирование источника.....	28
5.4. Параметры регистрации сейсмических данных	28
5.5. Контроль качества полевого материала	29
5.6. Отчетная документация	30

Введение

ООО «Сахалинская Энергия» является оператором проекта «Сахалин-2» и ведет свою деятельность по полномасштабному освоению лицензионных участков Пильтун-Астохского и Лунского нефтегазоконденсатных месторождений.

Лунское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в северо-восточной части шельфа о. Сахалин в границах территориального моря Российской Федерации, на акватории Охотского моря и разрабатывается с морской стационарной ледостойкой платформы «Лунская-А» (ЛУН-А).

Глубина моря в акватории месторождения составляет 35-60 м (в центральной части месторождения – около 47 м). Лицензионный участок недропользования находится на удалении около 50 км к юго-востоку от пгт. Ноглики Сахалинской области.

«Программа пробной сейсмической съемки с применением легких управляемых надводных аппаратов «ЛУНА-С» на Лунском лицензионном участке» (далее - Программа) подготовлена ООО «ПетроГазТех шельф-сервис» (далее - Общество). Заказчиком Программы выступает ООО «Сахалинская Энергия».

Программой предусмотрено выполнение пробной сейсмической съемки на основе применения инновационной технологии сбора морских сейсморазведочных данных посредством использования плавающих автономных сейсмических буев. Проведение пробной сейсмической съемки двумя независимыми регистрирующими системами — донным кабелем MarshLine-2С и надводными буями типа ЛУНА-С для последующего сравнения полученного материала с надводных буев по отношению к материалу, зарегистрированному донными датчиками.

Основной **целью** выполнения работ Программы является **подготовка к полномасштабному проекту сейсмомониторинга**: результаты пробной съемки позволят Обществу обосновать применение сейсмических буев во время 4Д кампании на Лунском лицензионном участке, запланированной на навигационный сезон 2025 года. Кампании сейсмомониторинга на объектах ООО «Сахалинская Энергия» выполняется регулярно с целью мониторинга разработки и обеспечения безопасной эксплуатации месторождений.

Исполнителем работ «Программы пробной сейсмической съемки с применением легких управляемых надводных аппаратов «ЛУНА-С» на Лунском лицензионном участке» является специализированная организация ООО «Петрогазтех Шельф-Сервис».

Период выполнения Программы – август - октябрь 2024 года.

Продолжительность проведения морских полевых работ – не более 7 дней по 8 часов в сутки.

Координаты участка опытной сейсмической съемки:

D	WGS 84 UTM Zone 54N		WGS 84			
	X	Y	Longitude DMS	Latitude DMS	Longitude DD	Latitude DD
	680685,21	5697088,83	143°35'50.49"	51°23'46.39"	143,597357	51,396218
	687622,42	5697954,18	143°41'50.72"	51°24'06.26"	143,697421	51,401739
	687884,98	5696041,34	143°42'00.64"	51°23'04.10"	143,700179	51,384471
	680950,91	5695153,1	143°36'00.67"	51°22'43.48"	143,600186	51,378746

Пробная съемка будет выполнена на площади Лунского лицензионного участка с площадью участка работ - 1354 га.

Основными факторами, формирующими климат Охотского моря, являются географическое положение района в зоне проявления муссонной циркуляции воздушных масс.

Муссонный характер циркуляции атмосферы над Охотским морем определяется взаимодействием главных барических образований: зимой Азиатского антициклона и Алеутского барического минимума, а летом - Северо-Тихоокеанского барического максимума и области пониженного давления над Центральной Азией.

Особенностью географического положения Охотского моря, определяющего режим циркуляции морских водных масс, является значительное пространственное протяжение на значительное расстояние с севера на юг на границе Азиатского материка и Тихого океана.

Данные особенности местоположения определяют существенные различия между природно-климатическими условиями северной и южной частей Охотского моря. Глубокая врезанность северо-западной и северной частей Охотского моря в материк обуславливает континентальные черты и суровость климата в этих зонах.

Непосредственная близость Тихого океана определяет более мягкие черты климата в восточном и южном секторах Охотского моря.

Гидрологические условия в открытом море на удалении от северо-восточного побережья острова Сахалин являются достаточно суровыми.

Район Лунского месторождения находится под воздействием холодного Восточно-Сахалинского течения и отличается низкими значениями как средних годовых температур воды (2-3°C), так и максимальных температур воды на поверхности моря (не превышают 15°C и наблюдаются в июле-сентябре), что определяет низкую самоочищающуюся способность морских экосистем и в целом, низкую активность восстановительных биохимических процессов в морской среде.

На участке акватории Лунского газоконденсатного месторождения имеют место достаточно слабые приливные явления, а также умеренные приливно-отливные течения и колебания уровня моря, вызванные метеорологическими условиями, сформированными в природных условиях.

Параметры волновых процессов в районе морского Лунского месторождения определяются воздействием северных и северо-западных ветров. Наиболее высокие волны наблюдаются в осенние и зимние месяцы. В 50 % случаев наблюдений высота волн составляет 2,5-3 м. В летние месяцы на северо-восточном шельфе острова Сахалин высота волн обычно минимальная и направление волн сильно варьируется в зависимости от преобладающих направлений ветров.

Более шести месяцев в году поверхность моря покрыта льдом, что определяет ограничения проведения морских исследований в границах навигационного периода.

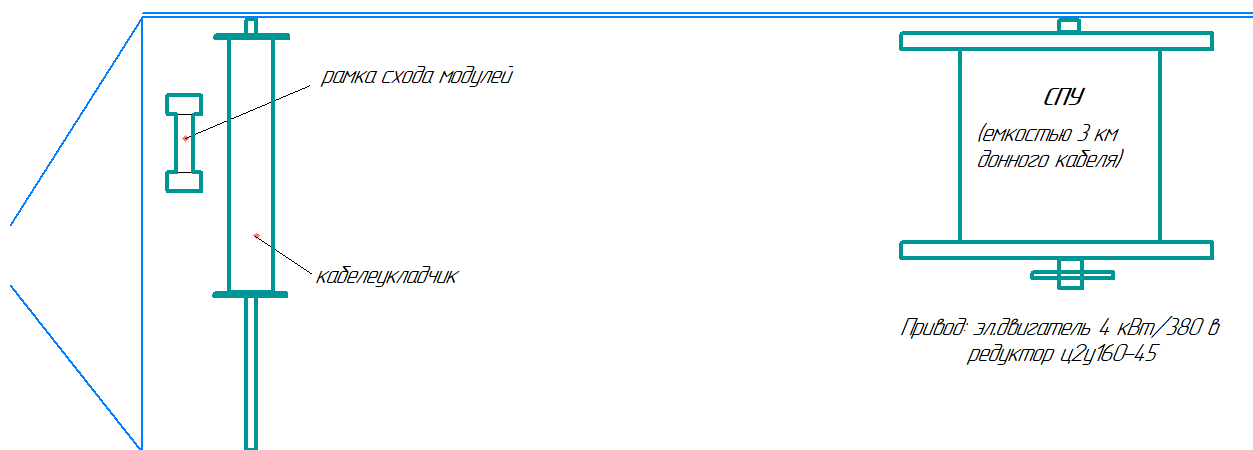
2. Организация выполнения полевых работ

Отправка оборудования для пробной сейсмической съемки планируется сухопутным транспортом по дорогам общего пользования от производственной базы ООО «СИ Технолоджи» в Ростовской области до г. Холмск в Сахалинской области.

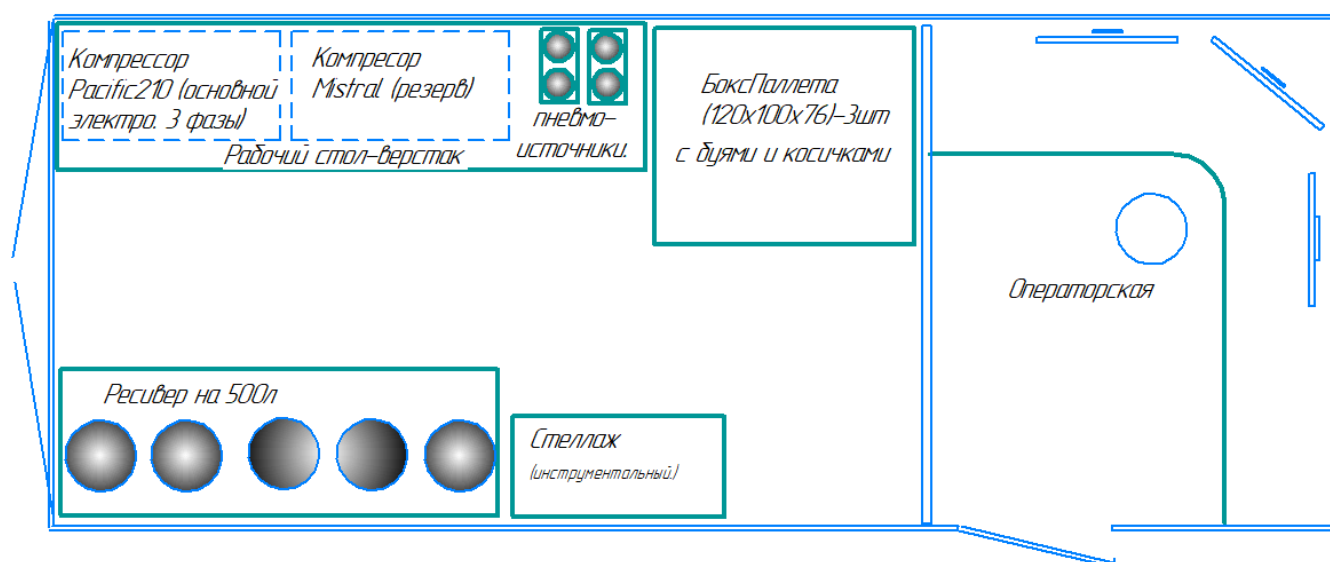
Все оборудование будет отправлено в двух двадцатифутовых контейнерах, сертифицированных производителем, имеющим одобрение ФАУ «Российский Морской Регистр Судоходства» (РМРС), укомплектованных средствами вентиляции и пожаротушения.

Вес каждого контейнера не более 5т.

Контейнер 20 ft оборудованный СПУ данного кабеля ML



Контейнер 20f (с ресивером 500л)



- воздушный компрессор (основной) Pacific 210, привод электродвигатель 380В, 4 кВт габариты 105x50x63, вес 126 кг, производительность 210л/мин сжатого воздуха.
- воздушный компрессор (резерв) Pacific M6-BZ, габариты 90x45x45, вес 75кг, производительность 100 л/мин сжатого воздуха;
- ресивер общим объемом 500л состоит из 5 композитных баллонов БГ 100.24.5.330/1660 (объем 100л, габариты 166x433см, вес 77 кг).
- BoxPallet 120x100x76 три штуки с ложеентами для перевозки и хранения брус и косичек;
- пневмоисточники "Малыш" (2 комплекта); пневмо-электромагистраль 30м (2 комплекта)
- рабочий стол-верстак 260x65x75.
- стеллаж инструментальный.
- операторская с системами электропитания, коммутации, синхронизации и связи.

По прибытию оборудования на остров Сахалин, будет осуществлена его дальнейшая транспортировка в северо-западный морской порт г. Холмск. Далее будет организовано перемещение контейнеров на заранее согласованный причал с дальнейшей их погрузкой на транспортное судно, которое доставит контейнеры на морскую стационарную платформу «Лунская-А» (ЛУН-А). После получения разрешения на выполнение грузовых операций в море, контейнера будут перемещены с платформы ЛУН-А на палубу судна ледокольного

типа. Приоритетным вариантом будет мобилизация оборудования на судно ледокольного типа в Сахалинский Западный морской порт г. Холмск (при возможности).

Личный состав производственной базы ООО «СИ Технолоджи», участвующий в полевых испытаниях, прилетает регулярным авиасообщением в аэропорт Южно-Сахалинск, далее автотранспортом до точки мобилизации. Весь персонал должен иметь соответствующее обучение и соответствие по требованиям, предъявляемым выполнению работ на объектах ООО «Сахалинская Энергия», в том числе:

- удостоверение личности (паспорт);
- действующая медицинская справка;
- базовое обучение технике безопасности;
- действующий сертификат о прохождении курсов выживания при авариях вертолета на море (HUNET).

Перед началом работ на заранее выбранном участке в пределах лицензионной площади штатным оборудованием судна будет произведен эхолотный промер глубин с построением батиметрической линии тестового профиля длиной не менее 3 км с целью дальнейшего планирования раскладки донного кабеля и излучения упругих волн пневматическим источником.

Количество задействованного персонала:

- персонал экипажа судна - 18 человек;
- персонал для выполнения пробной сейсмической съемки - 10 человек.

Действия персонала (10 человек), задействованного в программе опытных работ, регламентируются должностными инструкциями, указаниями и распоряжениями руководителя работ (начальника партии).

Должность/Роль	Кол-во	Ответственность
Руководитель работ	1	Несет общую ответственность за планирование и выполнение программы опытных работ, включая персонал, логистику, а также подготовку и соблюдение методики выполнения всех объемов работ.
Представитель завода изготовителя;	1	Контроль технологических операций при эксплуатации оборудования. Обеспечивает работоспособность тестируемых изделий, обеспечивает коммуникации с инженерами конструкторского бюро завода изготовителя.
Инженер по пневматическим установкам	1	Настройка и эксплуатация пневматического оборудования. Составление отчетов.
Геофизик-оператор системы ЛУНА-С	1	Настройка надводных буев, задание параметров регистрации, управление пилотированием, контроль качества параметров позиционирования буев данных, составление рапортов и отчетов.
Геофизик-оператор системы XZone;	1	Настройка станции регистрации, задание параметров регистрации, управление процессом регистрации, первичный контроль качества регистрируемых сейсмических данных, составление рапортов и отчетов.
Инженер гидрограф	1	Установка и подключение оборудования, калибровка и настройка навигационного и гидрографического оборудования, контроль позиционирования судна, контроль раскладки донного кабеля и позиционирования

		надводных буев.
Геофизик по КК	1	Контроль параметров и регистрируемых данных. Обработка сейсмических данных, построение разрезов, анализ атрибутов, создание отчетных таблиц
Инженер электронщик	1	Установка и подключение навигационного, гидрографического, сейсмического оборудования, контроллера ПИ, техническое обслуживание.
Инженер ОТПБиОС	1	Обеспечивает соблюдение безопасности работ, проведение инструктажей на рабочем месте, консультацию по вопросам охраны труда и контроль режима работ.
Оператор донного кабеля (сейсморабочий)	1	Обслуживание донного кабеля, управление сейсмической лебедкой, коммутация секций, такелажные работы при спуск-подъемных операциях буев, секций, магистралей.

3. Применяемое оборудование и его характеристики

Полевые морские работы будут выполняться со следующими основными параметрами:

Общая информация	
Тип съемки	МОГТ-2D
Кратность	5
Параметры источника	
Тип источника	Импульсный пневматический
Наименование, фирма-производитель, страна происхождения	Малыш, ООО Пульс, Россия
Число групп ПИ	1
Количество источников в группе	2
Интервал между пунктами возбуждения	200м
Количество излучений в режиме накоплений	8
Суммарный объем группы ПИ	75 куб. дюймов
Точность синхронизации контроллера ПИ	< +/- 0.25мс
Давление ПИ	2000 psi +/- 5%
Глубина погружения ПИ	3м с точностью +/- 0.5м
Длина группы ПИ	1,5м
Точность срабатывания ПИ	< 1.5мс
Параметры записи	
Тип регистрирующих систем	донный кабель MarshLine-2C и легкие управляемые надводные аппараты сейсморазведочные ЛУНА-С
Формат записи	SEG D (версия 8048/8058) для донного кабеля SEG Y для надводного буя
Длина записи	3000мс - для донного кабеля, непрерывная - для надводных буев
Дискретность записи	2мс
ФНЧ	208Гц
ФВЧ	2Гц
Магнитные носители информации	HDD/SDD или другие согласованные носители
Количество записываемых копий	2
Требуемые записи служебной информации	Отметка момента, данные для оценки качества срабатывания ПИ, утечек.
Характеристики донного кабеля и надводных регистрирующих буев	
Длина активной части косы	2000 м

Количество пунктов приема донного кабеля и надводных буйев	1. Донный кабель — 40 2. Надводный буй -5
Тип приемников	Донный кабель: гидрофон + геофон Надводный буй: вертикальный тройной гидрофон
Число приемников на группу	точечный
Расстояние между приемниками	50 м
Глубина погружения приемников	Донный кабель — по глубине дна Надводный буй - 5/10/15м
Чувствительность приемников	Гидрофон: 16 В/бар Геофон: 28 В/м/с
Требования к навигации	
DGPS система	Спутниковая двухчастотная RTK система (GPS/GLONASS)
DGPS Маска возвышения	Не менее 10 градусов
HDOP	Не больше чем 4
PDOP	Не больше чем 6

Состав оборудования для выполнения морских полевых работ:

- Сейсмическая лебедка электрическая (4 кВт)
- Донный кабель Marsh Line-2C 41 рабочая секция (2000м) и 2500 метров пассивных удлинителей +ЗИП.
- Станция регистрации XZone-2D/3D
- Компьютерная станция контроля качества
- Контроллер ПИ «Снайпер»
- Станция управления комплекса ЛУНА-С
- Буй сейсморазведочный ЛУНА-С (5 шт)
- Пневматический источник «Малыш» 75 кубических дюймов
- Блок ресиверов высокого давления (240 атмосфер) объемом 500 литров
- Электро и пневмо магистраль длиной 30м (2 шт)
- Компрессор высокого давления Pacific-210 электрический (4 кВт)
- Компрессор высокого давления Mistral (резервный)
- Комплект ключей и инструмента

3.1. Система регистрации 1 (опорная)

Телеметрическая система реального времени на основе жёсткого донного кабеля XZone



MarshLine

Предприятие-изготовитель	SI Technology (Россия)
Приборный модуль	2 канала (геофон+гидрофон)
Длина секции	50,0 м
Интервал каналов	50,0 м
Масса секции	0,45 кг/м
Геофон	GS-20DX 0.19 В/см/с
Гидрофон	GH-4
Чувствительность	160 мкВ/ Па (16 В/бар)
Диаметр кабель-троса	12,2 мм
Рабочая нагрузка	не более 2500 кгс
Разрывная нагрузка	4000 кгс
Электронный модуль	
Число каналов	2
Разрядность	24 бит (23 + знак)
Мгновенный динамический диапазон	> 120 дБ
Шаг дискретизации/ Верхняя граничная частота	0,25 мс/1632 Гц, 0,5 мс/816 Гц, 1 мс/408 Гц, 2 мс/204 Гц, 4 мс/ 96 Гц
ФВЧ	2 Гц, 6 дБ/октава
Коэффициент предварительного усиления	6, 12, 24 и 48 дБ
Уровень шума ко входу, не более ($K_u=48$ дБ)	0,12 мкВ rms
Амплитудная не идентичность каналов	+/- 0,05%
Взаимные влияния между каналами	> 106 дБ

3.2. Система регистрации 2 (тестируемая)

Легкие управляемые надводные аппараты ЛУНА-С



ЛУНА-С

Предприятие-изготовитель	SI Technology (Россия)
Приборный модуль	3 канала (гидрофон)
Длина секции	15,0 м (вертикальная)
Интервал каналов	5,0 м
Масса секции	0,2 кг/м
Геофон	нет
Гидрофон	ГН-4
Чувствительность	160 мкВ/ Па (16 В/бар)
Диаметр вертикального троса	8,0 мм
Рабочая нагрузка на трос	не более 150 кгс
Разрывная нагрузка	300 кгс
Электронный модуль	
Число каналов	3
Разрядность	24 бит (23 + знак)
Мгновенный динамический диапазон	> 120 дБ
Шаг дискретизации/ Верхняя граничная частота	0,25 мс/1632 Гц, 0,5 мс/816 Гц, 1 мс/408 Гц, 2 мс/204 Гц, 4 мс/ 96 Гц

ФВЧ	2 Гц, 6 дБ/октава
Коэффициент предварительного усиления	6, 12, 24 и 48 дБ
Уровень шума ко входу, не более ($K_y=48$ дБ)	0,12 мкВ rms
Амплитудная не идентичность каналов	+/- 0,05%
Взаимные влияния между каналами	> 106 дБ

3.3. Пневматический источник «Малыш»



Пневматический источник «Малыш» применяется для возбуждения сейсмических колебаний при проведении геофизических исследований и имеет защиту излучающей камеры от попадания частиц грязи.

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| - тип | Импульсный пневматический; |
| - фирма-изготовитель | ООО «ПУЛЬС» (РФ); |
| - суммарный рабочий объем | 75 кубических дюймов; |
| - количество излучателей в группе | 2; |
| - глубина погружения, м | 3 м; |
| - спектр излучаемых частот | 10 - 450 Гц; |

- рабочее давление сжатого воздуха

13,7 МПа;

3.3.1. Акустические характеристики группы пневматических излучателей

(Результаты моделирования)

(Графики акустических характеристик, составлены в лаборатории морских пневматических источников. NUCLEUS+ 2.0.0 – Моделирование морских источников 1.4.0. Разработано профессором, д.т.н. В.И. Гуленко по технологии компании PGS, кафедра геофизики, лаборатория пневматических источников, Государственный Технологический Университет, г.Краснодар, Россия, март 2024)

Группа: $N=2, V=75 \text{ in}^3, H=3 \text{ м}$ (пневматический источник для ВРС из 2 излучателей при глубине погружения 3,0 м)

Тип излучателей: Излучатели «Малыш»

Общий объем, л: 1.23 л (75 in^3)

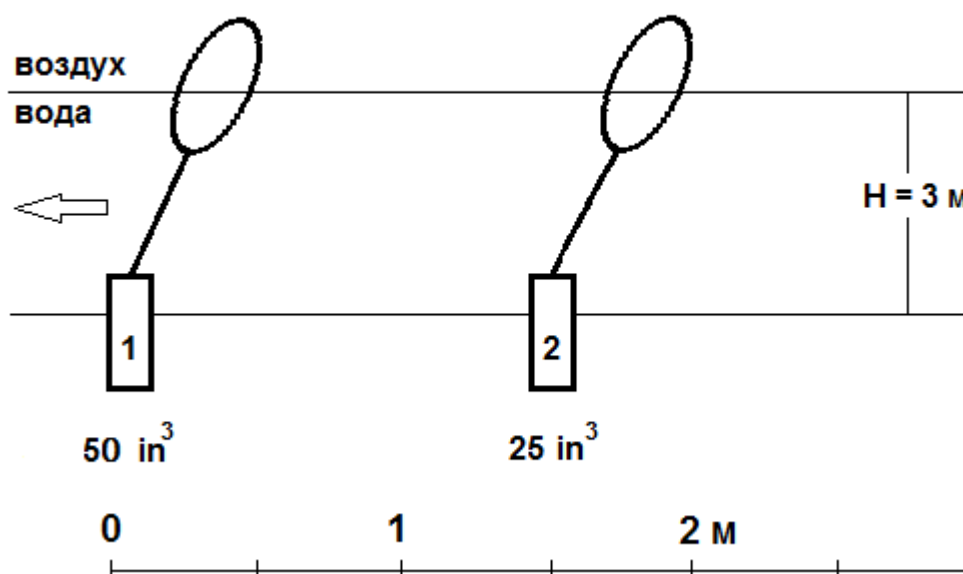
Рабочее давление: 137 бар

Глубина группы: 3.0 м

База группы: 1.5 м на одной линии

1. КОНФИГУРАЦИЯ ГРУППЫ

Группа 1.23 л (75 in^3) $N = 2, H = 3 \text{ м}$



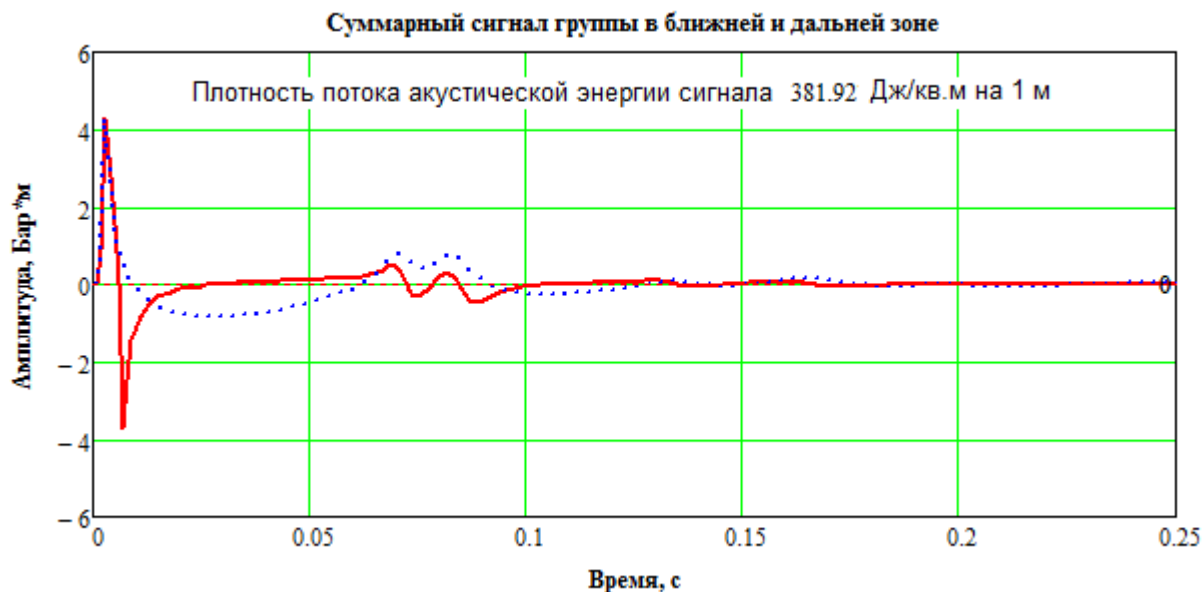
Название группы: «Малыш» N=2, 75 in³, h=3,0 м
 Общий объём группы: 1.23 л (75 in³)
 Количество подгрупп: одна линия
 Общее к-во излучателей: 2
 Тип излучателей: «Малыш» 25 in³ – 1 шт, 50 in³ – 1 шт.

НОМЕР ИЗЛУЧАТЕЛЯ	НОМЕР ПОДГРУППЫ	НОМЕР КЛАСТЕРА	X (м)	Y (м)	Z (м)	ОБЪЁМ (л/in ³)	ЗАДЕРЖКА (ms)
1	1	1	0.0	0.0	3.0	0.82/50.0	.00
2	1	1	1.5	0.0	3.0	0.41/25.0	.00

Итого: 1.23/75.0

2. АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУППЫ

V = 75 in³, N=2, h=3.0 м, дискретность 0.5 мс

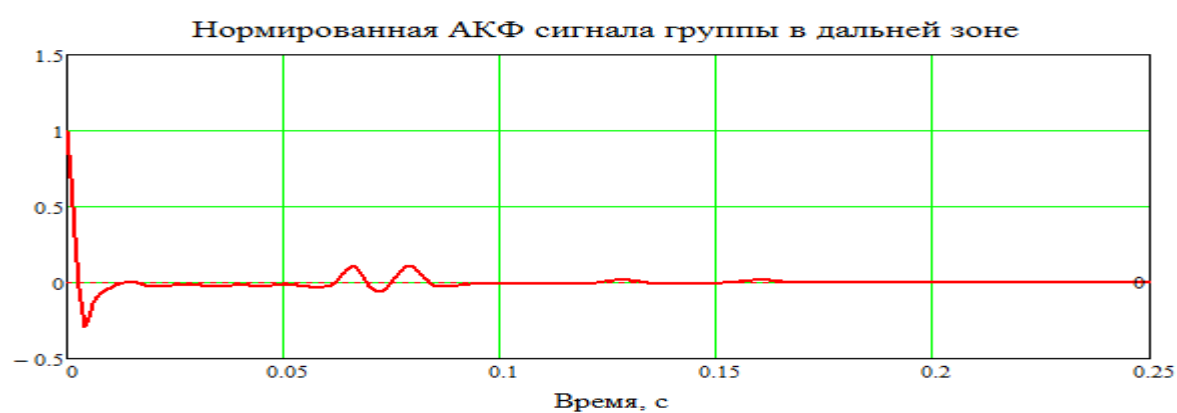
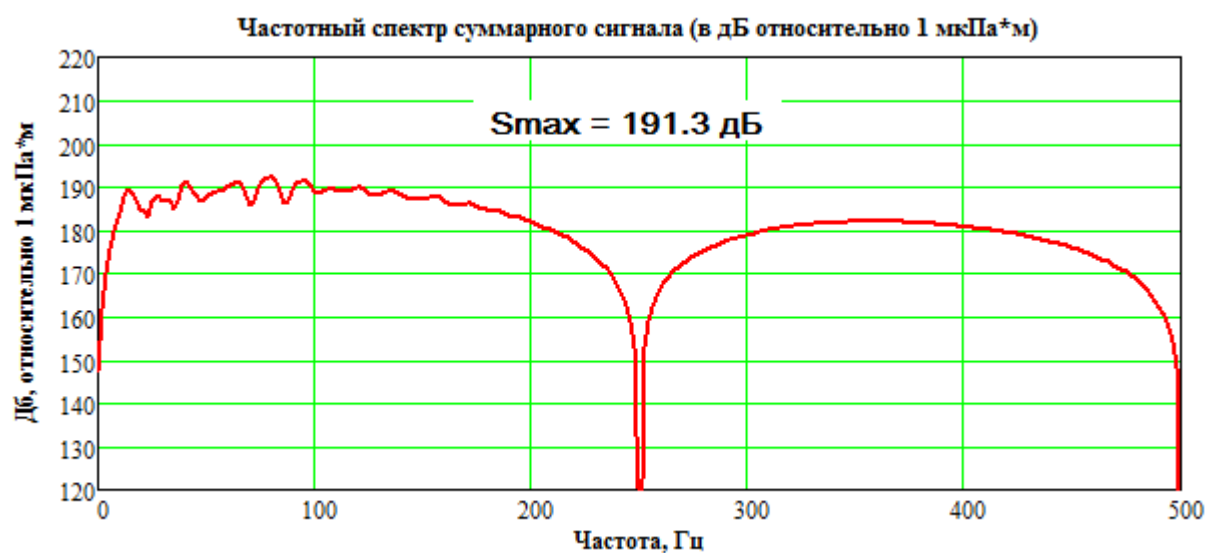


Амплитуда 1 пика 0-P: 4.32 бар*м (232.70 дБ отн 1мкПа на 1м)

Амплитуда P-P: 8.06 бар*м (238.13 дБ отн 1мкПа на 1м)

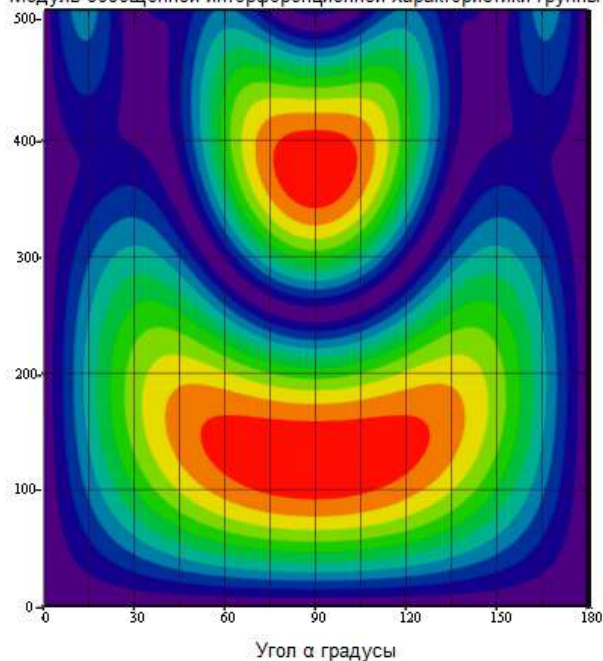
RMS = 0.338 бар*м (210.57 дБ относительно 1мкПа на 1м)

Гашение пульсаций P/B: 8.46

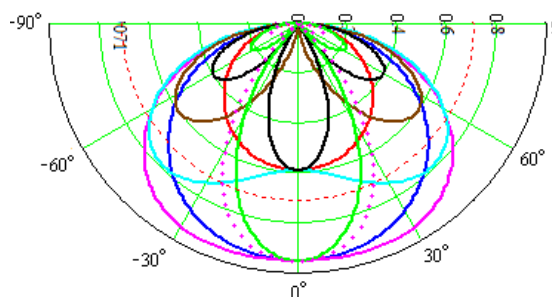


3.3.2 Частотные характеристики и диаграммы направленности группы

Модуль обобщенной интерференционной характеристики группы

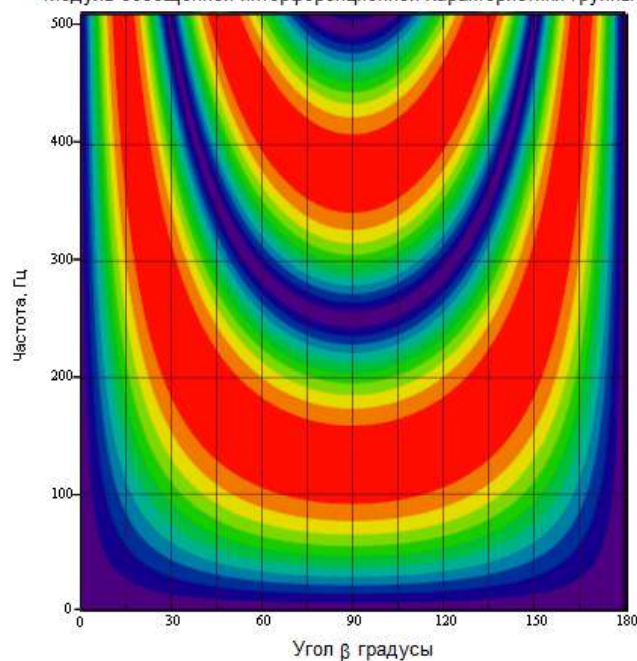


Обобщенная частотная характеристика $h=3.0$ м в плоскости XOZ

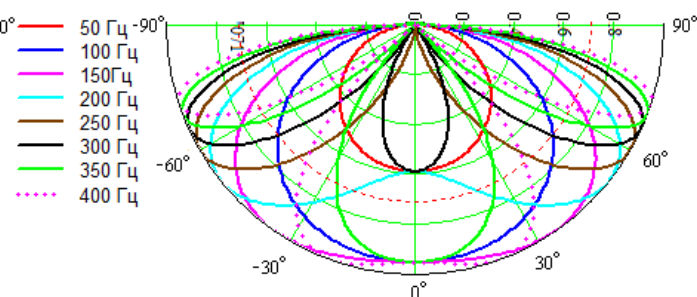


Диаграммы направленности группы 75 in^3 , $N=2$, $h=3.0$ м в плоскости XOZ

Модуль обобщенной интерференционной характеристики группы

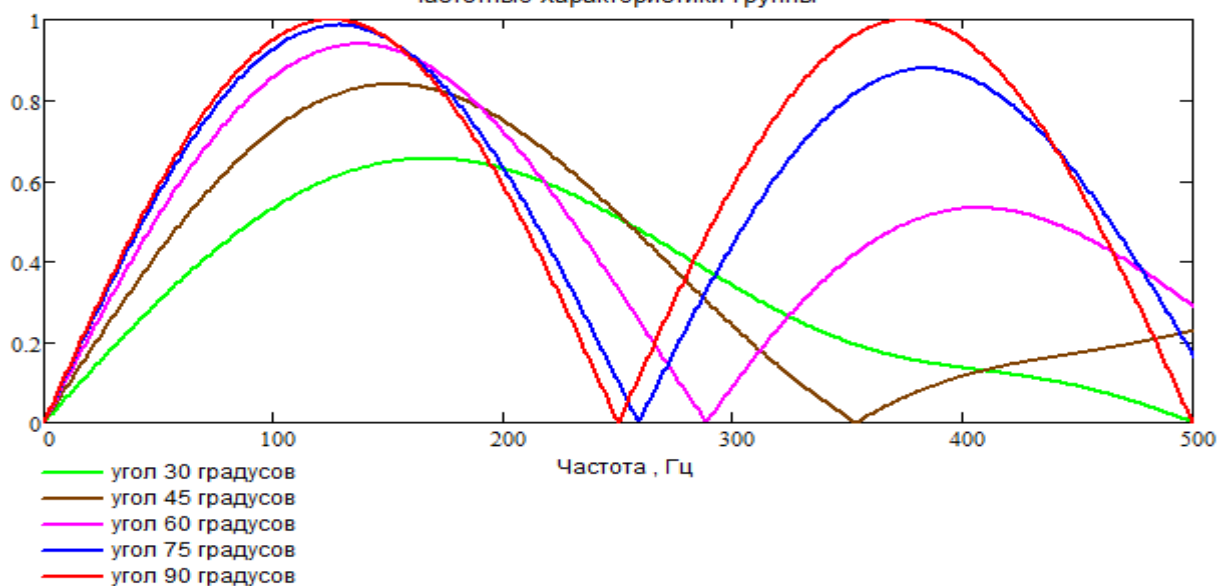


Обобщенная частотная характеристика группы 75 in^3 , $N=2$, $h=3.0$ м в плоскости YOZ

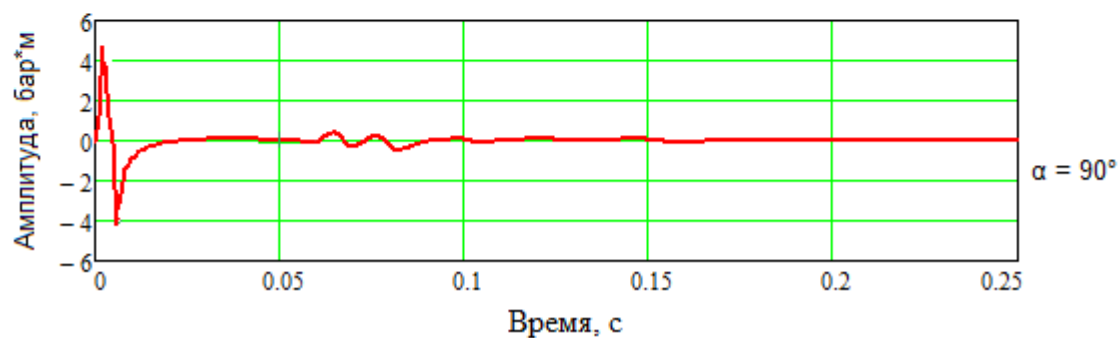
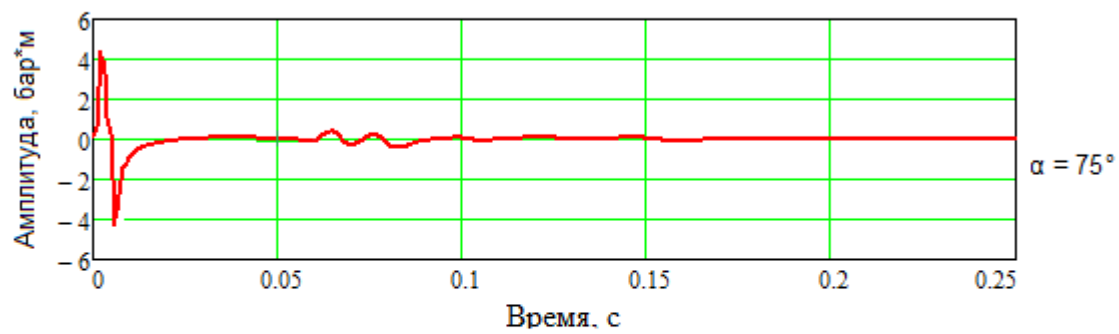
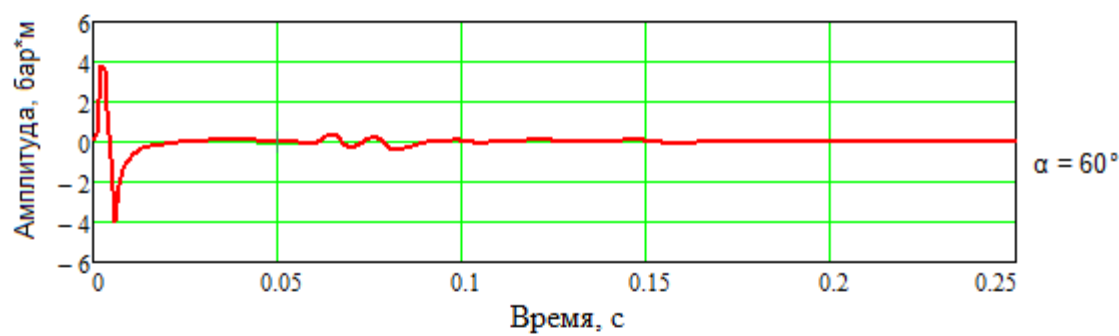
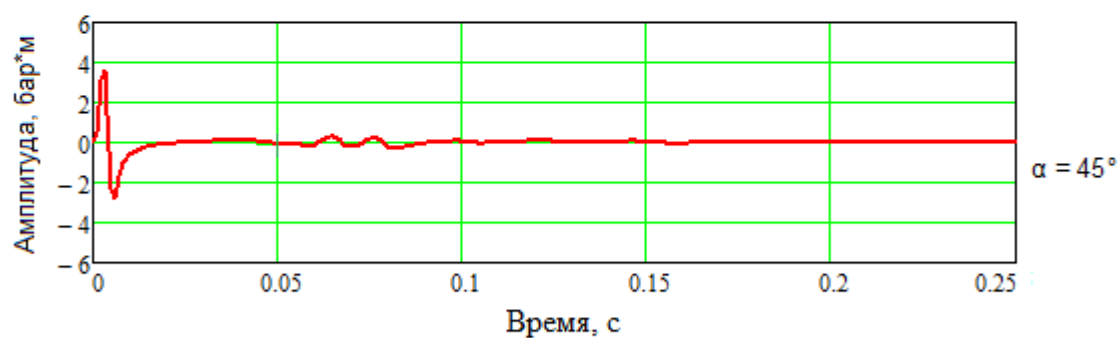
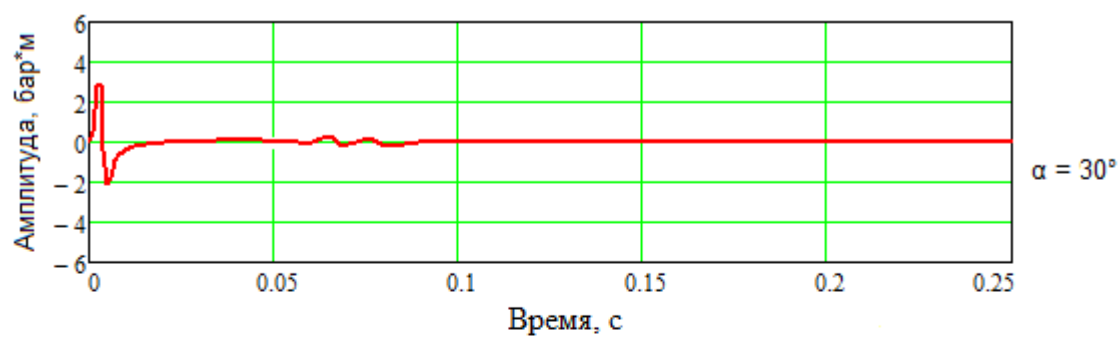


Диаграммы направленности группы 75 in^3 , $N=2$, $h=3.0$ м в плоскости YOZ

Частотные характеристики группы

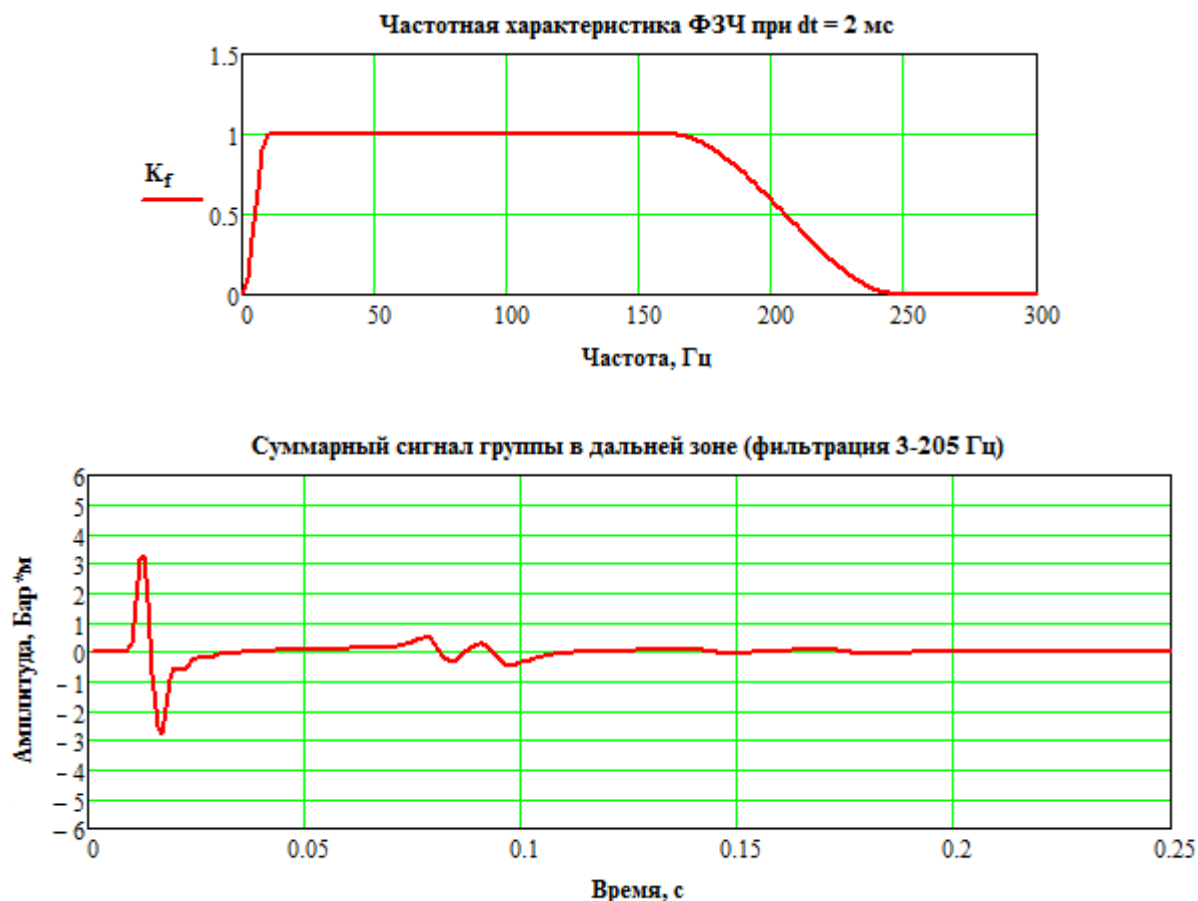


Частотные характеристики группы 75 in^3 , $N=2$, $h=3.0$ м



Сигналы в плоскости XOZ при разных углах α

При регистрации сейсмических данных с дискретностью 2 мс частотный диапазон регистрируемой информации определяется действием фильтра зеркальных частот (ФЗЧ) и ограничивается сверху частотой Найквиста $f_N = 250$ Гц.



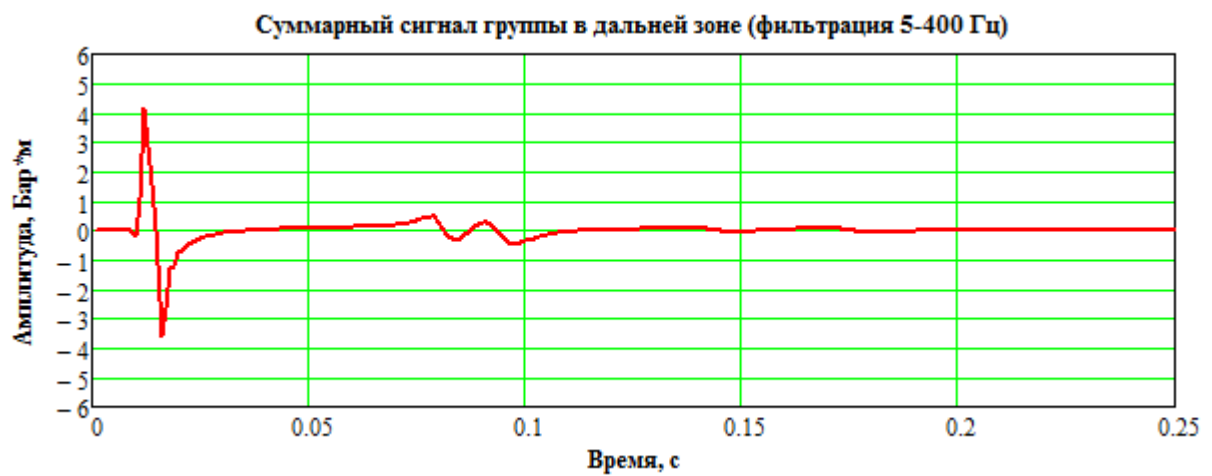
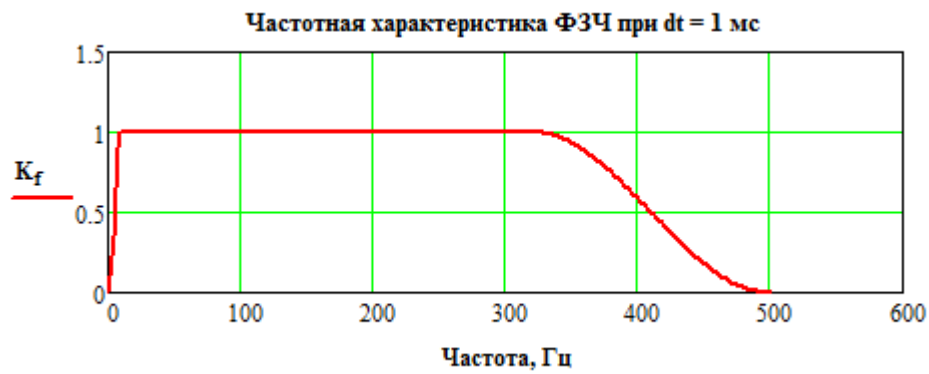
После ФЗЧ при dt = 2 мс:

Амплитуда 1-го пика 0-P: 3.30 бар*м

Амплитуда Р-Р: 6.10 бар*м

Гашение пульсаций Р/В: 6.39

При регистрации сейсмических данных с дискретностью 1 мс частотный диапазон регистрируемой информации определяется действием фильтра зеркальных частот (ФЗЧ) и ограничивается сверху частотой Найквиста $f_N = 500$ Гц.

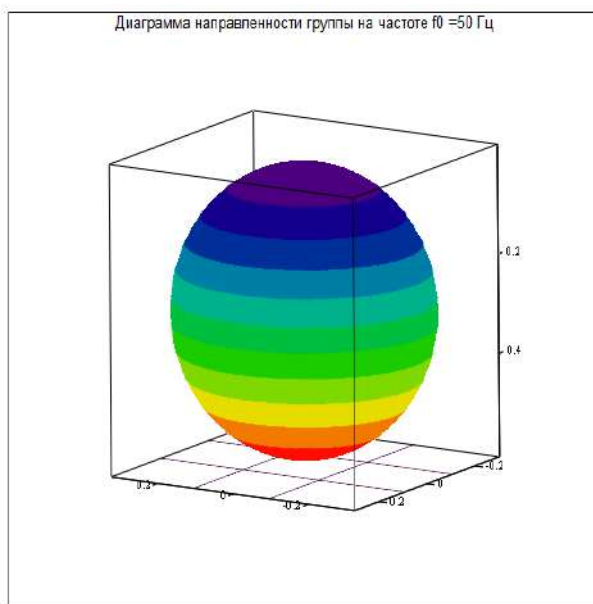


После ФЗЧ при $dt = 1$ мс:

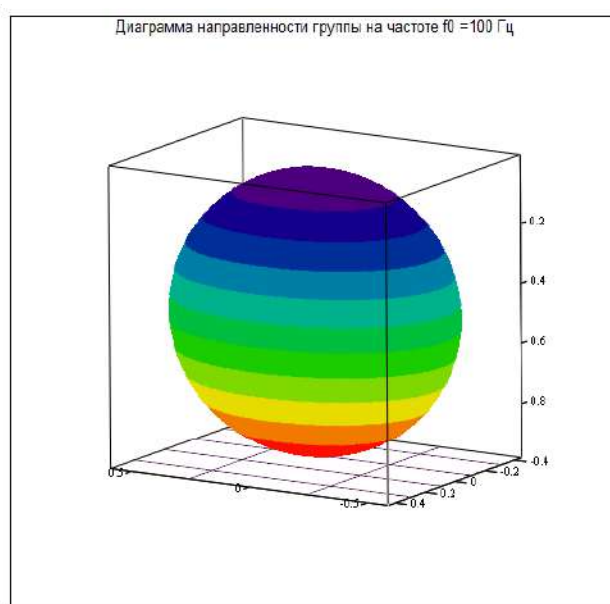
Амплитуда 1-го пика 0-Р: 4.19 бар*м

Амплитуда Р-Р: 7.77 бар*м

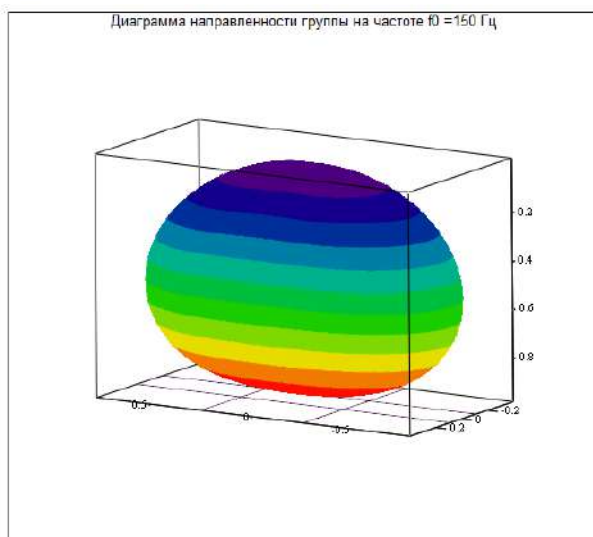
Гашение пульсаций Р/В: 8.16



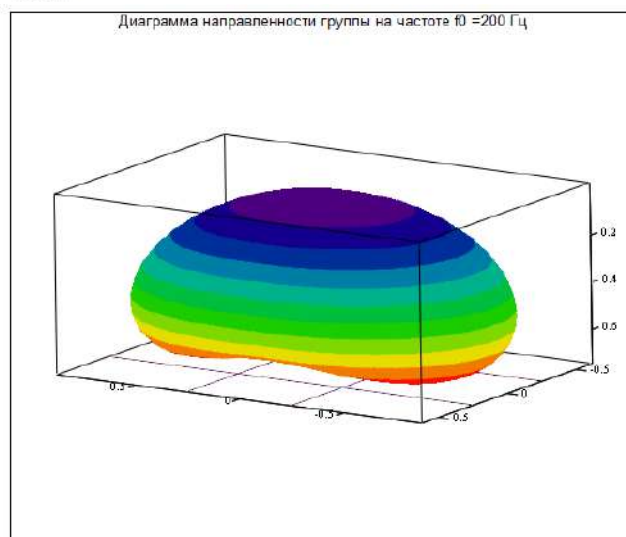
(X, Y, Z)



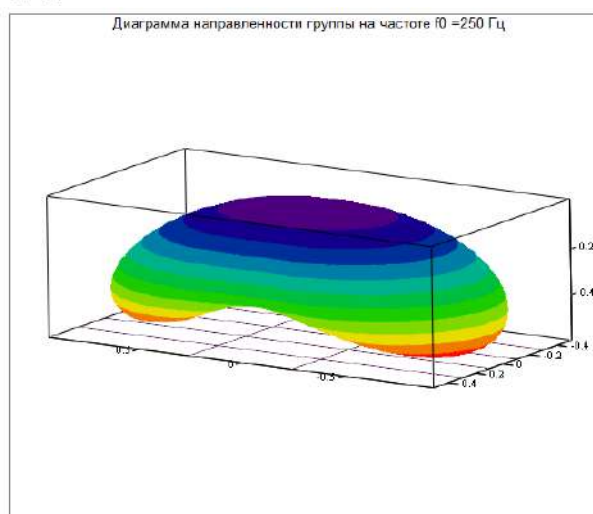
(X, Y, Z)



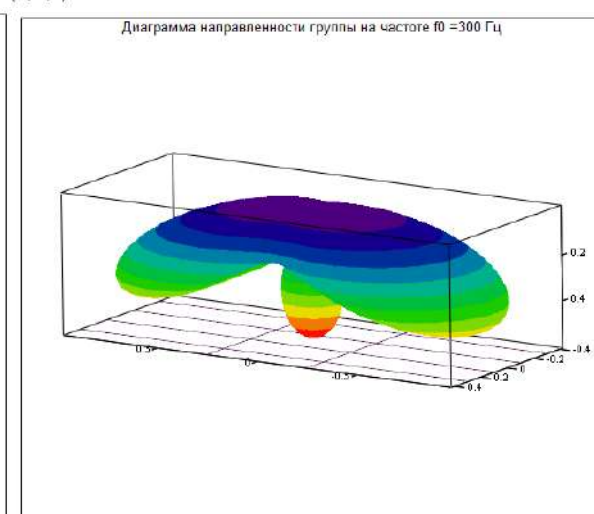
(X, Y, Z)



(X, Y, Z)



(X, Y, Z)



(X, Y, Z)

Пространственные диаграммы направленности группы 75in^3 , $N=2$, $h=3.0\text{м}$ на частотах 50 Гц, 100 Гц, 150 Гц, 200 Гц, 250 Гц, 300 Гц.

Управление пневматическим источником осуществляется из навигационного сервера, установленного в контейнере на судне с помощью контроллера «Sniper» производства «СИ Технолоджи», Россия.

Контроллер осуществляет сведение отдельных пушек в группе, компенсируя временной разброс задержки срабатывания (подрыва).

3.4. Характеристики контроллера «Sniper»:

Количество каналов	16
Напряжение подрыва, программируемое	70...250 в
Энергия подрыва	до 100Дж
Максимальное время сведения группы	50мс
Точность сведения	0,1мс
Интерфейс управления	USB
Протокол отстрела	Запись на внеш. носитель.
Каскадирование	до 4 штук (64 канала)



4. Характеристики судна, выполняющего полевые работ в рамках пробной сейсмической съемки



Наименование судна	Судно ледокольного типа
Главный двигатель (ГДГ)	модель Wärtsilä 9L32; мощность 5220 kW, количество - 4 шт.
Стояночный двигатель (ДГ)	модель Wärtsilä 4L20; мощность 800 kW, количество - 1 шт.
Страна-производитель двигателя	Финляндия
Расход топлива у двигателей	ГДГ - 190,37 г кВт/час Стояночный ДГ - 190,50 г кВт/час
Высота выхлопных труб главного и вспомогательного двигателей	ГДГ#1 – 20,1 м ГДГ#2 – 18,8 м ГДГ#3 – 18,1 м ГДГ#4 – 18 м Стояночный ДГ - 17,9 м
Диаметр выхлопной трубы	ДГ - на входе D 450 mm, на выходе D 800 mm. Стояночный ДГ - на входе D 200 mm на выходе D 400 mm.
Температура ГВС	ГДГ - 91 ⁰ -96 ⁰ С (в зависимости от оборотов) Стояночный ДГ - 86 ⁰ -95 ⁰ С (в зависимости от оборотов)

Наличие нефтеемкостного оборудования	Отсутствует
Максимальный объем топливного бака, м ³	Полный объем топливных танков - 3074,9 м ³ , топливные танки заполняются только на 90%. При заполнении на 90%, объем – 2767,4 м ³

5. Технология проведения пробной сейсмической съемки

Перед отработкой тестового сейсмического профиля предварительно будут проведены работы, связанные с проверкой функционирования надводных буюв, включая проверку остойчивости и пилотирования, точности удержания позиции, отработаны команды управления в различных режимах, проведена проверка устойчивости связи и определена ее максимальная дальность.

После проверки параметров функционирования будет отработан тестовый профиль двумя независимыми регистрирующими системами — донным кабелем MarshLine-2C и надводными буюми ЛУНА-С для последующего сравнения полученного материала с надводных буюв по отношению к материалу, зарегистрированному донными датчиками.

Станции управления обеих систем будут располагаться в 20Ft контейнере, оборудованном рабочими местами с системами электропитания, коммутации, синхронизации и связи.

Отработка профиля будет производится по встречно-фланговой системе наблюдений движущимся источником вдоль донной расстановки длиной 2км, активные каналы регистрации будут коммутироваться в соответствии с заранее сформированным SPS-файлом определяющим коммутацию регистрируемых каналов при движении источника вдоль тестового профиля. Пункты возбуждения будут располагаться строго на равном расстоянии между каналами.

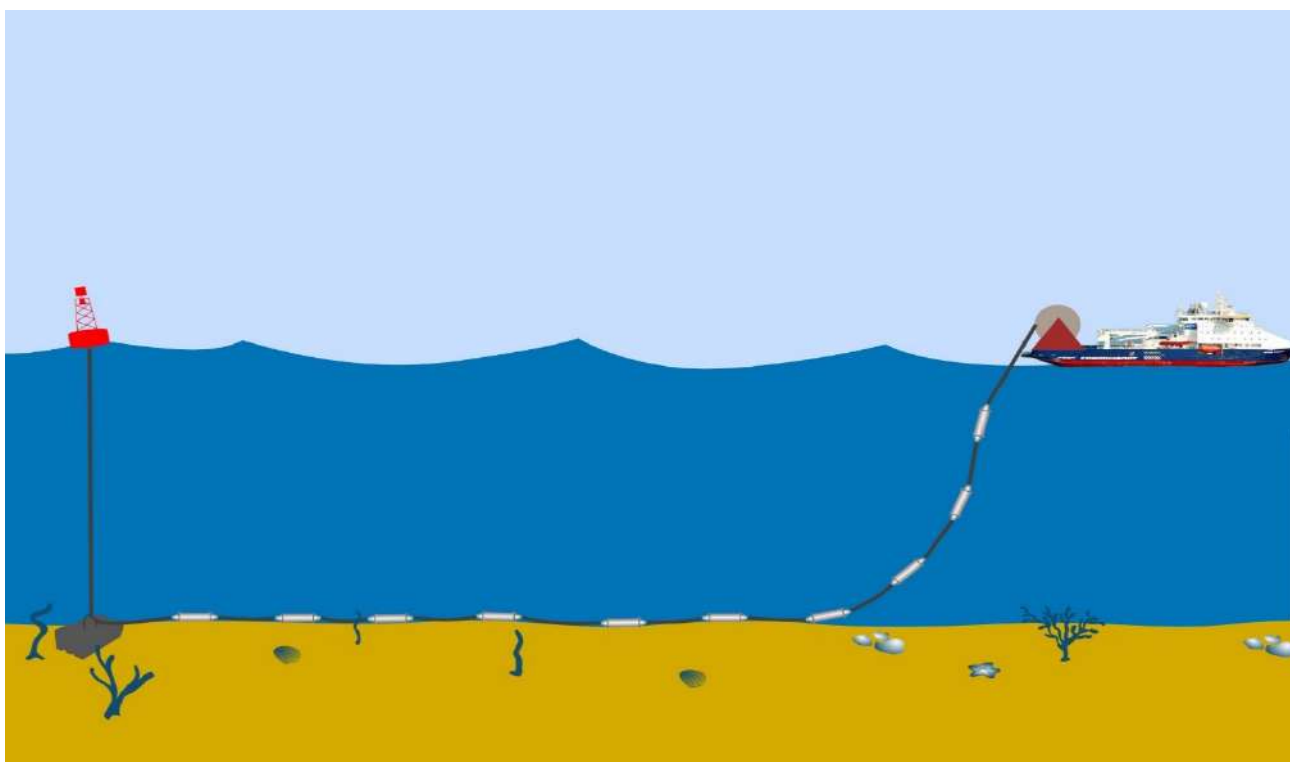
Программа работ предусматривает завершение полевой составляющей проекта пробной съемки в течении недели.

5.1. Этапы производства работ

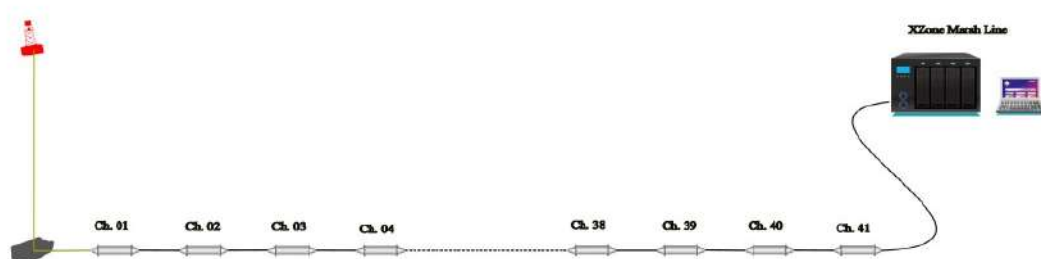
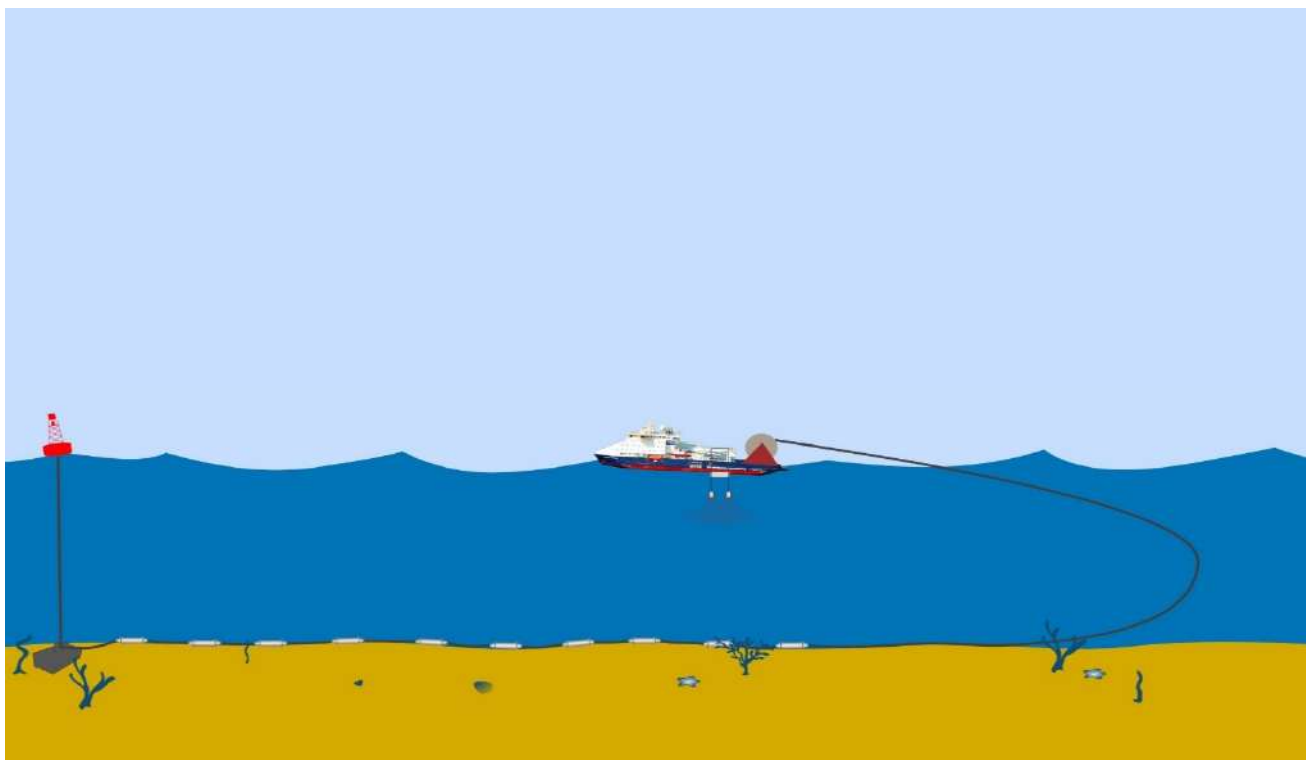
1. Прибытие персонала и оборудования на судно ледокольного класса согласно календарному плану. Монтаж и крепление контейнеров на палубе судна, подключение их к судовой системе электропитания (380В/220В), тестирование оборудования, находящегося в контейнерах.

2. Рекогносцировка и эхолотный промер выбранного тестового профиля. Построение батиметрической линии и сопоставление ее с проектными значениями. Выявление возможных препятствий для производства работ, о которых не было заявлено заранее и которые не обозначены на навигационных и гидрографических картах. Внесение отклонений в проектный тестовый профиль по результатам промера и рекогносцировки (в случае необходимости), согласование изменений с представителями Заказчика.
3. Установка 5т. контейнера в согласованном с командой судна месте кормовой палубы так, чтобы была возможность сброса концевого якоря (груза) и последующей размотки кабеля за корму судна. В контейнере установлена сейсмическая лебедка (с необходимыми механизмами управления) на барабан которой намотан донный кабель MarshLine-2С общей длиной 4500 метров из которых 2000 метров кабель с рабочими модулями в количестве 40 штук, а остальные 2500 метров кабель-удлинитель, необходимый для технологических операций в процессе движения судна с источником.
4. Распаковка надводных буюв, проверка аккумуляторов, при необходимости дополнительная подзарядка до полного уровня. Тестирование буюв, проверка их работоспособности, распечатка тестов.
5. Активация буюв, спуск на воду с помощью судового крана и специализированных приспособлений сброса. Контроль управляемости, проверка пилотирования несколькими тестовыми проходами в пределах видимости с борта судна, проверка дальности управления буюми без использования спутникового канала связи, проверка управления буюми с помощью спутникового канала связи без радиуправления.
6. Проверка отработки буюми команды завершения работ и парковки их в зоне стоянки судна, подъем буюв на палубу судна с помощью специальных приспособлений судовыми механизмами подъема.
7. Визуальный осмотр всех буюв на целостность, отсутствие утечек и сохранность данных. Перевод буюв в неактивный режим.
8. Подготовка оборудования для выполнения тестовой сейсмической съемки, порядок работ:
 - а. Тестирование донного кабеля (сейсмической косы) в контейнере. Выполнение проверочных тестов, подтверждение работоспособности всех элементов донного кабеля с распечаткой протокола соответствия.

- б. Выдвижение судна к опорной точке в начале тестового профиля, позиционирование на опорной точке, сброс с помощью судового крана постановочного якоря (груза) массой 300-500 кг с синтетическим тросом фиксированной длины 100 м и концевым соединителем. Коммутация концевого соединителя с первой секцией донного кабеля, свисающей с барабана сейсмической лебедки. Начало движения судна вдоль тестового профиля со скоростью 2-4 узла под контролем навигатора и оператора донного кабеля контролирующей раскладку кабеля за кормой судна. Раскладка кабеля вдоль профиля на всю рабочую длину - 2000 м.



- с. После раскладки рабочей части донного кабеля судно продолжает разматывать на дно акватории кабель-удлиннитель на удаление 250-300 м, затем судно производит разворот и выкладывает кабель удлиннитель в обратную сторону параллельно тестовому профилю со смещением 100 м от него. Смещение допускается в любую сторону и выбирается на месте по более благоприятным гидрографическим и навигационным условиям. Судно выкладывает кабель удлиннитель до достижения центра между последним и предпоследним рабочим каналами (модулями) донной расстановки (между 40 и 41 каналами), останавливается в этой точке и удерживает позицию.



- d. На палубе судна активируются надводные буи в количестве 5 единиц и производится их спуск за борт с помощью судового крана и специализированных приспособлений сброса. Буи пилотируются по заданным координатам и устанавливаются с интервалом 200 м вдоль линии тестового профиля от последнего канала донной расстановки (с 41 канала на уменьшение - 37, 33, 29 и 25 каналами).
- e. Судовым краном за борт на удаление 10 метров спускается пневматический источник на эластичном подвесе в точке между 41 и 40 каналами на глубину $3\text{м} \pm 0.5\text{м}$
- f. Пневматическая и электрическая магистраль от источника до контейнера увязываются к стреле крана или спускается на поверхность воды с

фиксирующими буями/поплавками, чтобы электро- и пневмомагистраль были на поверхности акватории и не уходила под корпус судна.

- g. По готовности донного кабеля к регистрации производится серия излучений (8 излучений с интервалом 8 сек), сейсмограммы записываются в режиме накоплений.
- h. После записи всех накоплений буй начинают движение вдоль профиля на новое место стоянки на дистанцию 50 метров от предыдущей стоянки, устанавливаясь над каналами 40, 36, 32, 28, 24.
- i. Производится новая серия излучений (8 излучений с интервалом 8 сек) и производится запись сейсмограмм в режиме накоплений.
- j. После завершения четырех циклов излучений (перемещение всех буйев на дистанцию 200 м) судно со скоростью до 1 узла перемещается с пневмоисточником вдоль линии тестового профиля на расстояние 200 м (координаты точки остановки контролируются гидрографом), останавливается и держит позицию. Буи также перемещаются на 50 м.
- k. Производится новая серия излучений и перемещений надводных буйев (4 цикла по 8 излучений) до момента пока судно с источником не пройдет всю донную расстановку 2000 м и установится напротив первого канала донной расстановки.
- l. Циклы излучений и регистрации повторяются в обратном порядке, при этом судно с источником двигается кормой вдоль тестового профиля наматывая на барабан лебедки кабель удлинитель. На каждом проходе с источником вдоль донной расстановки выполняется 10 остановок для 4 серий по 8 излучений.
- m. Всего на время опытных работ будет выполнено 640 излучений (по 320 в каждую сторону). Будет отработан сейсмический профиль длиной 2000 м, с максимальными удалениями 1000 м, глубиной разреза до 2000 м, кратностью 5, бином 25 м, накоплений ПВ - 8. С учетом кратности наблюдений суммарное накопление в точках ОГТ (общей глубинной точки) составит 40 единиц.
- n. По завершении второго прохода судна вдоль донной расстановки пневмоисточник поднимается на борт и складывается в место хранения в контейнере. Надводным буям дается команда на парковку возле судна, после чего они поочередно поднимаются на борт.

- о. Судно сматывает со дна весь кабель на борт. После подтверждения геофизиком по контролю качества факта целостности зарегистрированной информации в поднятых бухах программа работ считается завершенной, судно следует на демобилизацию. Процесс демобилизации осуществляется в обратном порядке в соответствии с пунктами 1.2.2 и 1.2.1.

5.2. Позиционирование приемников

Особое внимание должно уделяться установке сейсмоприёмников на профиле (точности раскладки донного кабеля), т.к. от этого в большой степени зависит качество регистрируемых материалов.

Контроль этой операцией выполняют навигаторы судна по данным DGPS системы в процессе раскладки сейсмической косы в координации с оператором донного кабеля. Если будет замечено, что донный кабель разложен не качественно, то он подлежит повторной раскладке. Важно выполнить первоначальный сброс опорного якоря (груза) с максимальной точностью в начале тестового профиля.

Позиция точки схода якоря (груза) и глубина в месте сброса фиксируются. Судно должно двигаться с поперечными отклонениями в пределах линии профиля не более ± 10 м от расчетной трассы.

5.3. Позиционирование источника

Позиционирование источника выполняется при помощи DGPS системы.

Профиль линии возбуждения должен проходить в пределах коридора 10 м вдоль приемной линии на удалении не более 100 м от нее.

Погрешность интервала между ПВ не должна быть более 2.5 % от величины интервала, а средняя ошибка позиционирования не более ± 1 м.

5.4. Параметры регистрации сейсмических данных

Регистрирующий комплекс 1	XZone
Тип приёмной системы	Донный кабель Marsh Line 2C
Характеристика носителя	Portable HHD/SSD
Шаг квантования	2 мс
Длина записи	3 с
Формат записи	4 Byte SEG-D 8058/8048
ФВЧ (Гц)	204 Гц 370 dB/Oct
ФНЧ (Гц)	2 Гц 6 dB/Oct
Визуализация ПВ	Монитор/Принтер

Регистрирующий комплекс 2	ЛУНА-С
Тип приёмной системы	Сейсморазведочные буи
Характеристика носителя	Portable SSD
Шаг квантования	2 мс
Длина записи	Непрерывно
Формат записи	SEG-Y
ФВЧ (Гц)	204 Гц 370 dB/Oct
ФНЧ (Гц)	2 Гц 6 dB/Oct
Визуализация ПВ	Нет

5.5. Контроль качества полевого материала

Контроль качества сейсмических данных включает в себя:

- контроль записи на служебных каналах;
- контроль геометрии расстановки;
- собственно оценка качества полученных сейсмограмм.

Оценка качества сейсмограмм и контроль записи служебного канала осуществляется в режиме реального времени с использованием программного пакета в составе центральной станции регистрации XZone-2D

Визуальный контроль выполняется по всему объему данных непосредственно оператором в процессе регистрации.

Следующий и основной этап контроля качества осуществляется на борту судна по всей совокупности полученных за данный день материалов.

Производится как минимум следующий перечень работ:

- Контроль раскладки донного кабеля;
- Контроль качества геодезических работ;
- Контроль соблюдения минимальных стандартов качества получаемого материала;
- Контроль за соблюдением параметров регистрации полевых наблюдений;
- Контроль за соблюдением стабильности параметров работы источника сейсмических колебаний;
- Контроль за ведением полевой технической документации;
- Просмотр всех аппаратурных тестов;
- Подготовка SPS-файлов;

Контроль и анализ взаимных положений ПВ и ПП по отработанному материалу для каждого ПВ, их сравнение с проектным положением, выявление величины расхождений;

Анализ волн-помех;

Просмотр и проверка рапортов оператора в электронном виде;

Ввод полевого материала в обрабатывающий комплекс на бортовом компьютере контроля качества, присвоение геометрии, просмотр и анализ сейсмограмм на дисплее с учетом геометрии; выявление неисправных и/или неработающих каналов, предварительное суммирование;

Регистрация всех полевых материалов, выполненных объемов, их подготовка к передаче Обществу.

В случае обнаружения некачественных сейсмограмм, некондиционных результатов тестирования или других дефектов, отбраковываются соответствующие физические наблюдения.

5.6. Отчетная документация

По результатам полевых работ представляется отчетная документация, а именно:

Сейсмические материалы:

- Записи полевых наблюдений;
- Полевые и обработанные данные навигации;
- Полевая сопроводительная документация;
- Результаты экспресс-обработки сейсморазведочных данных, включая записи полевых наблюдений с присвоенной геометрией, суммарные временные разрезы в формате SEG-Y;
- Файлы геометрии SPS (r, s, x) и UKOOA (s, g, x);
- Результаты контроля качества полевых данных;
- Вспомогательные данные (каталог координат ПП, ПВ, данные батиметрии, альтитуды приливов-отливов и т. п.);
- Рапорты операторов обеих систем регистрации (в электронном виде);
- Аппаратурные тесты сейсмостанции и буев перед спуском в воду и после подъема (в электронном виде);
- ObsLog (протокол полевой регистрации с сейсмостанции в электронном виде);
- Схема расположения расстановки и отработанной линии возбуждения;

Протоколы контроллера пневмоисточников в электронном виде;

Результаты оценки качества полевого сейсмического материала (QC-анализ);

Акт приемки сейсмических и гидрографических материалов;

Заключительный отчет по завершению полевых работ (не позднее трех недель после демобилизации).

Состав отчета, сроки и требования к представляемым материалам согласовываются с Заказчиком.

Примечание: Окончательный список материалов будет согласован в процессе утверждения программы испытаний.