

ЗАКАЗЧИК:

Общество с ограниченной ответственностью «Газпром Недра»
(ООО «Газпром Недра»)

ПОДРЯДЧИК:

Акционерное общество «Морская арктическая геологоразведочная экспедиция»
(АО «МАГЭ»)

ПРОГРАММА РАБОТ

**«Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием
донных сейсмических систем в пределах Киринского перспективного
участка в акватории Охотского моря»**

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Целевое назначение работ	3
2 Состав и объем работ	4
3 Методика работ.....	7
3.1 Последовательность выполнения работ	22
3.1.1 Этап 1. Тестовые работы	22
3.1.2 Этап 2. Отработка площади 3D.....	27
4 Контроль качества данных	30
4.1 Контроль качества работы пневмоисточников	31
4.2 Оценка уровня шумов по данным, полученным с донных станций	32
4.3 Контроль качества приемных линий.....	32
5 Камеральная обработка результатов	36
5.1 Обработка данных.....	36
5.1.1 Обработка данных на ЮКГКМ.....	36
5.1.2 Обработка данных на КГКМ.....	39
5.2 Интерпретация.....	43
5.2.1 Интерпретация данных ЮКГКМ.....	43
5.2.2 Интерпретация данных КГКМ.....	46
6 Аппаратура и оборудование	49
6.1 Регистрирующее оборудование.....	49
6.1.1 Регистрирующая система «КРАБ»	49
6.1.2 Регистрирующая система Geospace OBX	51
6.1.3 Регистрирующая система FLOUNDER.....	53
6.1.4 Регистрирующая система Коралл.....	56
6.2 Источник сейсмического сигнала.....	59
6.3 Навигационно-гидрографическое обеспечение работ.....	62
7 Суда, задействованные на проекте	70
7.1 Судно-источник.....	71
7.2 Судно-раскладчик	81
7.3 Судно-пингеровщик.....	84
7.4 Дополнительное судно-раскладчик.....	86
7.5 Судно сопровождения	88
Приложение 1. Расчет объемов источника	91



ВВЕДЕНИЕ

Целью сейсморазведочных работ является получение базовой сети высококачественных сейсмических данных 3D 4C в объеме 824,08 км² (полнократная зона) на Южно-Киринском месторождении и 119,68 км² (полнократная зона) на Киринском месторождении, обеспечивающих изучение геологического строения района работ Южно-Киринского и Киринского ГКМ по разрезу, а также позволяющей отслеживать изменения текущего положения межфлюидных контактов при проведении последующих сейсмических съемок 3D для задач контроля разработки данных ГКМ.

АО «МАГЭ» в настоящий момент является лидером в РФ по части проведения таких работ с использованием отечественного комплекса донных регистраторов «КРАБ», которые были созданы в ходе Государственных программ по Импортзамещению. Компания имеет все необходимые для проведения таких работ ресурсы, включая опытный персонал и специализированные суда. Группа специалистов по обработке сейсмических данных также имеет опыт выполнения подобных работ и необходимое оборудование.

Сейсморазведочные работы будут проводиться комплексом современного специального оборудования с применением технологий, обеспечивающих гарантированное выполнение поставленных задач в установленные сроки при соблюдении всех основных требований.

1 Целевое назначение работ

Основные геологические задачи:

Получение высококачественных сейсмических данных 3D/4C в объеме 824,08 + 119,68 км² по полной кратности, обеспечивающих решение геологических задач для Киринского и Южно-Киринского ГКМ на глубинах от поверхности дна до 3500 м:

- Уточнение распространения газонасыщенных объектов верхней части разреза (ВЧР);
- Минимизация акустической тени от газонасыщенных объектов верхней части разреза – обеспечение прослеживаемости кровли и подошвы продуктивного интервала, выделение разрывных нарушений и возможность динамического анализа;



- Корреляция опорных и целевых сейсмических отражений, соответствующих сейсмическим реперам, а также продуктивным и перспективным объектам;
- Выделение и трассирование разрывных нарушений, включая слабоамплитудные разломы, и зоны трещиноватости;
- Определение текущего положения ГВК и контура газоносности для задач контроля разработки;
- Построение детальных геологических моделей на основе инверсионных преобразований сейсморазведочных данных, максимально соответствующих сейсмическим и скважинным данным;
- Расчет оптимального срока проведения первых мониторинговых съемок на месторождениях;
- Моделирование первых мониторинговых съемок для Южно-Киринского месторождения.

2 Состав и объем работ

Полевая часть сейсморазведочных работ на Южно-Киринском ГКМ и Киринском ГКМ будет проводиться в течении трех полевых сезонов в период 2022 –2027 гг. и включает в себя морские работы МОГТ 3D4C с применением донного регистрирующего оборудования в объеме 824.08 км² по полнократной зоне (без учета пересечения зон набора кратности между сезонами).

Ориентировочные объемы по пунктам приема – 1324.45 км² (Таблица 1) (с учетом перекрытия):

Ориентировочные объемы по пунктам возбуждения – 1609.3 (Таблица 2) (с учетом перекрытия):

Таблица 1. Прямоугольные координаты полигона Южно-Киринского ГКМ по ПП

Прямоугольные координаты полигона по ПП на Южно-Киринском месторождениях (UTM, зона 54N)		
№ п/п	X	Y
1	701255.740	5690074.060
2	697608.280	5692219.990
3	696062.910	5695376.620
4	706037.600	5700551.230



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

5	706566.040	5699469.580
6	707816.859	5697101.104
7	730861.193	5709169.565
8	737013.884	5705750.643
9	739225.489	5703226.466
10	746094.799	5688990.357
11	744655.275	5675046.666
12	739277.200	5672799.200
13	724151.296	5674459.098
14	708388.253	5679539.895
15	703841.336	5688799.414
16	701255.740	5690074.060

Таблица 2. Прямоугольные координаты полигона Южно-Киринского ГКМ по ПВ

Прямоугольные координаты полигона по ПВ на Южно-Киринском месторождениях (UTM, зона 54N)		
№ п/п	X	Y
1	696145.630	5690762.200
2	710950.220	5698549.344
3	709977.855	5700404.724
4	730922.415	5711373.878
5	738322.642	5707261.834
6	740942.369	5704271.900
7	748176.281	5689280.352
8	746556.412	5673590.257
9	739605.321	5670685.521
10	723784.054	5672421.910
11	706999.979	5677827.760
12	702338.802	5687320.152
13	700574.011	5688173.409
14	696145.630	5690762.200

Полевая часть сейсморазведочных работ на Киринском ГКМ будет проводиться в течении одного полевого сезона в период 2022 – 2027 гг. и включает в себя морские работы МОГТ 3D4C с применением донного регистрирующего оборудования в объеме 119,68 км² (полнократных). Ориентировочный объем по пунктам приема – 314,94 км² (Таблица 3). Ориентировочный объем по пунктам возбуждения – 387,42 км² (Таблица 4).



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Таблица 3. Прямоугольные координаты полигона Киринского ГКМ по ПП

Прямоугольные координаты полигона по ПП на Южно-Киринском месторождениях (UTM, зона 54N)		
№ п/п	X	Y
1	702296.063	5689560.382
2	716394.020	5696965.960
3	714526.508	5700528.947
4	707852.373	5697033.661
5	706688.709	5699214.794
6	703227.747	5706305.081
7	702363.427	5710343.921
8	699707.679	5715771.531
9	697995.558	5717905.956
10	695529.300	5717927.867
11	690125.450	5715308.629
12	690111.343	5713600.343
13	690998.900	5711251.400
14	694067.500	5704959.800
15	695329.600	5696897.200
16	697609.200	5692223.400
17	701554.134	5689917.337
18	702296.063	5689560.382

Таблица 4. Прямоугольные координаты полигона Киринского ГКМ по ПВ

Прямоугольные координаты полигона по ПП на Южно-Киринском месторождениях (UTM, зона 54N)		
№ п/п	X	Y
1	696145.528	5690762.183
2	718130.900	5702323.860
3	717148.091	5704159.944
4	708682.843	5699726.496
5	708470.461	5700124.569
6	705132.516	5706962.770
7	704267.983	5711002.537
8	701406.778	5716849.981
9	698962.088	5719897.619
10	695077.381	5719932.095
11	688135.686	5716566.835
12	688108.244	5713243.066
13	689160.647	5710457.831
14	692137.968	5704353.333
15	693400.044	5696290.729



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

16	696076.953	5690802.270
17	696145.528	5690762.183

В ходе проектирования 3D работ была выбрана система наблюдений с оптимальной сеткой распределения ПП и ПВ: приемники расположены с шагом 200 x 200 м; источники с шагом 50 x 50 м (25 flip-flop). Геометрия системы наблюдений выбрана по результатам выполненных в 2021 г опытно-методических работ 3D/4C на данном участке и является наиболее оптимальной по следующим критериям:

- Оптимальная плотность пунктов приема и возбуждения (система наблюдений);
- Оптимальный максимальный оффсет (X-max);
- Оптимальный размер бина;

Выбранная система наблюдений характеризуется наиболее равномерным распределением удалений и высокой кратностью.

3 Методика работ

Параметры параллельной системы наблюдения МОГТ 3D на Южно-Киринском ГКМ приведены в Таблица 5 и на Рисунок 1 - Рисунок 8:

Таблица 5. Параметры параллельной системы наблюдения МОГТ 3D на ЮКГКМ

Система наблюдений 3D/4C	
Тип съемки	МОГТ 3D
Система наблюдений	Центрально-симметричная, параллельная
Азимут линий ПВ/ПП	62.29 / 152.29
Расстояние между линиями ПП, м	200
Расстояние между ПП, м	200
Расстояние между линиями ПВ, м	50
Расстояние между ПВ, м	50 (25 flip-flop)
Максимально удаление в направлении inline, м	4000
Максимально удаление в направлении crossline, м	4000
Размер бина (in-line/X-line), м	25 x 25



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Номинальная кратность	400
Площадь по ПП, км ²	1148,3
Площадь по ПВ, км ²	1347
Количество линий ПВ в активной расстановке	4
Количество ПВ на линии, средне	662
Длина линии ПВ в активной расстановке, м, средне	33 050
Количество линий ПП в активной расстановке	40*
Количество ПП в линии, средне	141
Длина линии ПП в активной расстановке, м, средне	28 000
Количество ПП в активном приемном шаблоне, максимально	1 600*
Общее количество ЛПП	203
Общее количество ЛПВ	1029
Общее количество ПП (без учета перекрытия между полевыми сезонами)	28 720
Общее количество производственных ПВ	1 535 838
Количество ПВ, инфилл	153 584
Количество ПВ, софт старт	123 840

** - Количество линий ПП в активной расстановке в процессе работ может быть уменьшено вдвое без влияния на получаемые данные за счет последовательного прохода судном-источником сверху и снизу расстановки (вместо прохода по центру расстановки в случае 40 ЛПП).*



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4С с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4С на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

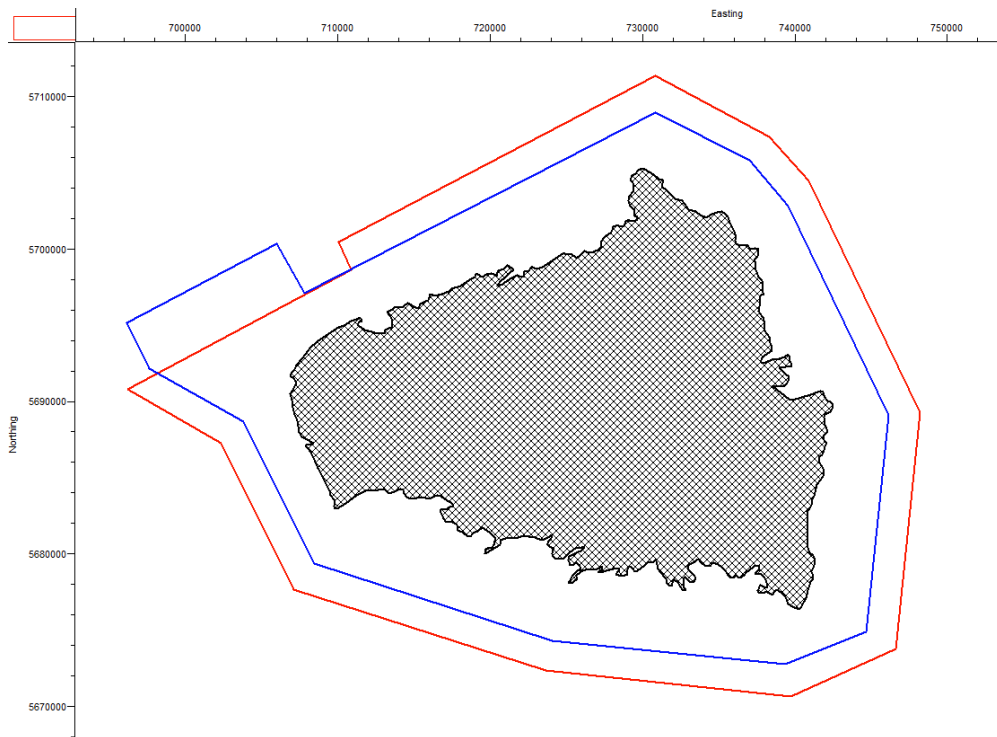


Рисунок 1. Схема расположения площади съемки 3D на ЮКГКМ (красным – ПВ, синим - ПП)

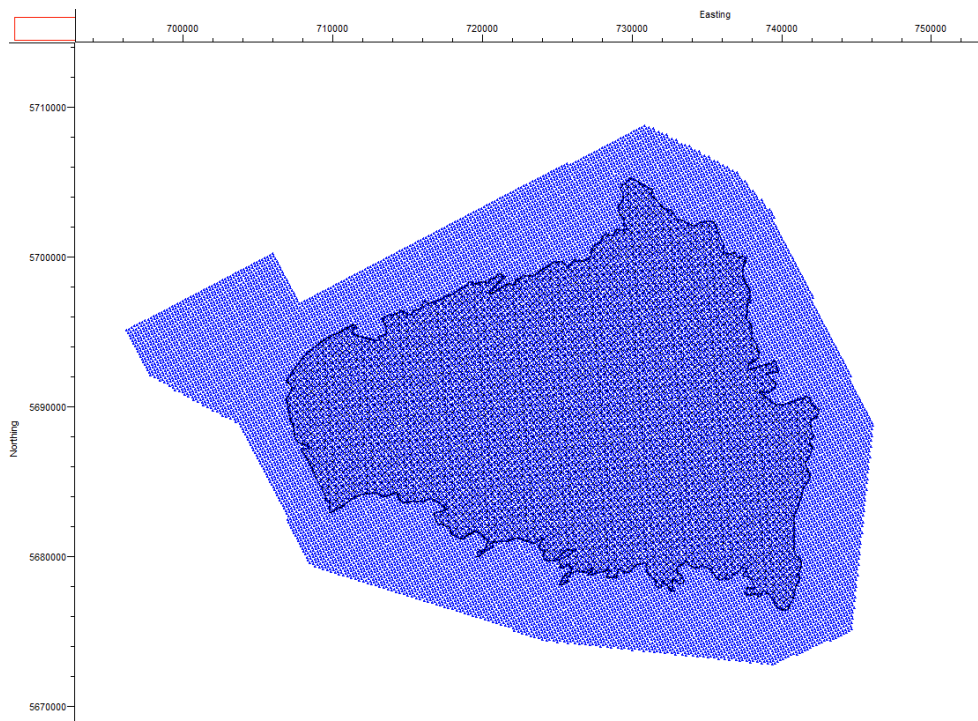


Рисунок 2. Взаимное положение ЛПП

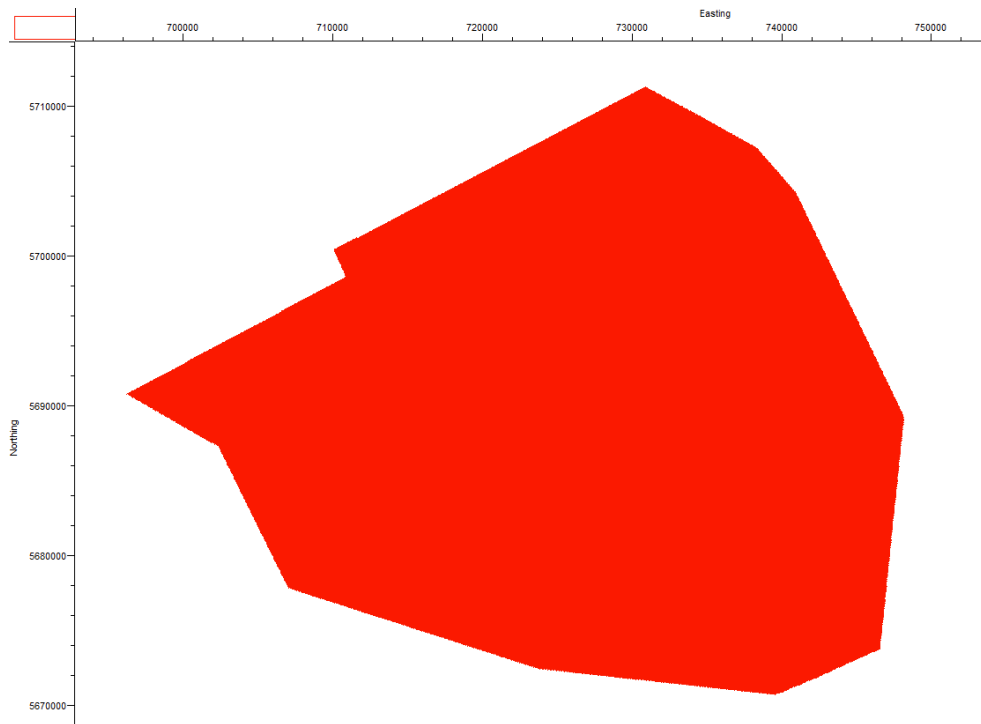


Рисунок 3. Взаимное положение ЛПВ

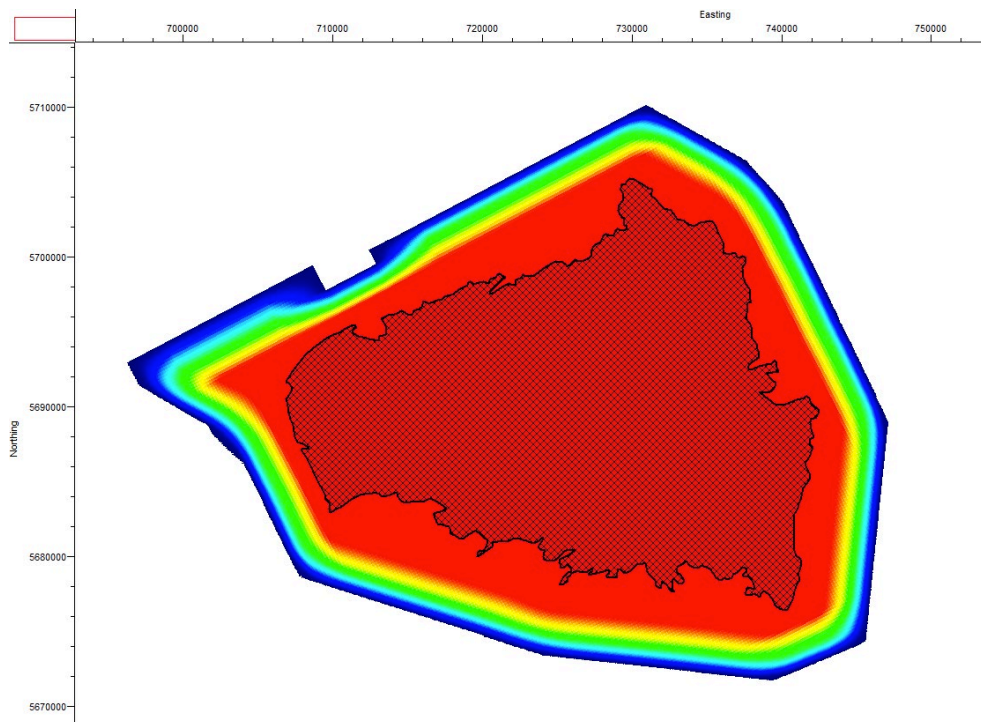


Рисунок 4. Схема распределения кратности на ЮКГКМ. Ограничение оффсетов по In- и по X-line – 4000м. Бин 25 x 25м. Максимальная кратность – 400. Площадь – 824.08 км²



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

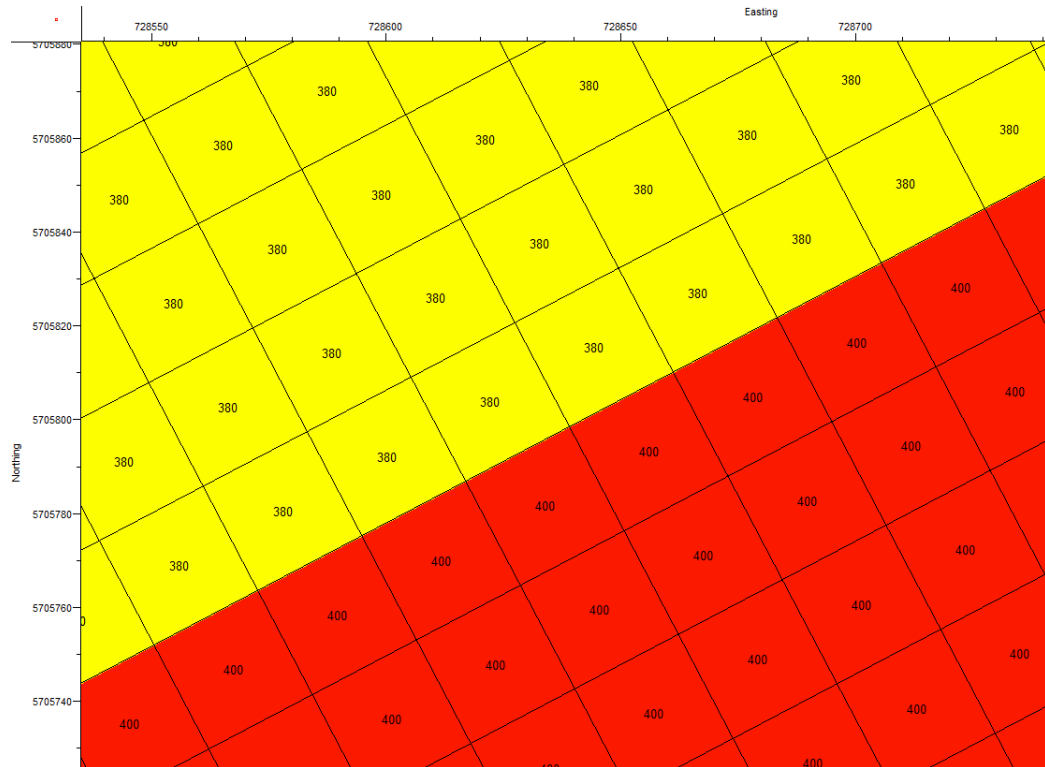


Рисунок 5. Схема распределения кратности. Увеличенный фрагмент. Размер бина 25 x 25 м

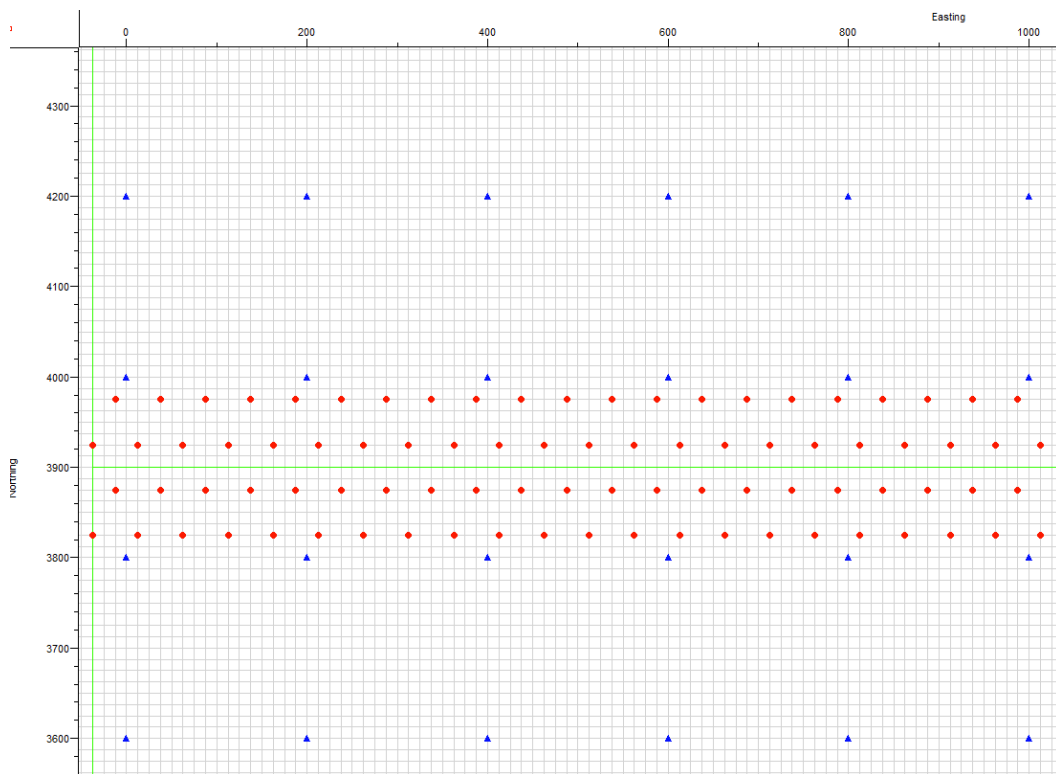


Рисунок 6. Схема взаиморасположения ПВ (красным) и ПП (синим). Увеличенный фрагмент.



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

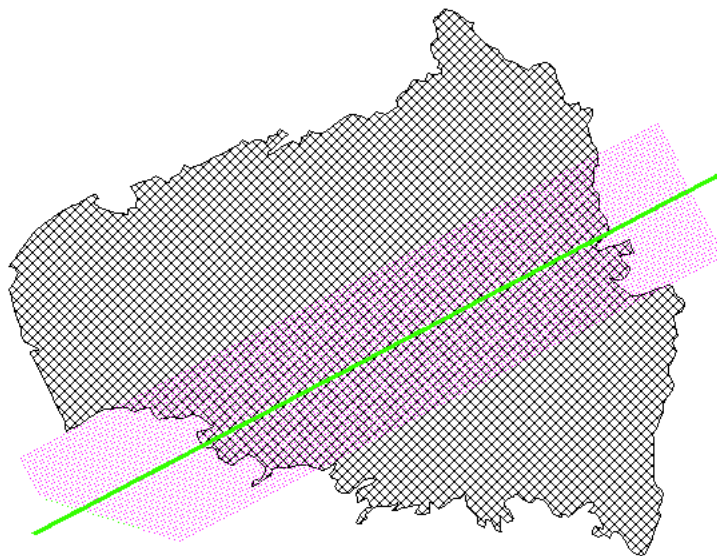


Рисунок 7. Пример единичной расстановки 40 ЛПП (без учета разбивки по сезонам)

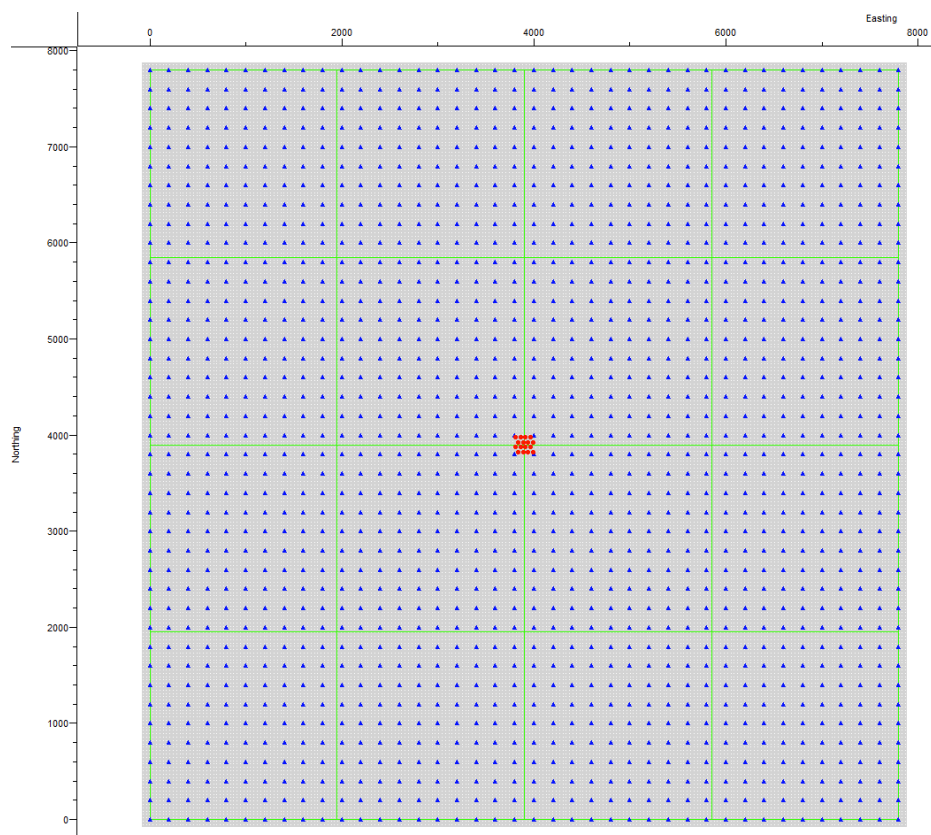


Рисунок 8. Единичный приемный темплейт



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Параметры параллельной системы наблюдения МОГТ 3D на Киринском ГКМ приведены в Таблица 6 и на Рисунок 9 - Рисунок 16:

Таблица 6. Параметры параллельной системы наблюдения МОГТ 3D на ГКМ

Система наблюдений 3D/4C, параллельная методика с применением 1-го судна-источника	
Тип съемки	МОГТ 3D
Система наблюдений	Центрально-симметричная, параллельная
Азимут линий ПВ/ПП	62.29 / 152.29
Расстояние между линиями ПП, м	200
Расстояние между ПП, м	200
Расстояние между линиями ПВ, м	50
Расстояние между ПВ, м	50 (25 flip-flop)
Максимально удаление в направление inline, м	4000
Максимально удаление в направление crossline, м	4000
Размер бина (in-line/X-line), м	25 x 25
Номинальная кратность	400
Площадь по ПП, км ²	314,94
Площадь по ПВ, км ²	387,42
Количество линий ПВ в активной расстановке	4
Количество ПВ на линии, средне	291
Длина линии ПВ в активной расстановке, м, средне	14 500
Количество линий ПП в активной расстановке	40*
Количество ПП в линии, средне	55
Длина линии ПП в активной расстановке, м, средне	10 800
Количество ПП в активном приемном шаблоне, максимально	1 600*
Общее количество ЛПП	142
Общее количество ЛПВ	320
Общее количество ПП (без учета перекрытия между полевыми сезонами)	7 863
Общее количество производственных ПВ	383 600



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4С с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4С на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Количество ПВ, инфилл	38 360
Количество ПВ, софт старт	38 400

** - Количество линий ПП в активной расстановке в процессе работ может быть уменьшено вдвое без влияния на получаемые данные за счет последовательного прохода судном-источником сверху и снизу расстановки (вместо прохода по центру расстановки в случае 40 ЛПП).*

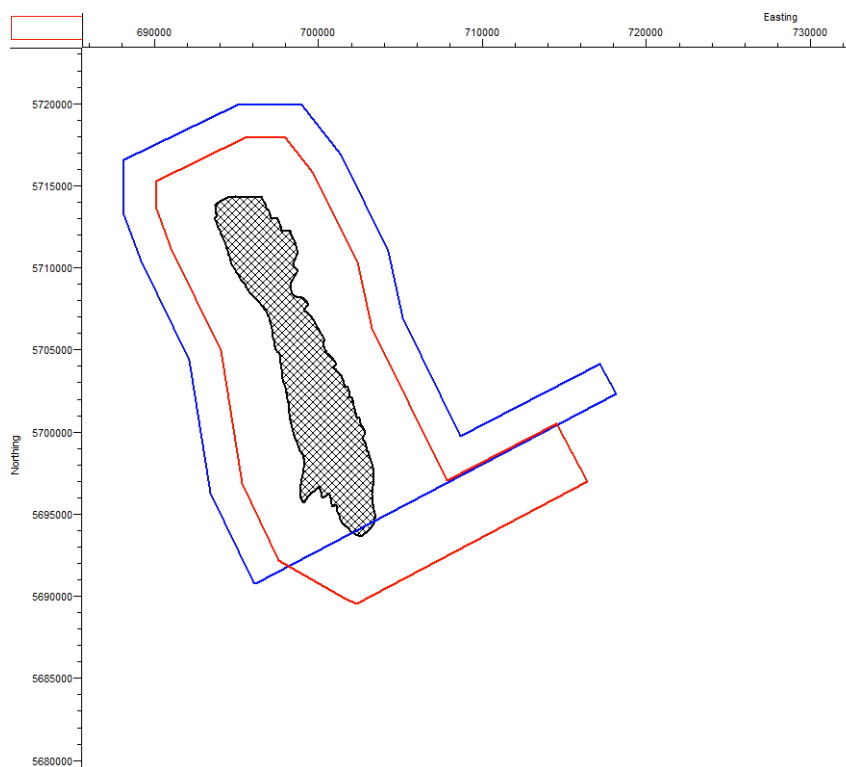


Рисунок 9. Схема расположения площади съемки 3D на КГКМ (красным – ПВ, синим - ПП)



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

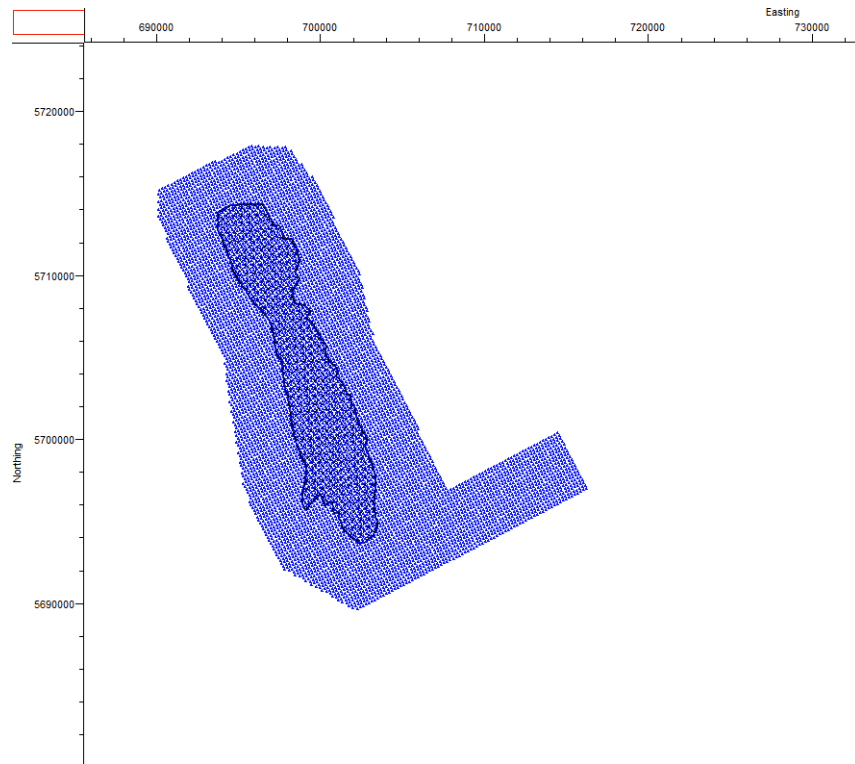


Рисунок 10. Взаимное положение ЛПП

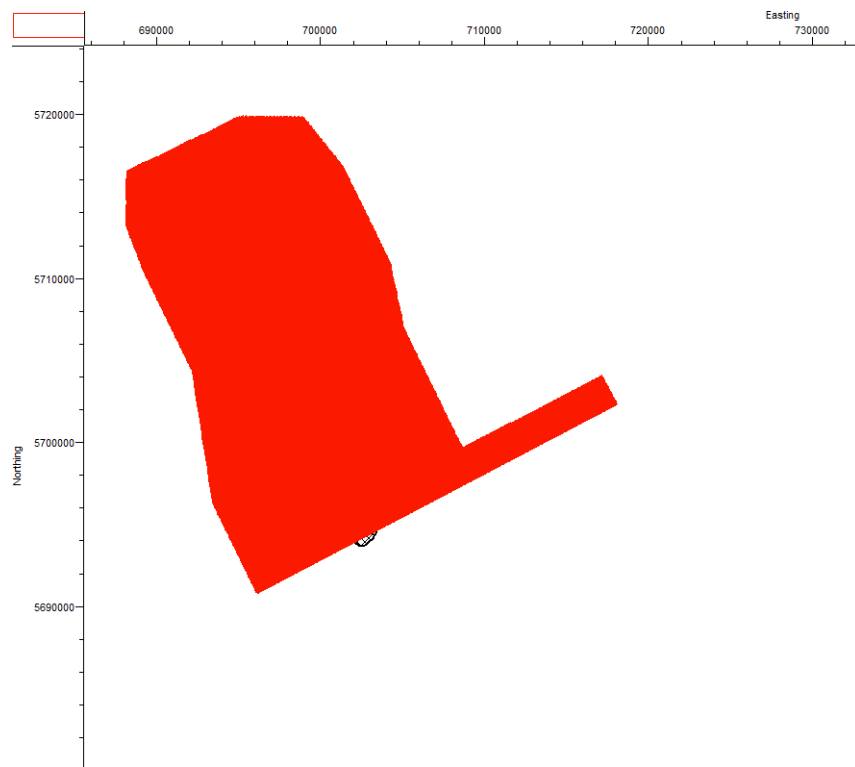


Рисунок 11. Взаимное положение ЛПВ



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

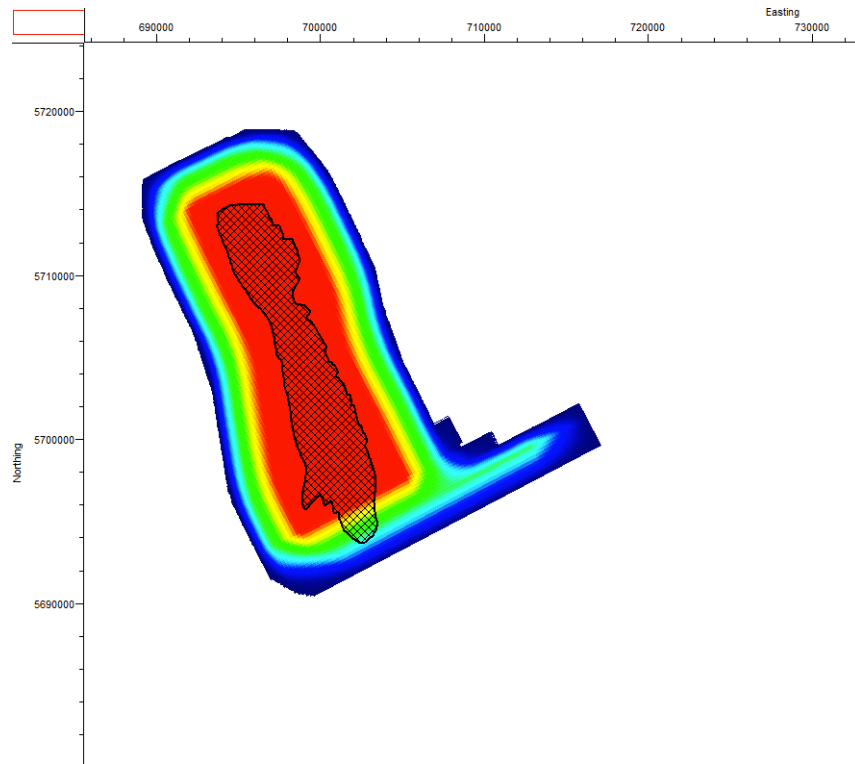


Рисунок 12. Схема распределения кратности на КГКМ. Ограничение оффсетов по In- и по X-line – 4000м. Бин 25 x 25м. Максимальная кратность – 400. Площадь – 824.08 км²



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

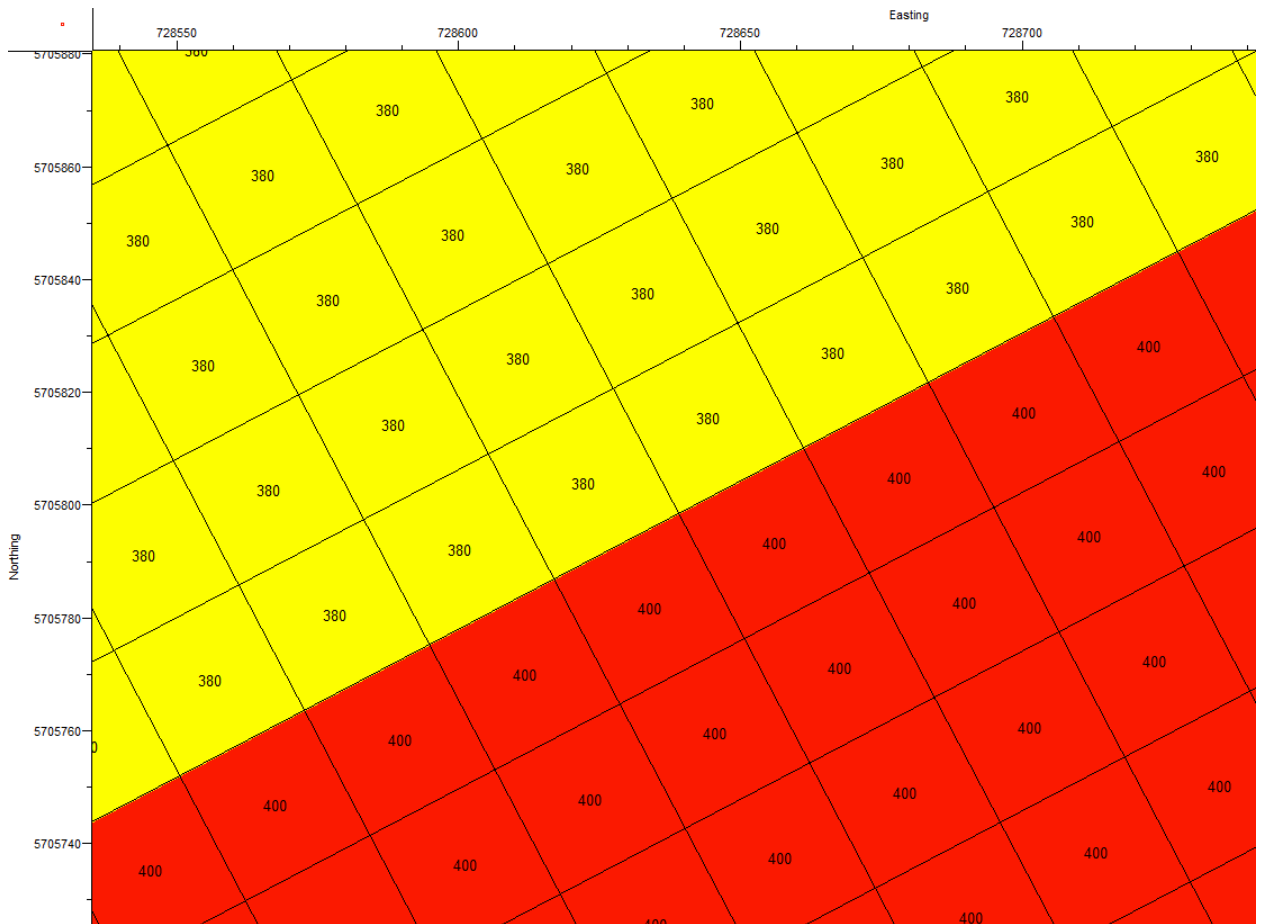


Рисунок 13. Схема распределения кратности. Увеличенный фрагмент. Размер бина 25 x 25 м



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

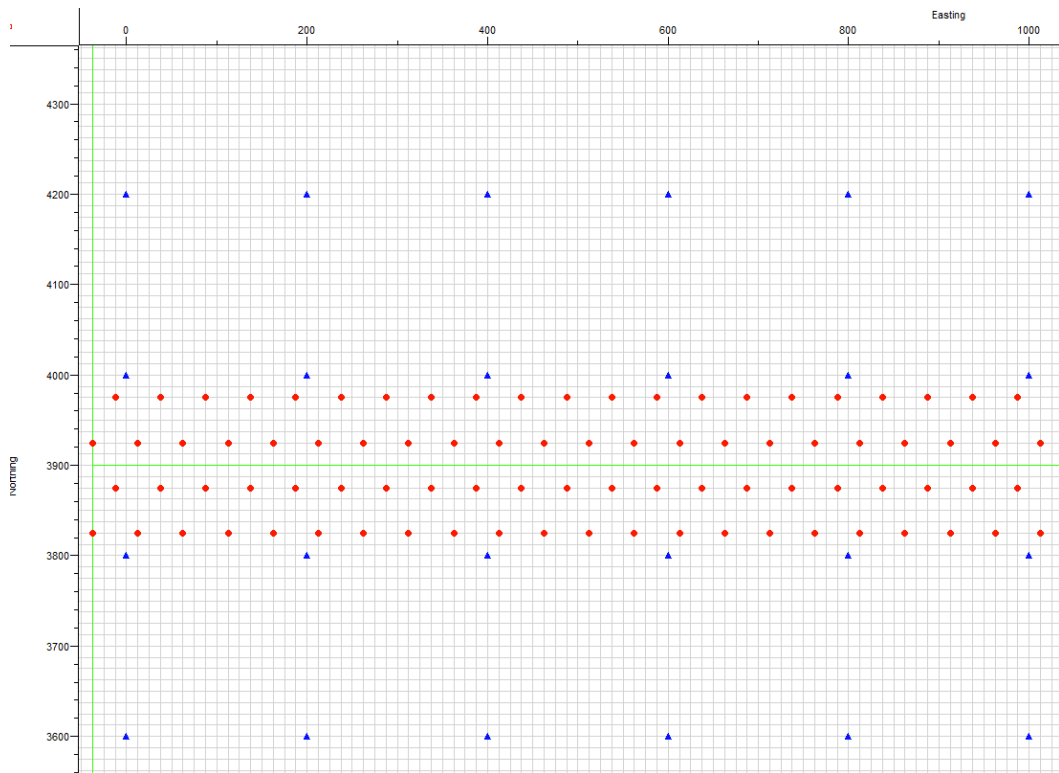


Рисунок 14. Схема взаиморасположения ПВ (красным) и ПП (синим). Увеличенный фрагмент.

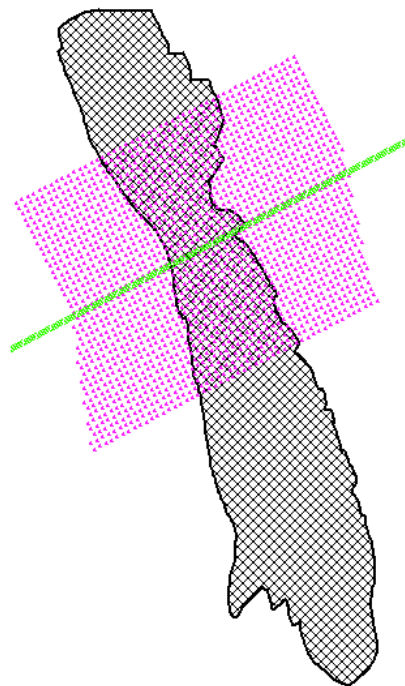


Рисунок 15. Пример единичной расстановки 40 ЛПП (без учета разбивки по сезонам)



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

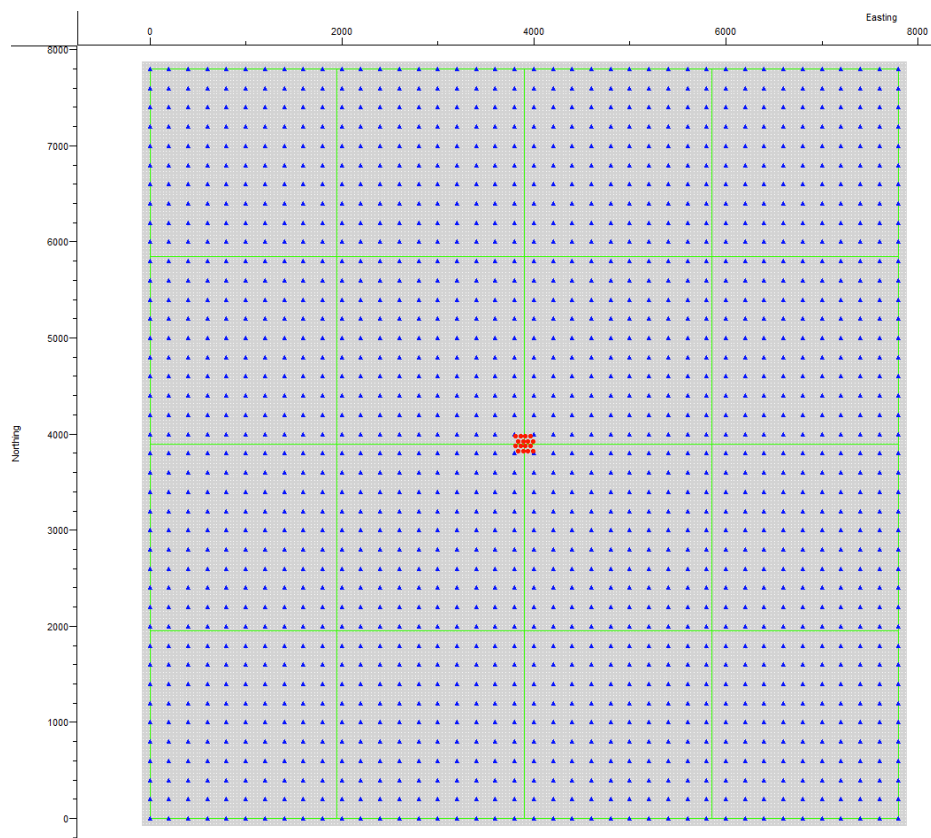


Рисунок 16. Единичный приемный темплейт

Параметры источника сейсмического сигнала, системы регистрации, системы позиционирования и навигации представлены в Таблица 7.

Таблица 7. Параметры источника, регистрирующего, позиционирующего оборудования и навигации

Источник сейсмического сигнала 1-го судна-источника	
Групповой ПИ	BOLT 1500 LL, 1900 LLXT
Суммарный объем группы ПИ, куб. дюймов	не менее 4500
Количество ПИ	2
Число линий в ПИ	не менее 2
Сепарация между ПИ, м	50
Глубина буксировки, м	6
Погрешность глубины буксировки, м	$\pm 0,5$



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Точность синхронизации контроллера ПИ	не более $\pm 0,1$ мс
Точность срабатывания ПИ	не более $\pm 1,5$ мс (источники с временем срабатывания от 1,1 мс до 1,5 мс заносятся в журнал оператора)
Рабочее давление	2000 psi $\pm 10\%$
Запись гидрофона в ближней зоне	для каждой отдельной линии каждого кластера ПИ
Система регистрации	
Тип сейсмостанции	Донная 4-х компонентная
Тип регистрирующей системы	24-х битная
Тип регистрирующих датчиков	Гидрофон (P) + 3 геофона (Z, X, Y)
ФВЧ для каналов (гидрофон+3 геофона)	Открытый канал
Формат записи	SEGY
Тип магнитного носителя	HDD
Шаг квантования, мс	2
Время регистрации, с	6
Записи на служебных каналах	Отметки момента
Система позиционирования	
Пневмоисточников	По 1 RGPS на каждой линии ПИ, датчик глубины
Система позиционирования донного оборудования	Акустическая система Sonardyne, АКИН
Ориентирование донного оборудования	- по сейсмическим данным - по магнитным компасам
Система DGPS	C-NAV, Trimble, Veripos, Kongsberg
Шаг между транспондерами системы акустического позиционирования	На каждом ПП
Уточнение положения донного оборудования	по данным повторного акустического позиционирования (пингеровки)
Навигация	
Точность позиционирования судна	$\pm 2,5$ м, PDOP не более 4, HDOP не более 4
Обеспечить количество точек на линии ПВ в соответствии со спецификацией	Не менее 95%
Точность позиционирования центров линий ПИ	± 5 м при 95% вероятности



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Методика контроля позиций ПИ	По линии прохода судна с интервалом проектных точек 25 м с контролем средней геометрической точки ПИ
Отклонение ПВ от проектной точки по «Sail line», м	± 10 м в крест линии (DC) и ± 10 м вдоль линии (DA)
Допустимая продолжительность выхода ПВ за пределы коридора каждого ПИ, шт.	не более 8 ПВ подряд
Максимальное отклонение линии ПВ, м	± 25
Допустимая продолжительность максимального выхода ПВ за пределы коридора каждого ПИ, шт.	не более 3 ПВ подряд
Количество точек ПВ в соответствии со спецификацией	Не менее 95% от количества пунктов взрыва на линии ПВ*
Изменение расстояния (сепарации) между линиями источника в группе	± 1 м.
Отклонение фактической позиции от проектного положения донных станций на глубинах до 100 м, м	± 10 м в крест линии (DC) и ± 10 м вдоль линии (DA) *
Отклонение фактической позиции от проектного положения донных станций на глубинах до 150 м, м	± 15 м в крест линии (DC) и ± 15 м вдоль линии (DA) *
Отклонение фактической позиции от проектного положения донных станций на глубинах до 200 м, м	± 20 м в крест линии (DC) и ± 20 м вдоль линии (DA) *
Отклонение фактической позиции от проектного положения донных станций на глубинах более 200 м, м	± 25 м в крест линии (DC) и ± 25 м вдоль линии (DA) *
Количество точек ПП в соответствии со спецификацией	Не менее 85% от количества пунктов взрыва на линии ПП*
Точность позиционирования по акустике	не более ± 5 м для 95% измерений.
Измерение скорости звука в воде	Ежедневно на гидрографических работах (судно пингеровщик).
Количество плохих каналов	Не более 2% от общего количества каналов *

* - Параметры могут быть откорректированы в случае невозможности выполнения работ по тем или иным причинам или существенно увеличения времени выполнения работ



Минимальное количество донных регистраторов, необходимых для выполнения работ – 1200 единиц. Планируется привлечение 3300 единиц.

В 1-м полевом сезоне 2022 года на ограниченном участке возможно проведение опытных работ с привлечением 2-го судна-источника, основной задачей которых являются оценка воздействия на получаемый сейсмический материал 2-го судна-источника и повышение производительности проведения полевых работ. На этапе проведения камеральных работ материалы опытных работ с одновременной работой 2-х судов-источников будут дополнительно обработаны. В случае получения сейсмических материалов высокого качества, без существенного воздействия применения 2-го судна-источника, данная методика будет опционально применена в последующих сезонах отработки.

3.1 Последовательность выполнения работ

Программа сейсморазведочных работ предусматривает 2 этапа:

- 1) Тестирование пневматического источника, определение основных параметров системы приема и возбуждения сейсмического сигнала.
- 2) Отработка площади 3D.

3.1.1 Этап 1. Тестовые работы

На первом этапе выполняется тестирование пневматического источника, определяются основные параметры системы возбуждения сейсмического сигнала. Работы на первом этапе будут включать постановку двух тестовых профилей ПП длиной 2450 м (по 50 ПП) с различными параметрами регистрации и выполнение возбуждения сейсмического сигнала с разными объемами источников. Всего будет выполнено 3 прохода по линии возбуждения.

На втором этапе будут выбраны параметры регистрации (коэффициенты усиления) и выполнена оценка шумов, генерируемых судном-источником Калас. Постановка донных модулей КРАБ планируется по следующей схеме: раскладываемые 2 тестовые приемные линии включают по 50 модулей, расположенных с интервалом 50 м. Расстояние между линиями приема составляет 200 метров (длина линий 2450 м). Все донные модули КРАБ



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

настраиваются на 3 усиления: 0 Db, 6Db и 12 Db и расставляются поочередно. Таким образом, на 100 ПП окажется 34 ПП с усилением 0 Db, 33 ПП с усилением 6 Db и 33 ПП с усилением 12Db.

Дополнительно в испытаниях будут участвовать 50 ДМ FLOUNER, 10 ДМ ОВХ и 31 ДМ КРАБ с повышенной чувствительностью, превышающей 10% от среднего значения. Усиления на дополнительных модулях будут выставлены в соответствии с усилениями ДМ КРАБ.

Возбуждение сейсмического сигнала осуществляется по методике flip-flop по двум параллельным линиям (с интервалом между sail-line 100 метров) и 1 перпендикулярной с расстоянием 25 м между ПВ, длина параллельных линий возбуждения составляет 10450 м, перпендикулярной - 8200 м.

Для определения чувствительности по RMS в сигнальной части – дополнительная линия ПВ длиной 2450 м (в 3950 м от ЛПП).

Таблица 8. Параметры методики наблюдения тестовых работ (Этап 1)

Параметр	Значение
Метод	МОВ-ОГТ 2D
Система наблюдений	центрально – симметричная
Объем пневмоисточника, inch ³	3470
Глубина погружения ПИ, м	6
Шаг дискретизации, мс	2
Длина записи, с.	6
Расстояние между пунктами приема, м	50
Расстояние между пунктами возбуждения, м	50
Расстояние между линиями приема, м	200
Коэффициент усиления для гидрофонов	0,6,12 Db
Коэффициент усиления для геофонов	0,6,12 Db
Число приемных донных модулей	по 50 в линии
Длина приемной расстановки, м	2450м
Длина единичной линии отстрела, м	10450, 8200, 2450
Расстояние между линиями приема и проходом судна для оценки RMS, м	3750-3950
Расстояние между линиями для оценки шумов судна-раскладчика, м	200
Общее кол-во ПВ	1742

Методика съемки при тестовых работах



Отработка этапа тестовых работ производится в ходе выполнения тестовой линии по следующей методике:

1. Судно-раскладчик производит постановку 2-х линий донного регистрирующего оборудования с различными коэффициентами усиления на тестовые профили;
2. По окончании постановки донных станций, судно-пингеровщик выполняет определение их местоположения на дне с помощью системы акустического позиционирования.
4. Судно-источник выполняет 4 прохода по линиям возбуждения с различными объемами пневмоисточника;
5. По окончании отстрела тестовых линий возбуждения выполняется подъем 2-х тестовых приемных линий. Проводится считывание зарегистрированных сейсмических данных.

Далее проводится настройка пневмоисточников:

1. Выполняется проверка работы системы буксирования групп ПИ и оценка их устойчивости поддержания сепарации между линиями в группе ПИ. При работе судна-источника в режиме flip-flop выполняется проверка устойчивости поддержания сепарации между группами ПИ (сохранение конфигурации). Будет выбрана оптимальная скорость удержания судна на профиле для попадания в пикет возбуждения источников правого и левого борта.

2. Проводится «бабл тест» для выбранного объема пневматической группы.

Для выбранной конфигурации пневмоисточников будет проводиться тест для проверки соответствия положения в группе заданных объемов ПИ, глубины буксировки линий ПИ, а также проверки полярности гидрофонов ближней зоны линий ПИ.

Ниже приведена методика данного теста:

Для проведения тестирования выбираются ПИ объемом не менее 200 дюйм³. - каждым ПИ, расположенным в линии, будет производиться 10 хороших «выстрелов». Данные по гидрофонам ближней зоны ПИ будут записываться сейсмостанцией SEAL 428(в формате SegD) (данный тест будет проведен при минимально возможном дискрете записи сейсмостанции (например, 0.25 мс), тогда погрешность измерения составит 0.125



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

мс (что в пересчете на расстояние соответствует 0.1875 м), длина записи в данном тесте должна быть небольшой (достаточно 1 с).

- полученные данные будут загружаться в обрабатывающий комплекс Promax.

- по ближним гидрофонам (к тестируемому ПИ) будут замеряться следующие показатели: время первичного импульса (peak-time), время вторичной пульсации (bubble-time), по которым определяется замеренный период вторичной пульсации. Расчет теоретических периодов вторичной пульсации производится по формуле Rayleigh — Wilkes:

$$B=K \times (P \times V)^{1/3} \times (1+0,1D)^{5/6}$$

где: B — период пульсации, P — давление в источнике, V — объем пушки (ПИ), D — глубина буксировки, K — множитель, зависящий от типа ПИ

3. Делается сопоставление характеристик теоретической сигнатуры источника и сигнатуры, извлеченной из данных OMP.

В дальнейшем на первом этапе OMP:

- Будет произведена проверка навигационного, излучающего и регистрирующего комплексов на предмет готовности к работам. Будет выполнена проверка работы всех систем синхронизации.

- Будет проверена идентичность записи донных станций и их коэффициентов усиления путем сравнения записей с введенными поправками LMO и коррекцией за сферическое расхождение (допускается расхождение зарегистрированных амплитуд между станциями не более 3 дБ). Сигнал будет проанализирован с целью определения наличия/отсутствия постоянной составляющей (DC) и регулярных помех в области низких частот (менее 1 Гц).

- Будет подготовлена к работам и протестирована система акустического донного позиционирования «ПИКЕТ». На каждую донную станцию опытного профиля устанавливается маяк-ответчик.

- Для определения уровня интенсивности сейсмического сигнала и предотвращения искажения амплитуд сейсмической записи в результате клипирования, будет выполнено испытание пневматических источников с объемом 3470 дюйм³.

- Будет проверен алгоритм уточнения положения станций на дне методом обратных засечек из пунктов возбуждения по первым вступлениям высокочастотной водной волны.



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

- Будут проконтролированы углы положения донных станций. Проверка будет включать в себя контроль данных по заголовкам Pitch, Roll и Азимут.

Обработка результатов тестовых работ

Обработка данных выполняется сразу по завершении проведения работ. Полученные сейсмограммы анализируются Подрядчиком на полевом ВЦ. Определяются количественные характеристики указанных ниже атрибутов (геофоны и гидрофоны). Необходимо учесть, что окна для анализа атрибутов, полученных на ОМР сейсмограмм, должны выбираться с учетом ожидаемых времен целевого интервала и находиться в области между областью отраженного сигнала первых вступлений и поверхностных волн-помех.

Обязательные атрибуты для анализа результатов ОМР:

- ширина спектра сигнала;
- доминантная частота сигнала;
- сигнал/помеха;
- амплитуда сигнала;
- амплитуда помехи.

При анализе сейсмограмм для получения более корректной информации о частотном составе полученных данных допускается применение Band Pass фильтра.

В течение трех дней после завершения первого этапа ОМР Подрядчик предоставляет отчет, в котором должен быть отражен анализ всех вышеперечисленных атрибутов, а также:

- программа работ;
- текстовое описание условий производства ОМР, в т.ч. аппаратура и оборудование, участвующие в производстве работ, погодные условия;
- сейсмограммы (фрагменты сейсмограмм) ОМР, с указанными окнами расчета атрибутов и графики рассчитанных атрибутов по гидрофонам и геофонам;
- текстовое заключение, обосновывающее выбор параметров возбуждения и регистрации;
- сейсмограммы ОМР в формате SEG-Y;
- рапорты операторов.



На основании полученного отчета о результатах выполнения первого этапа работ и анализа полученного материала Руководитель проекта выдает задание на выполнение работ второго этапа.

3.1.2 Этап 2. Отработка площади 3D

При выполнении съемки МОВ ОГТ 3D работа на объекте заключается в постановке необходимого количества приемных линий, определении положения сейсмоприемников на дне при помощи акустической системы позиционирования и последующем возбуждении сейсмического сигнала на активных расстановках по линиям отстрела. Единичная расстановка состоит из 40 линий приема и 4-х линий отстрела, проходящих между центральными (20-я и 21-я) приемными линиями единичной расстановки. Интервал пунктов приема 200 м, пунктов возбуждения 50 м. Отстрел выполняется параллельно приемным линиям. По окончании отработки единичной расстановки приемные линии, вышедшие из активной расстановки, поднимаются на борт. Для исключения влияния шумов от винтов судна-раскладчика на качество регистрируемых сейсмических данных, выполняется подъем приемной линии, находящейся на расстоянии от активной расстановки не ближе 400 метров. По сейсмическим данным с каждой поднимаемой приемной линии выполняется оценка уровня шумов в определенном временном интервале и определяется необходимость переотработки участка активной расстановки. Перемещение на следующий шаблон осуществляется «сдвигом» на 200 м поперек направления приемных линий. Выполняется раскладка следующей приемной линии. Работы по сбору предыдущей расстановки, постановке приемников и их позиционированию на следующей расстановке будут производиться одновременно с отстрелом активной расстановки.

В случае использования 2-х судов-источников (или последовательной работы одного судна-источника), допускается раскладка половины единичной расстановки (20-и приемных линий). Отстрел производится по 4-м линиям возбуждения, примыкающим к 1-й приемной линии и 4-м линиям возбуждения, примыкающим к 20-й приемной линии. Далее выполняется перемещение на следующий шаблон «сдвигом» на 200 м поперек направления приемных линий. Фактически в два раза увеличивается количество линий возбуждения при сокращении количества приемных линий также в два раза.



Приемная линия представляет собой набор донных регистраторов, закрепленных на непрерывном тросе через равные интервалы (200 м). На концах приемной линии устанавливаются бетонные якоря. Положение приемных устройств на дне будет определяться с помощью прикрепленных ко всем донным модулям транспондеров системы гидроакустического позиционирования.

Перед постановкой сейсмоприемников выполняется ряд подготовительных процедур (тестирование, синхронизация внутренних часов со временем GPS, зарядка батарей).

При подходе судна к первой плановой точке постановки заблаговременно выставляется первый концевой буй с якорем, к которому прикреплен трос.

Начинается размотка секционного троса с установленных на корме судна барабанов. Один барабан обеспечивает постановку донных регистраторов на всей длине приемной линии. При достижении пикета постановки донные станции, присоединенные к секционному тросу, опускаются за борт в расчетных точках (Рисунок 17).

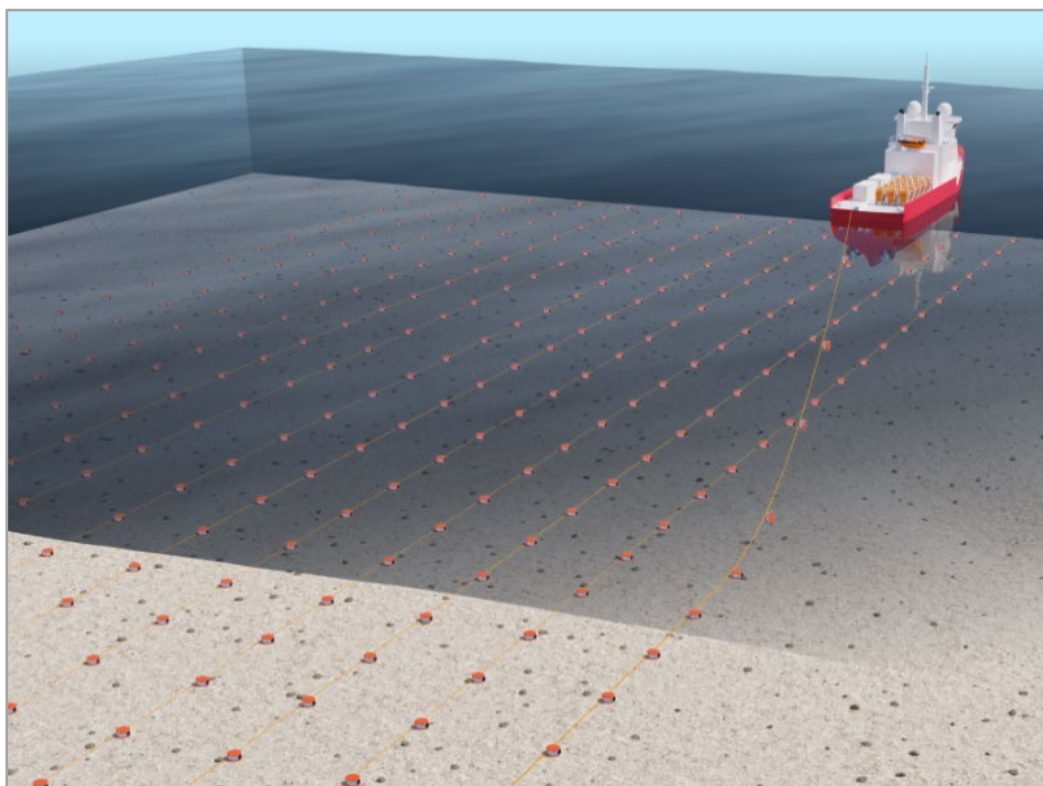


Рисунок 17. Схема расстановки приемной линии с использованием донных регистраторов

По завершении постановки приемной линии к секционному тросу присоединяется концевой буй с якорем. Затем цикл работ повторяется до завершения постановки необходимого количества приемных линий.

По окончании постановки донных модулей производится определение их местоположения на дне с помощью системы акустического позиционирования (Рисунок 18). В случае, когда отклонение фактического положения станций превышает допустимые значения, осуществляется перестановка группы станций.

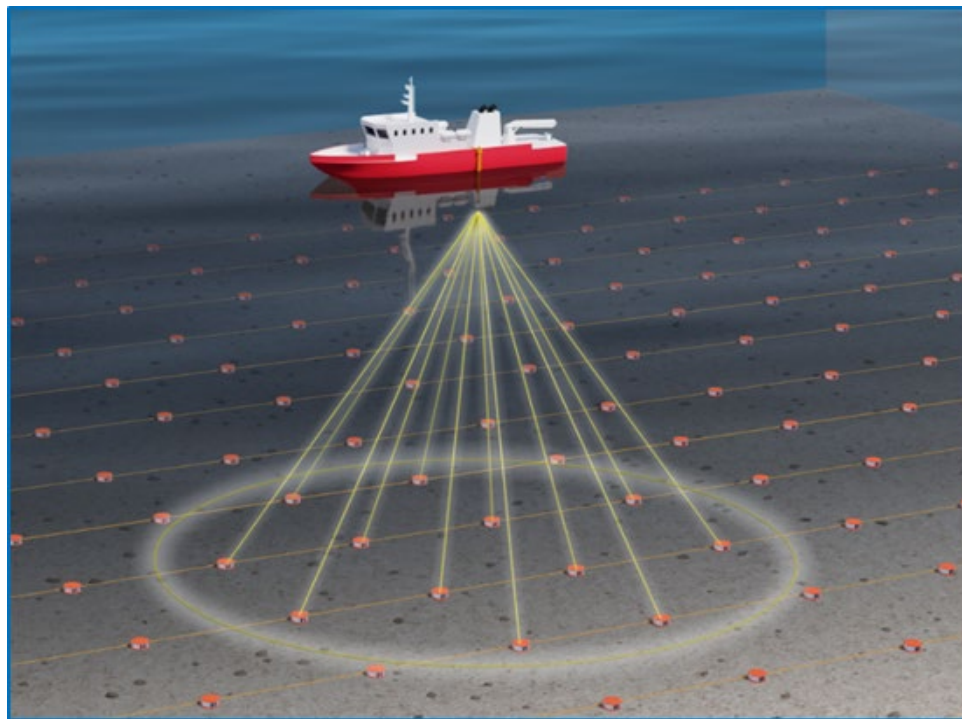


Рисунок 18. Пингеровка приемных линий

Возбуждение сейсмического сигнала (Рисунок 19) осуществляется групповым пневматическим источником с объемом, определяемым по результатам тестовых работ. Возбуждение будет вестись в режиме flip-flop. Разведение линий источников составляет 50 м, дистанция вдоль линии отстрела между пунктами возбуждения на одном проходе судна 50 м (25 flip и flop). При завершении судном-источником отстрела профиля, выполняется заход на новый профиль отстрела, рабочий цикл повторяется.



Рисунок 19. Отстрел профилей судном-источником сейсмического сигнала

По завершении отстрела шаблона проводится сбор донных станций крайней приемной линии: судно-раскладчик выполняет траление приемной линии в месте постановки якоря. Выбирается концевой буй с якорем, далее последовательно выполняется подъем сейсмоприемников геофизической лебедкой. Судно движется вдоль приемного профиля с заданной скоростью до окончания процесса сбора. С поднятых станций считывается информация. По завершении подъема донных станций и считывания данных выполняется их постановка на приемные линии, формирующие следующую полосу приемных линий.

4 Контроль качества данных

Контроль качества сейсмических данных, получаемых в процессе выполнения сейсморазведочных работ, полностью охватывает все технологические аспекты работ и нацелен на проверку полученных данных в целях построения полного вектора волнового поля отраженных волн с учетом сейсмогеологии участка работ.

Обработка сейсмических данных будет разделена на 2 этапа: набортная обработка на судне-источнике и камеральная обработка на ВЦ АО «МАГЭ». Контроль качества будет производиться как в реальном времени, так и после отстрела каждой линии возбуждения, после подъема каждой линии приема.

Контроль качества включает в себя:

- 1) Контроль качества работы пневмисточников.



- 2) Контроль качества линий возбуждения в виде предоставления Заказчику отдельных презентаций по каждой линии отстрела.
- 3) Контроль качества позиций положения приемников на дне, их смещения на
- 4) площади работ при воздействии штормов, а также в зонах с интенсивным придонным течением. Контроль качества позиций донных станций производился как вовремя пингеровки станций судами-пингеровщиками, так и в процессе offline контроля качества
- 5) Уточнение позиций станций на ближних удалениях методом обратных засечек из пунктов возбуждения сейсмического сигнала
- 6) Анализ смещения отдельных приемников на площади с учетом их изменения позиции во времени и разделения координат положения для каждой новой точки положения на дне.
- 7) Подготовка финальных презентаций после передачи приемных линий на борту судна-базы с отражением качества сейсмических данных и количеством принятых в работу приемных станций.

4.1 Контроль качества работы пневмоисточников

После окончания каждой секвенции (непрерывной линии отстрела на площади работ) отрядом набортной обработки будет производиться оценка работы пневмоисточников по гидрофонам ближней зоны. В результате данной оценки по всем отработанным в ходе проекта секвенциям будут составлены отчеты о проведенном контроле качества.

При контроле качества в первую очередь будут выполняться следующие обязательные процедуры:

Загрузка данных SEG-D с накопителей NAS и их перевод во внутренний формат ProMAX.

Проверка служебных каналов на предмет пропущенных подрывов, автоподрывов, задержек подрыва, утечек и других нарушений работы пневмоисточников.

Для дополнительного контроля атрибутов аппаратуры запланировано построение графиков, показаний давления в системе пневмоисточников для каждого ПВ. Будет выбрана оптимальная скорость судна относительно дна.



Также важным параметром работы пневмоисточников, который проверяется по мере прохождения линии, является заглубление. Данные по глубинам будут загружены в заголовки из навигационных файлов.

Для оценки качества синхронизации пневмоисточников линий правого и левого бортов для системы flip-flop применяются служебные заголовки SEG-D файлов данных с сейсмостанции Sercel SEAL 424, и по требованию Представителя Заказчика работ может быть выполнена графическая визуализация всех источников линий обоих бортов (отдельно для каждого борта) для определения плохих пунктов возбуждения ПВ (если ошибка синхронизации ПИ превышает 1,5 мс.

4.2 Оценка уровня шумов по данным, полученным с донных станций

Учитывая значительную глубину моря на участке работ шум среды около поверхности отличается от уровня микросейсм на дне. Перед подъемом основной линии выполняется подъем предшествующей ей линии с последующей «нарезкой» шумовых файлов в целевом временном окне. Эти данные по интересующему временному интервалу времени передаются для дальнейшего анализа на вычислительный центр судна – базы после чего совместно с Представителем Заказчика работ принимается решение о принятии пройденной линии отстрела или переработке части (или всей) линии. Анализ шумов производится по 3-м компонентам геофона (X,Y,Z) и компоненте гидрофона Н.

После проверки шумовых записей совместно с представителем Заказчика на борту судна принималось решение о принятии линий отстрела в обработку.

4.3 Контроль качества приемных линий

Контроль качества приемных линий по 4-м компонентам регистрации будет произведен на борту судна–базы. Все процедуры контроля качества будут предварительно согласованы с Заказчиком работ. Определение качества материала можно разделить на несколько стадий (Рисунок 20):

- 1 – считывание и загрузка данных во внутренний формат ПО Promax
- 2 – проверка сейсмического материала на наличие ошибок и помех
- 3 – уточнение позиций донных модулей
- 4 – анализ данных на уход кварцевых часов
- 5 – построение сейсмических разрезов и карт



Рисунок 20. Принципиальная схема offline контроля качества на борту для данных МОГТ 3D, полученных с донных регистраторов

На первом этапе будет производиться считывание данных и загрузка во внутренний формат ПО Promax. После загрузки данных производится анализ с использованием лога операторов с судна раскладчика, составляется файл редакции бракованных трас.

Анализируются данные по углам наклона донных модулей (первоначальный угол и максимальное отклонение от начальной позиции) для оценки начального положения станции и изменения ее положения в процессе работ

Будет произведен анализ смещения донных модулей по пингеровкам и анализ времени ухода часов станции по данным логов оператора судов-раскладчиков. В результате этого анализа определяются станции, которые необходимо проверить на рассинхронизацию часов и на изменение координат донного модуля в процессе работ. Для модулей, имеющих запротоколированный оператором станции уход кварцевых часов регистратора, будет произведен анализ ухода кварцевых часов (Рис. 21).

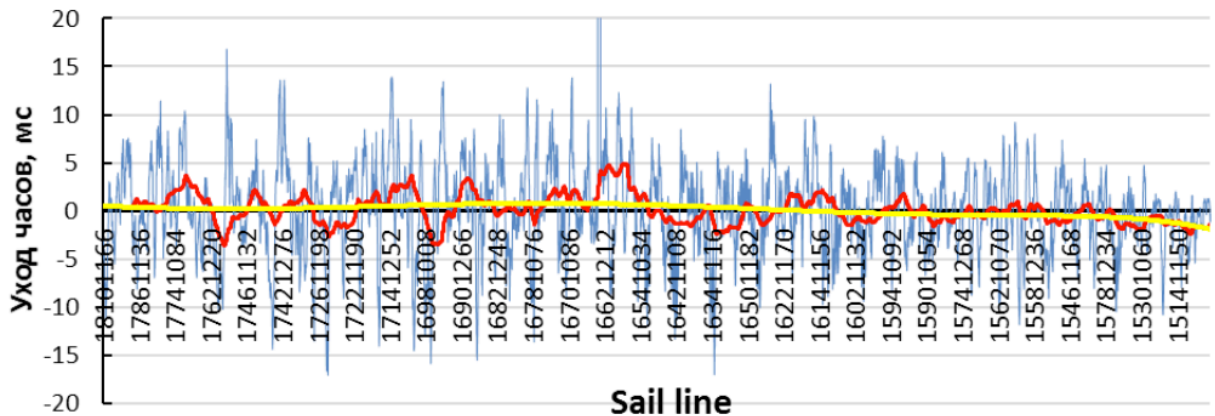


Рис. 21. Пример анализа на смещение кварцевых часов

Для 3D данных высокой плотности определяющим контролем геометрии и ухода кварцевых часов является визуальный контроль по сейсмограммам ОПП с регулярным шагом и введенной поправкой LMO (Рис. 22). По этим данным будет произведен амплитудный анализ в окне первых вступлений и определены ошибки записи следующего типа:

- Обратная полярность гидрофона,
- Аномальная амплитуда сигнала гидрофона,
- Рассинхронизация времени регистраторов станций
- Физическое смещение донного модуля от точки постановки на дне

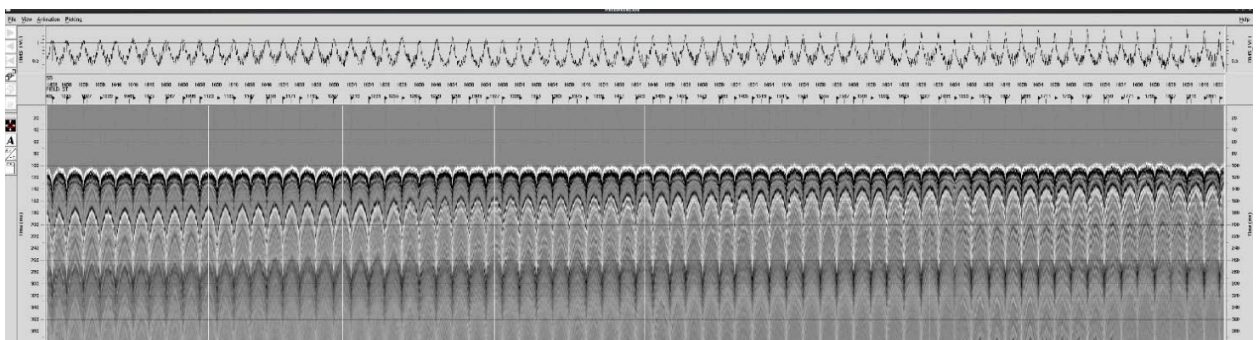


Рис. 22. Сейсмические данные в сортировке ОПП с введенной поправкой LMO. Сверху - график RMS амплитуд в окне первых вступлений

Для контроля навигации загружаются gpr и spr в программный комплекс MEZA и выполняется построение карт позиционирования:

- Карта взаимного расположения линий ПП и ПВ



- Карта глубин

Для анализа поступаемого материала будет выполнен расчет карт атрибутов в окнах. Размеры окон будут выбраны до начала площадных работ по тестовому профилю и согласованы с Представителем Заказчика на борту судна-базы. К сейсмическим данным предварительно будет применен полосовой фильтр, параметры будут определены по результатам тестирования.

- Карты среднеквадратичных амплитуд в окнах - цветовые шкалы компоненты Н представлены в мкБар, компонент геофона – в мкм/с
- Карты среднеквадратичного уровня помех в окне «ambient» по компонентам Н и Z.
- Карты среднеквадратичного уровня помех в окне «ambient» по горизонтальным компонентам Х и Y.
- Карты отношения RMS амплитуд в окне «signal» к RMS амплитудам в окне «ambient» по компонентам Н и Z, цветовые шкалы безразмерные.
- Карта доминантной частоты по компоненте Н и Z, цветовые шкалы в Гц.
- Для проверки азимутального распределения энергии источника выборочно (для центральных донных станций активной расстановки площади работ) могут быть построены круговые диаграммы в окне первых вступлений (по согласованию с Заказчиком).

По каждой линии приема будут построены суммированные временные разрезы 2D по компонентам. Для суммирования данных будет выбрана ближайшая линия ПВ.

Граф обработки для построения временного разреза:

- Будет произведена отбраковка плохих станций
- Полосовая фильтрация (8-12-120-130)
- Априорный скоростной закон
- Восстановление истинных амплитуд
- Внутренний и внешний мьютинг для ослабления высокоамплитудных помех от винтов судна-источник и рефрагированных волн
- Ввод кинематических поправок



5 Камеральная обработка результатов

5.1 Обработка данных

5.1.1 Обработка данных на ЮКГКМ

Обработка сейсмических данных начинается по мере отработки полевых «патчей» и доставки данных на вычислительный центр.

Обработка будет выполняться в режиме «по каждому ноду». В последнем сезоне производится объединение всего массива данных в единый объем для общего подбора и коррекции скоростной модели, выравнивания за ПП и ПВ, совместной миграции и процедур постпроцессинга для полей продольных и поперечных (PP и PS) волн.

Обработка будет выполняться с применением процедур, позволяющих обеспечить сохранение относительных амплитудных параметров сейсмического поля и широкого диапазона углов для последующего динамического анализа, на основе использования современных программно-технических средств и выработанных методико-технологических приёмов, с контролем амплитудных и фазовых характеристик на всех этапах.

Для обработки будет применен граф, предварительно отработанный и опробированный в процессе OMP 2021 с необходимым дополнением до полноволновой инверсии FWI.

Предварительная обработка:

1. Ввод данных и конвертация во внутренний формат обрабатывающей системы Geovation2 с сохранением исходного шага дискретизации.
2. Ввод, присвоение и контроль корректности геометрии.
3. Ввод поправок за задержку аппаратурных фильтров (контроль ухода часов и положений ПП).
4. Контроль качества сейсмических данных (выбор окна анализа, расчет карт атрибутов сейсмической записи: кратности, максимальные/RMS амплитуды, соотношение Асиг/Амкс, доминантная частота, ширина спектра и т.д.).
5. Статика за прилив\отлив
6. Коррекция положений пунктов приема и пунктов возбуждения;
7. Остаточный поворот
8. Глобальная PZ калибровка для всех типов используемого полевого оборудования
9. Регуляризация по ПВ и подавление аляйсинга, переход на сетку shot grid 25x25 и шаг дискретизации 4 мс
10. Локальная PZ калибровка



11. Ввод поправки за сферическое расхождение.
12. Предварительный анализ скоростей с шагом 2 x 2 км.
13. Получение априорного временного куба (Brute Stack) по всему объему данных.
14. Оценка качества всех данных, выбор inline и crossline для дальнейшего тестирования.

Сигнальная обработка:

1. Подавление случайного и когерентного шума: высокоамплитудных выбросов (спайков), сейсмической интерференции, шума волнения водной поверхности, линейных волн-помех;
2. Скоростной анализ, 1-я итерация;
3. Vz denoise;
4. PZ суммирование
5. Подавление кратных волн-спутников в донном слое
6. Устранение эффекта вторичных пульсаций источника с использованием теоретической сигнатуры источника или сигнатуры, извлеченной из данных (NHF- deghosting);
7. Ослабление энергии кратных и дифрагированно-кратных волн для мелководных кратных и дифрагированно-кратных волн (SWD, MWD включая все необходимые подготовительные этапы).
8. Ослабление энергии кратных и дифрагированно-кратных волн для глубоководных кратных и дифрагированно-кратных волн (SRME, включая все необходимые подготовительные этапы).
9. Тау-пи деконволюция;
10. Поверхностно-согласованная коррекция амплитуд;
11. Подавление остаточных кратных волн с использованием высокоразрешающего преобразования Радона;
12. Подавление дифрагированных кратных волн и остаточной энергии кратных волн на ближних удалениях;
13. 3D/4D/5D регуляризация данных;
14. Подавление остаточного случайного и когерентного шума в различных сортировках.
15. Подготовка к построению глубинно-скоростной модели с применением полноволновой инверсии с учетом поглощения - QFWI. Глубинная анизотропная миграция до суммирования с учетом поглощения.
 - а. Построение исходной изотропной глубинно-скоростной модели (ГСМ) с использованием скоростей PSTM, информации по скважинам, данных о значении скорости в водном слое и о глубине морского дна, а также интеграция модели ВЧР, полученной на этапе временной обработки, в ГСМ.
 - б. Глубинная изотропная миграция до суммирования с целью уточнения ГСМ



- с. Обработка глубинных мигрированных сейсмограмм с целью повышения соотношения сигнал-помеха (вычитание кратных волн, повышение когерентности отражений).
 - d. Высокоплотная автоматическая пикировка остаточных кинематических сдвигов.
 - e. Уточнение ГСМ методом гибридно-сеточной томографии по отраженным волнам количество итераций обосновывается и определяется в ходе тестирования.
 - f. Подготовка анизотропной скоростной модели для миграции (анализ и подбор параметров анизотропии выполняется при наличии необходимых скважинных данных).
 - g. Глубинная анизотропная миграция до суммирования с целью уточнения ГСМ и параметров анизотропии.
 - h. Обработка глубинных мигрированных сейсмограмм с целью повышения соотношения сигнал-помеха (вычитание кратных волн, повышение когерентности отражений);
 - i. Высокоплотная автоматическая пикировка остаточных кинематических сдвигов;
 - j. Уточнение анизотропной ГСМ методом гибридно-сеточной томографии, в том числе уточнение параметров анизотропии, количество итераций обосновывается и определяется в ходе тестирования;
 - к. Построение\уточнение модели параметра поглощения;
 - l. Подготовка данных для выполнения полноволновой инверсии.
16. Полноволновая инверсия с учетом поглощения QFWI (количество итераций – по результатам тестирования).
 17. Тестирование параметров миграции (апертура, макс. угол, частота, фильтр зеркальных частот);
 18. Выполнение анизотропной миграции до суммирования с учетом поглощения по всему объему данных с финальной анизотропной скоростной моделью;
 19. Анализ и ввод остаточных кинематических поправок;
 20. Пересчет Глубина-Время по сейсмограммам после анизотропной PSDM;
 21. Подавление остаточного случайного и когерентного шума;
 22. Подавление остаточных кратных волн с использованием высокоразрешающего преобразования Радона;
 23. Пересчет временных кубов PSDM в глубину;

Последовательность и перечень процедур графа обработки тестируется и согласуется с заказчиком. Возможна корректировка предложенного графа в зависимости от пожелания заказчика.

Предлагаемые этапы обработки PS, адаптированные и параметрами PP обработки

1. Препроцессинг



2. Стандартный препроцессинг по всем компонентам
3. Остаточный поворот
4. Подавление случайных и высокоамплитудных помех
5. Специальная сигнальная обработка PS данных
6. Переход к R-T системе координат
7. SWS коррекция, итерации 1-3
8. Скоростной анализ, 1-я итерация: оценка V_c , G_0 , G_{eff}
9. SWS коррекция, итерации 3-6
10. Скоростной анализ, 2-я итерация
11. Расчет S-статика
12. Подавление случайных шумов
13. Регуляризация по ПВ, де-аляйсинг
14. Подавление линейных помех
15. Подавление волн-спутников
16. Подавление кратных волн, образованных в водном слое
17. Подавление энергии PP-волн
18. Поверхностно-согласованная коррекция амплитуд, итерация 1
19. Предсказывающая деконволюция
20. Скоростной анализ, 3-я итерация
21. Остаточная статика
22. Подавление оставшихся регулярных и нерегулярных помех
23. Регуляризация
24. Шумоподавление после регуляризации
25. Временная миграция после суммирования
26. Построение ГСМ и глубинная миграция
27. Регистрация и построение начальной модели V_p/V_s
28. Скалирование скоростей V_p на основе модели V_p/V_s
29. Уточнение модели V_s , в том числе через томографию
30. Верификация финальных моделей V_p и V_s
31. Подбор параметров миграции
32. Глубинная миграция
33. Стандартная пост-миграционная обработка
34. Пересчет временных кубов PSDM в глубину

5.1.2 Обработка данных на КГКМ

Обработка сейсмических данных начинается по мере отработки полевых «патчей» и доставки данных на вычислительный центр.

В рамках работ по Киринскому месторождению основное внимание при обработке сейсмических данных будет уделено восстановлению сейсмических отражений в районе газовой аномалии у скважины Киринская 1.



Обработка будет выполняться в режиме «по каждому ноду». В последнем сезоне производится объединение всего массива данных в единый объем для общего подбора и коррекции скоростной модели, выравнивания за ПП и ПВ, совместной миграции и процедур постпроцессинга для полей продольных и поперечных (PP и PS) волн.

Обработка будет выполняться с применением процедур, позволяющих обеспечить сохранение относительных амплитудных параметров сейсмического поля и широкого диапазона углов для последующего динамического анализа, на основе использования современных программно-технических средств и выработанных методико-технологических приёмов, с контролем амплитудных и фазовых характеристик на всех этапах.

Для обработки будет применен граф, предварительно отработанный и опробованный в процессе ОМР 2021 с необходимым дополнением до полноволновой инверсии QFWI с учетом поглощения.

Предварительная обработка:

1. Ввод данных и конвертация во внутренний формат обрабатывающей системы Geovation2 с сохранением исходного шага дискретизации.
2. Ввод, присвоение и контроль корректности геометрии.
3. Ввод поправок за задержку аппаратурных фильтров (контроль ухода часов и положений ПП).
4. Контроль качества сейсмических данных (выбор окна анализа, расчет карт атрибутов сейсмической записи: кратности, максимальные/RMS амплитуды, соотношение Асиг/Амкс, доминантная частота, ширина спектра и т.д.).
5. Статика за прилив\отлив
6. Коррекция положений пунктов приема и пунктов возбуждения;
7. Остаточный поворот
8. Глобальная PZ калибровка для всех типов используемого полевого оборудования
9. Регуляризация по ПВ и подавление аляйсинга, переход на сетку shot grid 25x25 и шаг дискретизации 4 мс
10. Локальная PZ калибровка
11. Ввод поправки за сферическое расхождение.
12. Предварительный анализ скоростей с шагом 2 x 2 км.
13. Получение априорного временного куба (Brute Stack) по всему объему данных.
14. Оценка качества всех данных, выбор inline и crossline для дальнейшего тестирования.

Сигнальная обработка:



24. Подавление случайного и когерентного шума: высокоамплитудных выбросов (спайков), сейсмической интерференции, шума волнения водной поверхности, линейных волн-помех;
25. Скоростной анализ, 1-я итерация;
26. Vz denoise;
27. PZ суммирование
28. Подавление кратных волн-спутников в донном слое
29. Устранение эффекта вторичных пульсаций источника с использованием теоретической сигнатуры источника или сигнатуры, извлеченной из данных (NHF- deghosting);
30. Ослабление энергии кратных и дифрагированно-кратных волн для мелководных кратных и дифрагированно-кратных волн (SWD, MWD включая все необходимые подготовительные этапы).
31. Ослабление энергии кратных и дифрагированно-кратных волн для глубоководных кратных и дифрагированно-кратных волн (SRME, включая все необходимые подготовительные этапы).
32. Гау-пи деконволюция;
33. Поверхностно-согласованная коррекция амплитуд;
34. Подавление остаточных кратных волн с использованием высокоразрешающего преобразования Радона;
35. Подавление дифрагированных кратных волн и остаточной энергии кратных волн на ближних удалениях;
36. 3D/4D/5D регуляризация данных;
37. Подавление остаточного случайного и когерентного шума в различных сортировках.
38. Подготовка к построению глубинно-скоростной модели с применением полноволновой инверсии с учетом поглощения - QFWI. Глубинная анизотропная миграция до суммирования с учетом поглощения.
 - a. Построение исходной изотропной глубинно-скоростной модели (ГСМ) с использованием скоростей PSTM, информации по скважинам, данных о значении скорости в водном слое и о глубине морского дна, а также интеграция модели ВЧР, полученной на этапе временной обработки, в ГСМ.
 - b. Глубинная изотропная миграция до суммирования с целью уточнения ГСМ
 - c. Обработка глубинных мигрированных сейсмограмм с целью повышения соотношения сигнал-помеха (вычитание кратных волн, повышение когерентности отражений).
 - d. Высокоплотная автоматическая пикировка остаточных кинематических сдвигов.
 - e. Уточнение ГСМ методом гибридно-сеточной томографии по отраженным волнам количество итераций обосновывается и определяется в ходе тестирования.



- f. Подготовка анизотропной скоростной модели для миграции (анализ и подбор параметров анизотропии выполняется при наличии необходимых скважинных данных).
 - g. Глубинная анизотропная миграция до суммирования с целью уточнения ГСМ и параметров анизотропии.
 - h. Обработка глубинных мигрированных сейсмограмм с целью повышения соотношения сигнал-помеха (вычитание кратных волн, повышение когерентности отражений);
 - i. Высокоплотная автоматическая пикировка остаточных кинематических сдвигов;
 - j. Уточнение анизотропной ГСМ методом гибридно-сеточной томографии, в том числе уточнение параметров анизотропии, количество итераций обосновывается и определяется в ходе тестирования;
 - k. Построение\уточнение модели параметра поглощения;
 - l. Подготовка данных для выполнения полноволновой инверсии.
39. Полноволновая инверсия с учетом поглощения QFWI (количество итераций – по результатам тестирования).
40. Тестирование параметров миграции (апертура, макс. угол, частота, фильтр зеркальных частот);
41. Выполнение анизотропной миграции до суммирования с учетом поглощения по всему объему данных с финальной анизотропной скоростной моделью;
42. Анализ и ввод остаточных кинематических поправок;
43. Пересчет Глубина-Время по сейсмограммам после анизотропной PSDM;
44. Подавление остаточного случайного и когерентного шума;
45. Подавление остаточных кратных волн с использованием высокоразрешающего преобразования Радона;
46. Пересчет временных кубов PSDM в глубину;

Последовательность и перечень процедур графа обработки тестируется и согласуется с заказчиком. Возможна корректировка предложенного графа в зависимости от пожелания заказчика.

Предлагаемые этапы обработки PS, адаптированные и параметрами PP обработки

1. Препроцессинг
2. Стандартный препроцессинг по всем компонентам
3. Остаточный поворот
4. Подавление случайных и высокоамплитудных помех
5. Специальная сигнальная обработка PS данных
6. Переход к R-T системе координат
7. SWS коррекция, итерации 1-3
8. Скоростной анализ, 1-я итерация: оценка V_c , G_0 , G_{eff}
9. SWS коррекция, итерации 3-6



10. Скоростной анализ, 2-я итерация
11. Расчет S-статики
12. Подавление случайных шумов
13. Регуляризация по ПВ, де-аляйсинг
14. Подавление линейных помех
15. Подавление волн-спутников
16. Подавление кратных волн, образованных в водном слое
17. Подавление энергии РР-волн
18. Поверхностно-согласованная коррекция амплитуд, итерация 1
19. Предсказывающая деконволюция
20. Скоростной анализ, 3-я итерация
21. Остаточная статика
22. Подавление оставшихся регулярных и нерегулярных помех
23. Регуляризация
24. Шумоподавление после регуляризации
25. Временная миграция после суммирования
26. Построение ГСМ и глубинная миграция
27. Регистрация и построение начальной модели V_p/V_s
28. Скалирование скоростей V_p на основе модели V_p/V_s
29. Уточнение модели V_s , в том числе через томографию
30. Верификация финальных моделей V_p и V_s
31. Подбор параметров миграции
32. Глубинная миграция
33. Стандартная пост-миграционная обработка
34. Пересчет временных кубов PSDM в глубину

5.2 Интерпретация

5.2.1 Интерпретация данных ЮКГКМ

Обработка, интерпретация, моделирование скважинных данных, построение петроупругой модели месторождения

В рамках выполненных ОМР 2021 была получена петроупругая модель на основе двух скважин ЮК4 и ЮК6. В рамках выполнения данной работы будет осуществлена адаптация петроупругой модели на все скважинные материалы Южно-Киринского месторождения.

Цель построения петрофизической модели — это получение достоверных и единообразных по площади данных о литологическом строении и коллекторских свойствах в скважинах. Петрофизическая интерпретация увязана с данными исследований



керна, испытаний, ПГИ, ГДИС и пригодна для выполнения прогноза коллекторских свойств по сейсмическим данным, геологического и гидродинамического моделирования.

Работа со скважинными данными включает следующие шаги (для всех скважин кроме ЮК4 и ЮК6, они уже обработаны):

1. Проверка кондиционности данных ГИС, увязка, сшивка, обработка, нормализация исходных данных ГИС.

2. Анализ полноты и качества данных ГИС и керна, построение петрофизических зависимостей типа «кern-кern», оценка их достоверности для решения поставленных геологических задач.

3. Сбор и обобщение данных исследований пластовых флюидов.

4. Анализ и адаптация использованных методик петрофизической интерпретации с оценкой применимости при петроупругом моделировании.

5. Интерпретация данных ГИС поточечным методом (непрерывно по разрезу или крупному интервалу – комплексу) с применением детерминистического и вероятностного методов с привлечением всей имеющейся скважинной информации ГИС, керна, ГДИС, ПГИ с получением объемной флюидо–литологической модели и петрофизических параметров (пористость, проницаемость и т.д.) во всем интервале продуктивных пластов.

6. Моделирование насыщенности с использованием, как стандартных методик, так и по петрофизическим зависимостям, основанным на исследованиях капиллярметрии (при наличии) на керне (построение модели переходной зоны).

7. Построение детальной петроупругой модели для всех скважин месторождения на основе петрофизической интерпретации данных ГИС, ПГИ, ГДИС и керна опорных скважин:

- a. контроль качества, коррекция и, при необходимости, синтез, в том числе с помощью эмпирического моделирования, кривых акустического (продольной и поперечной волны) и плотностного каротажа, пригодных для выполнения привязки скважин к волновому полю, одномерного моделирования, извлечения сигналов по суммарным и угловым кубам, построения низкочастотной модели для инверсии и анализа связи коллекторских и упругих свойств.

- b. Выбор и обоснование методики петроупругого моделирования пород при наличии флюидо–минеральной объемной модели с учетом данных керна, ПГИ, ГДИС для интервалов продуктивных отложений.

- c. Комплексный анализ связи между литологическими, петрофизическими и упругими (V_p , V_s , плотность) свойствами по данным ГИС и керна.

- d. Моделирование изменения литологии, пористости, насыщения, давления, температуры и анализ влияния этих изменений на упругие свойства горных пород.

- e. Составление заключения о возможности и достоверности прогноза свойств геологического разреза (литотипов,



коллектор/неколлектор, пористости, насыщения, давление, температура) по результатам сейсмических инверсий.

8. Стратиграфическая привязка геологических реперов по данным акустического каротажа и ВСП в скважинах с сейсмическими отражающими горизонтами по PP и PS волновым полям.

9. Выделение сейсмокомплексов, оценка динамической выраженности отражающих горизонтов в волновом поле.

Структурно-кинематическая интерпретация сейсмических данных по PP и PS волновым полям.

В рамках выполненных ОМР 2021 была разработана методика построения геологической модели по результатам геостатистической инверсии. Полученный алгоритм будет применен для всей площади Южно-Киринского месторождения.

На первом этапе интерпретации выполняется корреляция дагинских горизонтов, выделение и детальное трассирование тектонических нарушений целевого верхнедагинского горизонта, в том числе и малоамплитудных, расчет кубов когерентности и вероятности наличия разломов.

Далее выполняется проверка\уточнение детальной объемной глубинно-скоростной модели, полученной на этапе обработки. Выполнение структурных построений. Оценка точности структурных построений.

1. Выполнение геостатистической инверсии с целью получения геологической модели, соответствующей наблюдаемым сейсмическим данным, после чего синтетическое волновое поле принимается за эталонное (базовая съемка)

- 1.1. Детерминистическая синхронная инверсия
- 1.2. Анализ качества и подготовка сейсмических и скважинных данных
- 1.3. Привязка скважин к волновому полю и оценка импульса
- 1.4. Построение низкочастотной модели
- 1.5. Расчет инверсии и получение кубов упругих свойств
- 1.6. Моделирование AVO-отклика по скважинным данным
- 1.7. Коррекция сейсмических данных для синхронной инверсии
- 1.8. Геостатистическая синхронная инверсия
 - 1.8.1. Подготовка исходных данных
 - 1.8.2. Построение стратиграфического каркаса
 - 1.8.3. Выбор параметров геостатистического моделирования
 - 1.8.4. Настройка параметров геостатистического моделирования
 - 1.8.5. Настройка функций плотности вероятности
 - 1.8.6. Адаптация 3D тренда насыщения
 - 1.8.7. Контроль качества результатов геостатистической инверсии
 - 1.8.8. Косимуляция пористости и глинистости
 - 1.8.9. Подготовка материалов для передачи



2. Построение «базовой» 3D геологической модели
 - 2.1. Построение структурного каркаса. Геометрические параметры области моделирования
 - 2.2. Сравнение с архивной моделью от Заказчика
 - 2.3. Создание контактов модели
 - 2.4. Наполнение модели свойствами
 - 2.5. Сравнение с архивной моделью от Заказчика
 - 2.6. Построение модели проницаемости, давления и насыщения
 - 2.7. Моделирование сценариев работы/истощения залежи
3. Оценка 4D-отклика для различных состояний залежи
 - 3.1. Расчёт синтетических волновых полей
 - 3.2. Сравнение синтетического и реального волновых полей
 - 3.3. Амплитудные оценки 4D-отклика
 - 3.4. Оценка 4D-отклика по результатам синхронной инверсии
 - 3.5. Оценка устойчивости 4D-отклика к шуму
 - 3.6. Оценка соотношения сигнал-шум
 - 3.7. Оценка периодичность проведения повторных съёмок

По построенной таким образом «базовой» геологической модели будет выполнен подсчет запасов и его сравнение с принятыми на балансе.

По результатам выполненных работ будет сделано обоснование задач и времени проведения первой мониторинговой съемки для Южно-Киринского месторождения.

Проектируемая съемка будет покрывать не только площади Киринского и Южно-Киринского месторождений, но и водоносную часть верхнедагинского пласта, что дает возможность наблюдения за поведением аквифера. Возможность оценки изменения давления в водоносном пласте также будет исследована в процессе работы.

5.2.2 Интерпретация данных КГКМ

Обработка, интерпретация, моделирование скважинных данных, построение петроупругой модели месторождения

В рамках выполненных работ по обоснованию сейсмомониторинга на Киринском месторождении петроупругая модель уже была построена и будет использована в данной работе. В рамках данной работы рекомендуем ее дополнительную настройку для синхронизации со скважинами Южно-Киринского месторождения.

В остальном, граф работы со скважинными данными аналогичен описанному в части 1.



Структурно-кинематическая интерпретация сейсмических данных по PP и PS волновым полям.

В рамках выполненных ОМР 2021 была разработана методика построения геологической модели по результатам геостохастической инверсии. По данному алгоритму будет построена модель Киринского месторождения.

Аналогично работам по Южно-Киринскому месторождению на первом этапе интерпретации выполняется корреляция дагинских горизонтов и выделение и детальное трассирование тектонических нарушений целевого верхнедагинского горизонта, в том числе и малоамплитудных, расчет кубов когерентности и вероятности наличия разломов.

Далее выполняется проверка\уточнение детальной объемной глубинно-скоростной модели, полученной на этапе обработки. Выполнение структурных построений. Оценка точности структурных построений.

1. Выполнение геостатистической инверсии с целью получения геологической модели, соответствующей наблюдаемым сейсмическим данным, после чего синтетическое волновое поле принимается за эталонное (базовая съёмка)

- 1.1. Детерминистическая синхронная инверсия
- 1.2. Анализ качества и подготовка сейсмических и скважинных данных
- 1.3. Привязка скважин к волновому полю и оценка импульса
- 1.4. Построение низкочастотной модели
- 1.5. Расчет инверсии и получение кубов упругих свойств
- 1.6. Моделирование AVO-отклика по скважинным данным
- 1.7. Коррекция сейсмических данных для синхронной инверсии
- 1.8. Геостатистическая синхронная инверсия
 - 1.8.1. Подготовка исходных данных
 - 1.8.2. Построение стратиграфического каркаса
 - 1.8.3. Выбор параметров геостатистического моделирования
 - 1.8.4. Настройка параметров геостатистического моделирования
 - 1.8.5. Настройка функций плотности вероятности
 - 1.8.6. Адаптация 3D тренда насыщения
 - 1.8.7. Контроль качества результатов геостатистической инверсии
 - 1.8.8. Косимуляция пористости и глинистости
 - 1.8.9. Подготовка материалов для передачи

2. Построение «базовой» 3D геологической модели

- 2.1. Построение структурного каркаса. Геометрические параметры области моделирования
- 2.2. Сравнение с архивной моделью от Заказчика
- 2.3. Создание контактов модели
- 2.4. Наполнение модели свойствами



- 2.5. Сравнение с архивной моделью от Заказчика
- 2.6. Построение модели проницаемости, давления и насыщения
- 2.7. Моделирование сценариев работы\истощения залежи
3. Оценка 4D-отклика для различных состояний залежи
 - 3.1. Расчёт синтетических волновых полей
 - 3.2. Сравнение синтетического и реального волновых полей
 - 3.3. Амплитудные оценки 4D-отклика
 - 3.4. Оценка 4D-отклика по результатам синхронной инверсии
 - 3.5. Оценка устойчивости 4D-отклика к шуму
 - 3.6. Оценка соотношения сигнал-шум
 - 3.7. Оценка периодичность проведения повторных съёмок

По построенной таким образом «базовой» геологической модели будет выполнен подсчет запасов и его сравнение с принятыми на балансе.

По результатам выполненных работ будет сделано обоснование задач и времени проведения первой мониторинговой съемки для Киринского месторождения.

Проектируемая съемка будет покрывать не только площади Киринского и Южно-Киринского месторождений, но и водоносную часть верхнедагинского пласта, что дает возможность наблюдения за поведением аквифера. Возможность оценки изменения давления в водоносном пласте также будет исследована в процессе работы.

6 Аппаратура и оборудование

6.1 Регистрирующее оборудование

Для данного проекта АО «МАГЭ» планирует использование системы автономных донных регистраторов «КРАБ» производства компании ООО «МТЦ», Россия. В качестве альтернативных/дополнительных типов регистраторов могут использоваться:

- 1) Geospace OBX
- 2) Коралл
- 3) FLOUNDER

6.1.1 Регистрирующая система «КРАБ»

Модульная систему автономных донных станций «Краб» производства компании ООО МТЦ, Россия (Рисунок 23). Система размещается в стандартных 20-футовых контейнерах и является легко транспортируемой. Система донных станций «Краб» включает в себя:

- хранилища донных станций
- автоматическую систему подзарядки аккумуляторов
- систему скачивания данных



Рисунок 23. Автономный донный регистратор "КРАБ"

Технические характеристики донной сейсмической станции «Краб» приведены в **Ошибка! Источник ссылки не найден.** Таблица 9.

Таблица 9. Характеристики донной сейсмической станции "КРАБ"

Параметр	Описание
Время непрерывной записи	Минимум 45 дней при периоде дискретизации 2 мс
Макс. глубина постановки	0 - 500 м



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Параметр	Описание
Диапазон рабочих температур	-10°C - +50°C
Гидрофон:	
Модель	ПМ МТЦ21
Чувствительность	6±0,5 В/Бар
Емкость	9±1 нФ
Геофон:	
Модель	GS -One Omni
Количество	3
Чувствительность	69,2 В/м/с
Собственная частота,	15 Hz
Часы (кварцевый генератор):	
Тип	МХ037/14-Х59S3Т-8,192
Относительный уход	±5*10 ⁻⁹ с/с
Инклинометр:	
Диапазон по крену и дифференту	-60°...+60° от горизонтали (точность измерения углов ± 2°)

Электрические характеристики донной сейсмической станции «Краб» представлены в Таблица 10.

Таблица 10. Электрические характеристики донной сейсмической станции "КРАБ"

Параметр	Описание
АЦП	24-Бита
Период дискретизации	0,25, 0,5, 1,2,4 мс
Коэффициенты усиления	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64
Амплитудная не идентичность между сейсмическими каналами	не более 0,5%
Подавление синфазного сигнала	не менее 80 дБ
Межканальное ослабление (взаимное влияние между каналами)	не менее 90 дБ



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Параметр	Описание
Диапазон уровня собственных шумов, приведенных ко входу (в зависимости от диапазона регистрируемых частот и коэффициента усиления)	от 0,08 до 3 мкВ
Динамический диапазон (в полосе 10 - 100 Гц) (при коэффициенте усиления 0 Дб)	126 Дб
Внутренняя память	8 Гб на каждый канал
Продолжительность работы от аккумулятора	Не менее 45 дней непрерывной записи

6.1.2 Регистрирующая система Geospace OBX

Geospace OBX - морская донная бескабельная система автономной регистрации сейсмических волн производства фирмы OYO Geospace Ind. Система состоит из трех основных частей: набора автономных донных сейсмоприемников (Рисунок 24), системы контроля и обслуживания сейсмоприемников, и обрабатывающего комплекса для визуализации и хранения сейсмических данных. Система контроля и обслуживания сейсмоприемников представляет собой набор стоек для обмена информацией с сейсмоприемниками и зарядки их аккумуляторов. Система смонтирована в 10-футовом морском контейнере. Здесь производится подзарядка аккумуляторов, тестирование приемников, синхронизация тактовых генераторов приемников с частотой GPS, постановка приемников в режим сбора данных, считывание собранных данных.



Рисунок 24. Автономный донный регистратор Geospace OBX

Технические характеристики донной сейсмической станции «Краб» приведены в Таблица 11.

Таблица 11. Общие характеристики донных регистраторов Geospace OBX

Параметр	Значение
Длина	521 мм
Ширина	208 мм
Высота	108 мм
Вес в воздухе	11.3 кг
Вес в морской воде	4.4 кг
Максимальное рабочее давление	3 МПа / 30 Бар
Максимальная глубина	300 м
Рабочий диапазон температур	-5°C - +50°C
Автономность	До 30 суток

Электрические характеристики донной сейсмической станции «Краб» представлены в Таблица 12



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Таблица 12. Электрические характеристики донной сейсмической станции Geospace OBX

Параметр	Значение
Геофон	3 ортогонально-ориентированных геофона OMNI
Гидрофон	MP 18BH-1000
АЦП	24-Бита
Период дискретизации	0.25, 0.5, 1,2,4 мс
Коэффициенты усиления	0, 6, 12, 18, 24, 30, 36 Дб
Максимальный входной сигнал	1.8 Vrms
Эквивалентный входной шум (при шаге дискретизации 2 мс)	0.17 μ Vrms
Погрешность усиления	<1%
Анти-алиасинговый фильтр	83% Найквиста
Мгновенный динамический диапазон (при шаге дискретизации 2 мс)	124 Дб
Внутренняя память	4 Гб на канал

6.1.3 Регистрирующая система FLOUNDER

Основные характеристики регистрирующей системы FLOUNDER (Рисунок 25) производства компании ООО МТЦ, Россия представлена в Таблица 13.



Рисунок 25. Автономный донный регистратор FLOUNDER



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Таблица 13. Общие характеристики донных регистраторов FLOUNDER

Параметр		Значение
Эксплуатационные характеристики		
Время автономной работы по питанию, суток		50
Максимальная рабочая глубина, м		500
Диапазон рабочих температур, °С		-10 ... +50
Параметры регистратора		
Количество регистрирующих каналов		4
Разрядность АЦП, бит		24
Периоды дискретизации, мс		0,25; 0,5; 1; 2
Усиление, дБ		0...36, с шагом 6
Погрешность усиления, %		до 0,5
Антиалиасинговый фильтр		82,6% от частоты Найквиста
Максимальный входной сигнал, в зависимости от усиления, мВ	0 дБ	±2500
	12 дБ	±625
	24 дБ	±156
	36 дБ	±39
Среднеквадратичное значение собственных шумов, в зависимости от усиления, мкВ	0 дБ	0,88
	12 дБ	0,31
	24 дБ	0,21
	36 дБ	0,19
Динамический диапазон для усиления 0 дБ (для каналов геофонов), дБ		125
КНИ для усиления 0 дБ (для каналов геофонов), дБ		<-100
Межканальное ослабление, дБ		>110
Ослабление синфазного сигнала, дБ		>90
Самотестирование, диагностика и калибровка		
Импульс-тест геофонов;		



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Измерение внутренних шумов	
Определение точности усиления	
Определение коэффициента нелинейных искажений (КНИ)	
Определение межканального ослабления	
Определение ослабления синфазного сигнала	
Настройка внутренних часов	
Датчики	
(всенаправленные геофоны, параллельная тройка, гидрофон)	
Гидрофон	ПМ МТЦ21
Чувствительность	6±0,5 В/Бар
Емкость	9±1 нФ
Геофоны	GS -One Omni
Количество всенаправленных геофонов	3
Собственная частота геофонов, Гц	15
Чувствительность геофонов, В/м/с	69,7
Затухание	0,7
Компас-инклинометр	
Тип инклинометра	Трехосевой МЭМС-инклинометр
Диапазон измерения углов (крен, дифферент), °	± 90, ± 180
Погрешность измерения крена и дифферента, °	± 1
Диапазон измерения азимута, °	0 - 360
Погрешность измерения азимута (< ±50 ° от экватора), °	± 5
Параметры аккумуляторной батареи	
Тип источников питания	Li-Ion
Диапазон температур при зарядке, °С	+15 ... +45
Время заряда (до 80% емкости), часов, не более	15
Дополнительная информация	
Устройство хранения информации	SD карта



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Гидроакустический ответчик (опционально)	Пикет-ДС
Тип внутренних часов	Термостатированный кварцевый генератор
Температурная нестабильность кварцевого генератора	5.e -10
Канал связи для управления и считывания данных	Ethernet, 100 Мбит/с
Механические характеристики	
Рабочее положение, °	±180°
Вес (на воздухе/в воде), кг	23/10
Длина, мм	510
Ширина, мм	300
Высота, мм	145

6.1.4 Регистрирующая система Коралл

Основные характеристики регистрирующей системы «Коралл» (Рисунок 25) производства компании ООО МТЦ, Россия представлена в Таблица 13.



Рисунок 26. Автономный донный регистратор «Коралл»

Таблица 14. Общие характеристики донных регистраторов «Коралл»

Параметр	Значение
----------	----------



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Эксплуатационные характеристики	
Время автономной работы по питанию, суток	45
Максимальная рабочая глубина, м	700
Диапазон рабочих температур, °С	-10 ... +50
Параметры регистратора	
Количество регистрирующих каналов	4
Разрядность АЦП, бит	24
Периоды дискретизации, мс	0,25; 0,5; 1; 2; 4
Усиление, дБ	0...36, с шагом 6
Погрешность усиления, %	до 0,5
Антиалиасинговый фильтр	82,6% от частоты Найквиста
Динамический диапазон для усиления 0 дБ (для каналов геофонов), дБ	120
Входной импеданс, кОм, не менее	100
Самотестирование, диагностика и калибровка	
Измерение внутренних шумов Определение точности усиления Определение коэффициента нелинейных искажений (КНИ) Определение межканального ослабления Определение ослабления синфазного сигнала Настройка внутренних часов	
Датчики	
(всенаправленные геофоны, параллельная тройка, гидрофон)	
Гидрофон	ПМ МТЦ21
Чувствительность	6±0,5 В/Бар
Емкость	9±1 нФ
Геофоны	GS -One Omni
Количество всенаправленных геофонов	3



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Собственная частота геофонов, Гц	15
Чувствительность геофонов, В/м/с	69,2
Затухание	0,7
Компас-инклинометр	
Тип инклинометра	Трехосевой МЭМС-инклинометр
Диапазон измерения углов (крен, дифферент), °	± 90, ± 180
Погрешность измерения крена и дифферента, °	± 1
Диапазон измерения азимута, °	0 - 360
Погрешность измерения азимута (< ±50 ° от экватора), °	± 5
Параметры аккумуляторной батареи	
Тип источников питания	Li-Ion
Диапазон температур при зарядке, °С	+15 ... +45
Время полной зарядки аккумуляторов при температуре окружающего воздуха от +15°С до +45°С, часов, не более	24
Дополнительная информация	
Устройство хранения информации	SD карта, 128 ГБ
Автономность по памяти (при Fдискр = 500 Гц), не менее, суток	80
Тип внутренних часов	Термостатированный кварцевый генератор
Температурная нестабильность кварцевого генератора	5.e -10
Механические характеристики	
Рабочее положение, °	±180°
Вес (на воздухе), кг	20
Длина, мм	400
Ширина, мм	260
Высота, мм	125



6.2 Источник сейсмического сигнала

В качестве источника возбуждения будет использоваться групповой источник, состоящий из двух массивов суммарным объемом 3470 куб. дюймов (Каждый из массивов будет включать две линии пневмоисточников сформированных не более чем из 22 ПИ. Тип источника Bolt Gun, модели 1900 LLXT и 1500 LL.

В качестве источника возбуждения будет использоваться групповой источник, состоящий из двух массивов суммарным объемом, определенным после проведения Этапа Тестовых работ. Каждый из массивов будет включать две линии пневмоисточников сформированных не более чем из 22 ПИ. Тип источника Bolt Gun, модели 1900 LLXT и 1500 LL (Таблица 15).

Таблица 15. Спецификация аппаратуры для возбуждения сейсмического сигнала

Параметр	Значение
Тип	Bolt 1500 LL, 1900 LLXT
Максимальное количество линий	4 (2 по 2)
Длина источника	14 м
Расстояние между линиями	50 м
Объем источника	3470.0 дюйм ³
Контроллер – модель / производитель	Gunlink / RTS
Точность синхронизации контроллера	± 0,1 мс
Количество датчиков глубины в линии	не менее 2х на линию
Количество датчиков давления воздуха в линиях	один манометр на каждый ПИ
Количество гидрофонов ближней зоны в линии	по одному на каждый кластер
Спецификация и количество компрессоров воздуха высокого давления	3 электрических компрессора LMF-37, производительность 2220 м ³ /час
Рабочее давление воздуха	2000 psi
Система обеспечения плавучести	Sercel Flexible Floats System

Контроллер пневмоисточников Gunlink – это устройство для управления пушками, контролирования и регистрации параметров их работы во время отстрела. Позволяет: синхронизировать работу пневмоисточников в группе с точностью 0.1 мс, осуществлять подрыв группы пневмоисточников по сигналу с внешнего устройства (навигационная система), выдавать сигналы отметки момента, записывать сигнатуры с гидрофонов ближней зоны, автоматически определять ошибки работы пушек, изменение

их заглубления и снижение давления, настраивать все необходимые параметры работы источников и контролировать их в процессе отстрела, получать подробные отчеты о работе источников.

Число подгрупп в группе ПИ равно 2. Расположение пневмоисточников в массиве для объема 3470 куб. д. показано на Рисунок 27.

Gun number	Press. (psi)	Volume (cu.in)	Gun Type	x (m.)	y (m.)	z (m.)	Delay (s.)	Sub-array number	Peak to peak contrib. (percent)	Max. bub. rad (m.)
1	2000.00	350.00	1500LL	0.000	-5.500	6.000	0.0000	1	SPARE	SPARE
2	2000.00	350.00	1500LL	0.000	-4.500	6.000	0.0000	1	7.9	0.6
3	2000.00	250.00	1900LLX T	2.500	-5.500	6.000	0.0000	1	6.0	0.5
4	2000.00	250.00	1900LLX T	2.500	-4.500	6.000	0.0000	1	6.0	0.5
5	2000.00	200.00	1900LLX T	5.000	-5.400	6.000	0.0000	1	5.3	0.5
6	2000.00	200.00	1900LLX T	5.000	-4.600	6.000	0.0000	1	5.4	0.5
7	2000.00	160.00	1900LLX T	7.500	-5.400	6.000	0.0000	1	5.2	0.5
8	2000.00	160.00	1900LLX T	7.500	-4.600	6.000	0.0000	1	5.2	0.5
9	2000.00	100.00	1900LLX T	10.000	-5.000	6.000	0.0000	1	4.9	0.4
10	2000.00	65.00	1900LLX T	12.500	-5.000	6.000	0.0000	1	4.2	0.3
11	2000.00	350.00	1500LL	0.000	4.500	6.000	0.0000	2	7.9	0.6
12	2000.00	350.00	1500LL	0.000	5.500	6.000	0.0000	2	SPARE	SPARE
13	2000.00	250.00	1900LLX T	2.500	4.600	6.000	0.0000	2	5.8	0.5
14	2000.00	250.00	1900LLX T	2.500	5.400	6.000	0.0000	2	5.8	0.5
15	2000.00	200.00	1900LLX T	5.000	4.600	6.000	0.0000	2	5.4	0.5
16	2000.00	200.00	1900LLX T	5.000	5.400	6.000	0.0000	2	5.4	0.5
17	2000.00	160.00	1900LLX T	7.500	4.600	6.000	0.0000	2	5.2	0.5
18	2000.00	160.00	1900LLX T	7.500	5.400	6.000	0.0000	2	5.2	0.5
19	2000.00	100.00	1900LLX T	10.000	5.000	6.000	0.0000	2	4.9	0.4
20	2000.00	65.00	1900LLX T	12.500	5.000	6.000	0.0000	2	4.2	0.3

Рисунок 27. Схема расположения пневмоисточников в буксируемом массиве

Проверки и измерения

Перед началом съемки и в любое другое время по требованию представителя Заказчика на борту будут проведены следующие проверки и измерения:



- калибровка датчиков глубины;
- оценка возможности использования сигнатуры для контроля качества и обработки сейсмических данных;
- проверка задержки между началом записи сейсмических данных и полевой отметкой момента;
- проверка длины записи сейсмических данных совместно с циклом срабатывания источников;
- измерение длины буксировочных веревок, тросов и цепей;
- проверка в плоскости источника удаления до первого канала;
- проверка расстояния между линиями в источнике, с точностью $\pm 1,5$ м.

Требования к пневматическим источникам

- До начала работ на профиле будут проверены следующие характеристики пневмоисточника (на рабочей скорости судна): рабочее давление, точность срабатывания ПИ отдельных его элементов, синхронизация, глубина буксировки, конфигурация.
- Для бесперебойной работы будет подготовлен и проверен комплект запасных пневмоисточников, запасных частей к пневмоисточникам и такелажу, а также инструментов для обслуживания и ремонта.
- Давление воздуха будет отображаться в сейсмолаборатории и регистрироваться на магнитную ленту с сейсмическими данными.
- Датчики глубины будут расположены в начале и конце каждой линии источника.
- Сигнатура от гидрофонов ближней зоны для каждой линии источников будет регистрироваться на магнитном носителе.
- Идентификатор источника будет записан на магнитные ленты сейсмических и навигационных данных.
- Гидрофоны ближней зоны для кластеров будут располагаться как можно ближе к центру взрыва. Длина записи гидрофона ближней зоны будет соответствовать длине сейсмической записи.

Запасные части для ПИ

Количество запасных частей для ПИ должно быть достаточным для непрерывного проведения съемки.

Т.к. на судне установлены воздушно-электрическиемагистралы состоящие из электрических кабелей и шлангов ВВД идущие к каждому подмассиву ПИ, то количество ЗИП должно быть таким, чтобы на 100% обеспечить возможность выполнения работ в соответствии с техническим заданием на всем протяжении полевых работ.

Устройство синхронизации источника сигналов (контроллер пневмоисточников «Gunlink») будет производить выделение и регистрацию ложных срабатываний любой пушки в любое время и независимо от его активации. Все источники сейсмических сигналов, не удовлетворяющие техническим условиям, регистрируются в каждом пункте взрыва в журнале оператора сейсмического комплекса.



Будет обеспечена синхронизация срабатывания отдельных элементов (пушек) в группе источников в пределах +/- 1,5 мс и осуществляется постоянный контроль параметров синхронизации.

Контроллер пневмоисточников обеспечивает:

- параметры пушек при каждом взрыве;
- синхронизацию отдельных пушек в источнике с точностью не хуже 1.5 мс;
- время команды на подрыв каждой индивидуальной пушки;
- графически отображает ошибки срабатывания каждой пушки;
- синхронизирует все пушки в пределах определенного временного окна;
- обеспечивает срабатывание звуковой тревоги для следующих отклонений от нормальной работы: автоподрыв пушки, отказ единичных пневмоизлучателей;
- определяет для каждой пушки на каждом выстреле стандартное отклонение ошибок срабатывания относительно нулевого времени и отображать это графически;
- в конце каждого профиля производит суммарный анализ работы пневмоисточника и отображать это графически.

Ведение журнала работы ПИ

Записи, касающиеся работы ПИ делаются сейсмическими операторами в сейсмическом журнале. Эти записи будут содержать следующую информацию:

- геометрия источника и удаления от антенны первичной навигационной системы и от центра первой группы каждой косы;
- глубина линии источника;
- рабочие, запасные и плохие элементы в источнике, их объем и местоположение;
- операционное давление и его изменение;
- время;
- ошибки в работе пушек;
- отказы, автоподрывы и т.д.

Копии этих записей передаются на ВЦ одновременно с сейсмическими лентами.

6.3 Навигационно-гидрографическое обеспечение работ

Основная задача НГО сейсморазведочных работ заключается в выносе в проектное положение с необходимой точностью приемной аппаратуры и источников сейсмосигнала (пневмоисточников), а также регистрация их положения в моменты наблюдений. Кроме того, задачами НГО являются подача сигналов на подрыв пневмоисточников в проектных точках профиля, регистрация моментов подрывов, выполнение промеров глубин по профилям до начала работ на них, а также наблюдение за уровнем моря.

В период мобилизации, с целью получения навигационных материалов должного качества, будут проведены следующие мероприятия:

- измерение офсетов навигационных датчиков;
- верификация спутниковых систем позиционирования;



- определение поправок гирокомпасов;
- калибровка судовых однолучевых эхолотов.

На стоянке в порту будут выполнены стояночные наблюдения всех спутниковых систем. По результатам наблюдений рассчитана средняя квадратичная погрешность определения местоположения для каждого DGPS приемника.

Плановая привязка точек геофизических исследований осуществляется одновременно по спутниковым навигационным системам GPS и GLONASS в системе координат WGS-84. Время регистрации происходит по универсальному скоординированному времени (UTC). Для работ будет использоваться проекция UTM зона 54.

Требование к точности позиционирования

При работе на акваториях смещение фактического положения центра группового пневмоисточника от позиции расчетного положения ПВ не должно превышать:

- Вдоль линии - +1 м;
- В крест линии - + 10 м.

Точность системы позиционирования судна - большая полуось эллипса ошибок не должна превышать 5 метров для 95% записей;

Задержка данных должна быть меньше 4 секунд. Рассчитываемые данные должны обновляться не реже, чем через 5 секунд;

Максимальное значение маски угла возвышения используемого спутника – не менее 10 градусов, PDOP – не более 6;

Интервал установки датчиков гидроакустической навигационной системы не более 300 метров.

Оборудование и основные характеристики

Перечень навигационного оборудования, используемого при работах на объекте, приведен в Таблица 16.

Таблица 16. Навигационное оборудование

№	Наименование оборудования	Назначение
Судно-раскладчик		
1	DGNSS-приемник C-Nav 3050	Определение координат
2	DGPS-приемник Trimble SPS-461	Определение координат
3	Программное обеспечение QINSy Survey	Регистрация и обработка навигационной информации
4	Измеритель уровня моря miniTIDE	Регистрация уровня моря
5	Судовой однолучевой эхолот Sperry ES-5100	Измерение глубины
6	Судовой гирокомпас Litton Marine Fibre Optic Gyro Navigat 2100	Определение курса
7	Судовая DGPS система Sperry Marine MX420/8	Определение координат
Судно-раскладчик		



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

1	DGNSS-приемник C-Nav 3050	Определение координат
2	DGPS-приемник Trimble SPS-461	Определение координат
3	Судовой гирокомпас Sperry Marine Gyro Navigat MK1	Определение курса
4	Судовой однолучевой эхолот Sperry ES-5100	Измерение глубины
5	Судовая DGPS система Litton Marine MX420/8	Определение координат
6	Программное обеспечение QINSy Survey	Регистрация и обработка навигационной информации
7	Измеритель уровня моря miniTIDE	Регистрация уровня моря
Судно-источник		
1	DGNSS-приемник C-Nav 3050	Определение координат
2	Applanix POS MV 320E RTK	Определение курса, координат
3	Однолучевой эхолот Simrad EA600	Измерение глубины
4	Устройство синхронизации QPS PPS TTL и Trigger Device MK6	Синхронизация навигационных сигналов
5	Контроллер пневмоисточников Gunlink	Управление пневмоисточниками
6	Акустические RGPS системы Seatrack 220 / Seatrack 330 / Seadiff GPS	Позиционирование ПИ
7	ПО Orca 4D	Регистрация и обработка навигационной информации
8	Измеритель скорости звука "miniSVP"	Измерение скорости звука в воде
Судно-пингеровщик		
1	DGNSS-приемник C-Nav 3050	Определение координат
2	DGPS-приемник Trimble SPS-461	Определение координат
3	Система гидроакустического позиционирования «Пикет»	Определение координат донных станций
4	Программное обеспечение «Афалина»	Регистрация навигационной информации

Программное обеспечение

QINSy Survey

В качестве навигационного программного обеспечения на судах-расстановщиках планируется использовать программный пакет QINSy Survey. Для поддержки морской сейсморазведки в QINSy Survey реализованы модули, позволяющие работать с контроллером и донными косами, использовать форматы UKOOA P1/90 и SPS. Эти расширения позволяют применять QINSy Survey для сейсморазведочных работ с донными косами и станциями (OBN).

Дополнительные модули имеют следующие возможности:



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

- Утилита для объединения файлов расстановки и отстрела в форматах UKOOA P1/90 или SPS;
- Утилита для интерполяции положения сейсмических приемников между транспондерами системы USBL, rGPS и датчиками положения косы, позволяющая выводить результат в форматах UKOOA P1/90 или SPS.

Spectra 2D

Для регистрации навигационных данных на судне-источнике будет использоваться интегрированная навигационная система (ИНС) Orca 4D, фирмы Concept Systems Ltd.

Координаты будут фиксироваться на компьютерах на каждый ПВ в соответствующие файлы (формат UKOOA P294).

Программный модуль «Афалина»

Программный модуль «Афалина» будет использоваться совместно с системой гидроакустического позиционирования «Пикет». Модуль позволит управлять процессом пингеровки и контролировать качество получаемых данных.

Программный модуль расчета положения донных маяков ответчиков позволяет:

- Рассчитывать координаты маяков ответчиков, прикрепленных к стационарному подводному объекту (например, к донным станциям) по измеренным дистанциям источник-приемник, полученным в ходе эксперимента с помощью судна-пингеровщика.
- Загружать траектории судна раскладчика антенны, измеренные с помощью модуля глобальной системы позиционирования GPS (в формате «NMEA»).
- Загружать траектории судна-пингеровщика, обновляемые в реальном времени в ходе эксперимента.
- Для удобства ориентации в пространстве все графики могут быть спроектированы в пространстве на откалиброванное изображение карты выбранного региона, полученное с помощью программного модуля Yandex карт автоматически, либо созданное вручную из любого изображения формата .jpg .png .bmp и др. за счет указания точек привязки вручную в соответствующем окне.

Системы спутникового позиционирования

DGPS- приемник C-Nav 3050

Приемники C-Nav 3050 будут использоваться для определения местоположения судов при раскладке, отстреле и пингеровке. На время выполнения работ будет подключен платный RTG сервис с получением дифференциальных поправок посредством геостационарных спутников.

C-Nav 3050 является двухчастотным приемником, в котором реализован комбинированный прием сигналов GPS, GLONASS и RTG коррекций для них (C-NavC1 и C-NavC2) посредством геостационарных спутников, обеспечивающих дециметровый уровень точности определения местоположения. Кроме того, доступен прием других поправок SBAS (WAAS/EGNOS) и RTCM. C-Nav 3050 способен работать в режиме



базовой станции. В приемнике предусмотрены средства для подавления интерференционных и многолучевых помех при получении GNSS сигналов. C-Nav 3050 соответствует требованиям стандарта IP67 для бортового оборудования морских судов.

Основные характеристики:

- C&C Technologies;
- 66 каналов;
- GPS/ГЛОНАСС/Galileo/L-band;
- Частоты C/A, P1, P2, L2C, L1, L2, L5, G1, G2;
- Время холодного старта 60 сек;
- Точность позиционирования при использовании сервиса C-Nav (95%): в плане 8 см, по высоте 15 см;
- Рабочая температура от -40°C до +70°C;
- Рабочее напряжение 12 VDC (9.0 – 32 VDC);
- Интерфейсы 2 x RS232 (1 – изменяемый на RS422), 1 x USB 2.0, Bluetooth, Ethernet (10T/100T);
- Габаритные размеры 164 x 117 x 60 мм;
- Вес 0.5 кг.

DGPS- приемник Trimble SPS-461

Приемники Trimble SPS-461 планируется использовать на судах в качестве вторичной автономной системы позиционирования и гироскопа на судах-раскладчиках и судне-пингеровщике.

Двухчастотный приемник Trimble SPS-461 обеспечивает навигационную систему информацией, как о позиции, так и о курсе судна. Использование этих приемников в качестве гироскопа осуществляется благодаря наличию у Trimble SPS-461 двух антенн, между которыми вычисляется вектор. Погрешность определения курса судна не превышает 0.09°. Приемник Trimble SPS-461 способен использовать различные дифференциальные коррекции – Beacon, SBAS, OmniSTAR, а наличие встроенного радиомодема позволяет ему самостоятельно принимать поправки от базовой станции.

Основные характеристики:

- Производитель Trimble;
- 72 канала;
- L1/L2/Beacon/SBAS/OmniSTAR;
- Точность позиционирования в плане: SBAS (WAAS/EGNOS/MSAS) <1м, OmniSTAR VBS <1м, OmniSTAR XP 0.2м, OmniSTAR HP 0.1м, RTK 10мм;
- Точность определения курса 0.09° (при разделении антенн 2 м), 0.05° (10 м);
- Рабочая температура от -40°C до +65°C;
- Рабочее напряжение 10-32 В;
- Потребляемая мощность 7 Вт;
- Габаритные размеры 14.5 см × 5.1 см × 19.5 см;
- Вес 0.76 кг.

Applanix POS MV 320E RTK



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Applanix POS MV 320E RTK будет использоваться на судне-источнике. Это легкая в использовании, высоконадежная система, разработанная для определения крена, курса, качки, скорости и местоположения судна. POS MV объединяет данные Глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS) с данными об угловой скорости и ускорениях, от датчиков динамического перемещения и спутникового компаса для определения надежных и точных данных о пространственной ориентации объекта в шести степенях свободы. Основные характеристики приведены в Таблица 17.

Таблица 17. Основные характеристики Applanix POS MV 320E RTK

POS MV 320	DGPS	RTK	ТОЧНОСТЬ ВО ВРЕМЯ ОТКЛЮЧЕНИЯ СИСТЕМЫ GNSS		
Местоположение	0,5-2 м ¹	Плановая: +/- (8 мм+1мд х длина базовой линии) ² ; Высотная: +/- (15 мм + 1 мд х длина базовой линии) ²	~6м при отключении на 60с (DGPS); ~3м при отключении на 60 с (RTK); ~2м при отключении на 60 с (DGPS после пост-обработки) ~1м при отключении на 60 с (IAPPK)		
Крен&Дифферент	0,02 ³	0,01 ³ (0,008 ³ при постобработке)	0,02 ³		
Истинный курс	0,01 ³ на базе 4м; 0,02 ³ на базе 2 м;	-	Изменение <1 ³ /ч, (отключения <60с не влияют на точность)		
Качка (True heave™)	5 см или 5% ³ ; 2 см или 2% ⁴	5 см или 5% ³ ; 2 см или 2% ⁴	5 см или 5% ³ ; 2 см или 2% ⁴		
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОРА					
КОМПОНЕНТ	ГАБАРИТЫ	ВЕС	ТЕМПЕРАТУРА	ВЛАЖНОСТЬ	МОЩНОСТЬ
Процессор для монтирования в стойку (Rack Mount PCS)	Длина – 442 мм, ширина – 356 мм, высота – 46 мм	3,9 кг	От -20°C до +70°C	Отн. влажность 10-80%	АС 120/230ВБ 50/60 Гц, Автоматическое переключение – 40Вт
Small Form Factor процессор	Длина - 167 мм, ширина – 185 мм, высота – 68 мм	2,5 кг	От -20°C до +60°C	Отн. влажность – 0-100%	DC 10-34В, 35Вт (максимум)
ДАТЧИК ДИНАМИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ					
Корпус	ГАБАРИТЫ	ВЕС	ТЕМПЕРАТУРА	КЛАСС IP-ЗАЩИТЫ	
Для установки внутри судна	Длина – 158 мм, ширина – 158 мм, высота – 124 мм	2,5 кг	От – 40°C до +60°C	IP65	
Для установки внутри судна	Длина – 150 мм, ширина – 130 мм, высота – 148 мм	2,5 кг	От – 40°C до +60°C	IP65	
Погружаемый	Ø172 мм х 206 мм(основание Ø209мм)	3,9 кг	От – 40°C до +60°C	IP68	
ГЛОБАЛЬНАЯ СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА					
КОМПОНЕНТ	ГАБАРИТЫ	ВЕС	ТЕМПЕРАТУРА	ВЛАЖНОСТЬ	
Антенна GNSS	Ø178 мм, ширина – 73 мм	0,45 кг	От – 45°C до +60°C	Отн. влажность – 0-100%	

Система гидроакустического позиционирования «Пикет»

Система гидроакустического позиционирования «Пикет» позволяет определять местонахождение подводных объектов после крепления к ним гидроакустических датчиков (транспондеров), являющихся частью системы. Система «Пикет» определяет позицию трансподера после однократного прохождения над ним судна с трансивером, что сокращает время пингеровки по сравнению с другими системами. Технические характеристики системы приведены в Таблица 18.

Система «Пикет» будет использоваться для контроля фактического положения линии сейсмических приемников (донных станций). Трансивер с программным модулем Афалина будет установлен на судне-пингеровщике, а транспондеры будут крепиться к донным станциям.



Для каждого маяка ответчика в системе предусмотрена своя кодовая посылка, свой индивидуальный пинг. Каждый маяк ответчик воспринимает только сигнал со своей кодовой посылкой и в ответ посылает возвратный сигнал с индивидуальным кодом. В процессе опроса система многократно измеряет дистанцию и направление относительно трансивера на каждый транспондер. По полученным данным, система вычисляет координаты транспондера, учитывая данные о курсе, крене, дифференте, положении трансивера относительно антенны GPS-приемника и ее координатах.

Таблица 18. Основные технические характеристики системы "Пикет"

Техническая характеристика	Станция позиционирования с длинной базой	Маяк-ответчик
Энергетическая дальность, м	2000	2000
Уровень излучения (отн. 1 мкПа на 1 м), dB	180	180
Чувствительность по приему (отн. 1 мкПа), dB	90	70
Длительность сигнала, мсек	160	160
Рабочий диапазон частот, кГц	28-33	28-33
Максимальная рабочая глубина, м	10	500
Точность определения дистанции, м	± 1	-
Точность определения глубины, м		± 1
Электрическое питание	аккумулятор 14.4 В,	аккумулятор 3.7 В, 3А*ч
Время непрерывной работы, час	8	4000 циклов излучения
Рабочая температура, °С	-5+40	-5 - +40
Адресное поле маяка	1024	1024
Тип антенн:	Приемо-передающая ненаправленная	Приемо-передающая, ненаправленная
Корпус	Подводный модуль нержавеющая сталь Ф190х Н90 мм, Надводная станция-кейс, 13-дюймовый защищенный планшет	корпус из пластика ABS, диаметр: 60 мм, длина: 115 мм
Масса на воздухе/в воде, кг	3,7 / 2	0,35 / 0,1

Измеритель уровня моря "miniTIDE"

С помощью miniTIDE будет регистрироваться высота уровня моря в период работ, что позволит учитывать его изменения при обработке батиметрических данных.

Измеритель уровня моря miniTIDE – это универсальный самописец уровня моря, предназначенный для проведения краткосрочных и долгосрочных наблюдений. Прибор имеет встроенную карту памяти для регистрации данных в автономном режиме.



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Продолжительность автономной работы составляет 1 месяц при 10-ти минутном интервале регистрации.

Основные характеристики:

- Производитель Valeport
- Диапазон измерения 0-300 децибар
- Разрешающая способность 0,001 % от глубины
- Точность $\pm 0,01\%$ от глубины
- Максимальная глубина 500 м
- Объем карты памяти 256 МБ
- Автономность работы до 34 дней (зависит от интервала регистрации данных)
- Вес 0,7 кг
- Габаритные размеры $\varnothing 48$ мм, 270 мм

Измеритель скорости звука “miniSVP”

Для корректного вычисления координат датчиков в систему гидроакустического позиционирования «Пикет» необходимо вводить профиль скорости звука в воде. Для ее определения планируется использовать измеритель скорости звука miniSVP.

Измеритель скорости звука miniSVP оснащен тремя датчиками: датчиком скорости звука, датчиком температуры PRT и датчиком давления. Он позволяет получать сведения о скорости звука в воде от поверхности до дна, используемые в системе гидроакустического позиционирования. Он прост в использовании и на сегодняшний день является самым точным датчиком скорости звука в мире.

Основные характеристики:

- Производитель Valeport
- Диапазон 1375-1900 м/сек
- Разрешение 0,001 м/сек
- Точность $\pm 0,02$ м/сек
- Расчетная глубина 500 м

Измерение глубин

Во время геофизических работ будет производиться непрерывное измерение глубин по всем профилям с помощью судовых однолучевых эхолотов EA 600, Spery ES-5100. Цифровая регистрация глубин будет производиться с помощью навигационной системы QINSy в файл формата *.db, после чего экспортировалась в файл формата UKOAA P1/90.

Во время производства работ будут измеряться, и вводиться поправки за осадку судна. В порту будет измерена и вычислена осадка всех судов, задействованных на проекте, перед началом работ, с полной загрузкой судна.



7 Суда, задействованные на проекте

В качестве основного судна-базы/источника планируется использовать НИС «Николай Трубятчинский» (Рисунок 28). На судне будет развернут сейсмический комплекс, лаборатория QC, пневматический источник, компрессорное оборудование, размещен основной персонал, занятый при выполнении работ. Научно-исследовательское судно «Николай Трубятчинский» представляет собой специализированное судно для производства морских сейсморазведочных работ 2D, оснащенное самым современным геофизическим и навигационным оборудованием в соответствии со стандартами отрасли и требованиями инструкций.

Благодаря ледовому классу Arc5 и высокой автономности судно способно в течение длительного времени производить морские сейсморазведочные работы и сопутствующие исследования в условиях Арктических морей. Основные тактико-технические характеристики судна приведены в Таблица 19.

В качестве судна-раскладчика приемных линий планируется использовать MPSV «КАЛАС» или аналогичное (Рисунок 29). На судне размещается сейсморегистрирующая аппаратура, монтируется необходимое палубное оборудование, устанавливаются гидравлические лебедки подъема/постановки линий приема, персонал полевой партии, необходимый для выполнения операций по спуску-подъему донного оборудования, Основные характеристики судна приведены в Таблица 20.

В качестве вспомогательного судна-пингеровщика, выполняющего промерные работы, пингеровку, обследование навигационных опасностей в границах объекта планируется использовать МБС «Лазурит» или аналогичное (Рисунок 30), на судне размещается навигационный отряд. Основные технические характеристики судна приведены в Таблица 21.

В качестве второго судна-раскладчика приемных линий планируется использовать судно класса DP-2 ИС «Федор Ковров» или аналогичное (Рисунок 32). Основные характеристики судна приведены в Таблица 22.

В качестве судна-обеспечения, осуществляющего доставку продуктов питания, оборудования и экипажа, планируется привлечение НИС «Геофизик» или аналогичное (Рисунок 33). Основные характеристики судна приведены в Таблица 23.



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

7.1 Судно-источник



Рисунок 28. Сейсмическое судно НИС "Николай Трубятчинский"

Таблица 19. Технические характеристики судна-источника НИС "Николай Трубятчинский"

Название судна:	Николай Трубятчинский
Тип судна:	исследовательское
Номер ИМО	8705010
Порт приписки:	Большой порт Санкт-Петербург
Флаг:	РФ
Год постройки и название/местоположение верфи: Год модификации и название/ местоположение верфи:	Langsten Slip & Båtbyggeri AS Tangen Verft AS (90), № 129, 1988 year. Address : Postboks 25 3770 Kragero, Norway, State : Telemark Arctos Framnaes, 1524 Veloy, Sandfjord (Norway), 1991 year.
Владелец судна:	Оператор судна: АО «Морская Арктическая Геологоразведочная Экспедиция» (МАГЭ) JSC Marine Arctic Geological Expedition (MAGE)
Классификационное общество и все классификационные характеристики (символы класса)	PMPC KM ★ ARC5 AUT1
Ледовый класс:	ARC5
Классификация ДП (системы динамической стабилизации; если применимо):	нет
Валовая вместимость (рег.т):	2762 т
Водоизмещение (т)/ Дедвейт (т):	3538 т / 780 т
Длина (м):	64,5 т

Ширина (м):	14,0 т
Осадка при полной загрузке (м)	8,30 м
Дата окончания срока действия классификационного свидетельства	04.08.2018
Дата последнего классификационного освидетельствования в доке	08.05.2013
Автономность (дней в море; ограничивающий фактор, топливо, вода, припасы)	Переход / работа - 47 / 33 сут.
Расход топлива (весь период работ):	16 т / сут.
Общее количество мест на судне, включая обеспечение по спасательным средствам (чел):	45
Минимальное количество экипажа:	10
Максимальная скорость судна (узлов)/ Тип и расход топлива на максимальной скорости (т/сутки)	13 узлов / 12 т / диз.топливо
Экономическая скорость судна (узлов)/ Тип и расход топлива на экономической скорости (т/сутки)	10 узлов / 8 т / диз.топливо
Основные двигатели: количество, мощность (кВт), производитель, тип, дата выпуска): Количество, тип (ВФШ, ВРШ, ВРК) и мощность (кВт) движительной установки: Вспомогательные двигатели: количество, мощность (кВт), производитель, тип, дата выпуска)	Главный двигатель: 1 x Wartsila Wichmann 10V28A – 3000 kWt (1987г) 1 x ВРШ (3000 kWt) ВДГ: 2xCaterpillar3512DITA -960 kWt(1987г) 1xCaterpillar3412DITA -448 kWt(1987г)
Количество, тип и мощность носового подруливающего устройства	1 x Brunvoll FV-45-LTC. 1375-400 364 kWt
Судовые якоря: тип, количество и вес (кг) Якорные цепи на каждый якорь: калибр (мм) и длина (м)	2 x SPEK NG 1920 № 1- 2002 кг; №2 – 2000 кг Якорная цепь л/б – 250 м(10 смычек) / калибр 34 мм Якорная цепь пр/б – 250 м(10 смычек) / калибр 34 мм
Автопилот (марка / модель):	Robertson / AP9 МКII
Гирокомпас (марка / модель):	1. Tokimec/TG-8000 2. Anschutz/STD 22
Оборудование связи	
Позывной сигнал:	5BSU4
Марка / модель системы SSB:	SAILOR / TU5150 (2 комплекта)

Частоты системы SSB:	1,6 – 27.5 MHz
Диапазон мощности системы SSB:	50-250W
Марка / модель системы УКВ:	SAILOR / RT5022 (2 комплекта)
Частоты системы УКВ:	156 – 163 MHz
Аварийная радиостанция - тип / модель:	JRC / JHS-7 (2шт), Jotron / Tron TR20
Частоты аварийной радиостанции:	156,3 – 156,85 MHz
Диапазон мощности аварийной радиостанции:	1 – 5W
Система спутниковой связи - тип / марка / модель:	Inmarsat-C / JRC / JUE-75C Inmarsat-C / SAILOR T&T / TT-3026C Inmarsat FBB / SAILOR T&T / 77 Fleet
№ телефона спутниковой системы	+870 765110928 / 77 Fleet
Телефакс:	нет
Система связи Vsat / Norsat/ IRIDIUM – марка / модель:	Vsat / SeaTel 4009m-7 MK2 IRIDIUM-Pilot / BADE1203, BBDE1201
Телефон:	+7 8152 690894 / V-SAT 0088 1677726604 / IRIDIUM-Pilot
Факсимильный аппарат для передачи метеокарт: - марка / модель:	нет
Навигационное оборудование	
Приемник DGPS (Bridge):	FURUNO / GP-150 (2 шт)
Радар - марка / модель:	FURUNO / FAR-2137S BB – S band FURUNO / ICE Radar / FICE-100
Радиус действия радара:	96 nm
Марка и модель 2-го радара	FURUNO / FAR-2817 BB – X band
Радиус действия 2-го радара:	96 nm
Средства безопасности и спасательное оборудование	
Спасательные шлюпки – количество/ тип / вместимость:	Нет
Спасательные плоты – количество/ тип / вместимость:	3 шт. / RFD TOYO MK III / 25 чел 1 шт. / "VIKING" 25 DKF / 25 чел
Спасательные жилеты - тип / количество:	Lalizas Hellas S.A. 70178 / 45 шт
Спасательные гидрокombineзоны - тип / количество:	Helly Hansen Survival Suit E305 / 41 шт. Helly Hansen Survival Suit N6 Nordic/6 шт. Immersion Suit Stearns 1590 / 4 шт.
Дежурная спасательная шлюпка/катер:	
Тип:	Holen AS «BRUDE HD 720 ASI»
Размер / вместимость:	7,20*2,56*2,528 / 15 чел.
Местоположение / способ спуска на воду:	Правый борт / Спуско-подъемное устройство



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

	HL9D9 АМОВ 3500TTS
Расчетное время готовности:	2 мин.
Максимальная скорость:	20 узлов
Сейсмический рабочий катер:	
Тип:	1 x Malo Norpower 22
Размер / вместимость:	6,95*2,57*1,42 / 6 чел.
Местоположение / способ спуска на воду:	Левый борт / Спуско-подъемное устройство CL-5000 Vestdavit AS
Максимальная скорость:	12 узлов
Вертолетная палуба	
Размер / класс вертолетной палубы:	Нет
Радиомаяки вертолетной площадки:	Нет
Противопожарное оборудование:	
Система противопожарной сигнализации:	Minerva T-2000
Система (системы) машинного отделения:	Heien Larsen FM200 heptafluoropropane HFC -227cc
Система (системы) компрессорного отделения:	Heien Larsen FM200 heptafluoropropane HFC -227cc
Система (системы) аппаратной:	Heien Larsen FM200 heptafluoropropane HFC -227cc
Система помещения для хранения кабелей:	Переносные Огнетушители
Система камбуза:	Переносные Огнетушители
Система жилых помещений:	Переносные Огнетушители
Прочие стационарные системы:	Переносные Огнетушители
Количество / мощность пожарных насосов:	Vest Jet VRG 320-30 x 2шт. - производительность 60 м3/ч Vest Jet VRG 315-25 - производительность 25 м3/ч
Источники	
Тип источника:	BOLT 1500/1900
Поплавковые опоры источников (тип / изготовитель / модель)	Baro Mek. Verksted as Mjoisteinneset N-6092 EGGESBONES – NORWAY. Type: Gun Paravane.
К-во подгрупп на источник:	4
Объем подгруппы:	1-1000 куб.д, 2-1310 куб.д, 3-1310 куб.д, 4-900 куб.д.
Общий объем по источнику:	4520 куб.д
Выходной сигнал измерительного прибора (0-128 Гц) двойная амплитуда:	222 +/- 2.13,бар-м
Отношение пика сигнала к сигналу от газового пузыря (0-128 Гц):	26.2 +/- 3.3
Тип / название регулятора источника:	GunLink 2000

Точность синхронизации регулятора источника:	0.25 мс
К-во датчиков глубины в группе:	3 (три)
К-во датчиков давления воздуха в группе:	Один датчик на каждую линию. Находится в линиях.
Гидрофоны ближней зоны у каждой пневмопушки или группы.	У каждого кластера или ПИ, A-G Geophysical, AGH -7720 C
Воздушные компрессоры (изготовитель):	LMF - Maschinenfabrik GmbH & Co.KG Австрия.
Кол-во компрессоров и мощность одного компрессора:	Рабочий компрессор будет загружен на 90%. Производительность каждого из резервных компрессоров 37м3/мин.
Процент использования активных компрессоров и мощность запасных компрессоров для рекомендуемой группы сейсмоисточников	Рабочий компрессор будет загружен на 90%. Производительность каждого из резервных компрессоров 37м3/час.
Рабочее давление источника:	2000 psi
Минимальное время цикла компрессора:	7 секунд
Кол-во / тип запасных пневмопушек на борту:	1 /1900 LX
Позиционирование группы источников (акустическое rGPS,):	rGPS
Диапазон глубин буксировки	1,5 - 10 метров
Длина и ширина предлагаемой расстановки	Длина 15 м, ширина 35 м
Минимальное расстояние между элементами расстановки (метры):	2,5 м
Максимальное расстояние между группами (метры):	10 м – 15 м – 10 м
Минимальное и максимальное расстояние от кормы:	100 м, 116,5 м
Регистрирующая аппаратура	
Тип / изготовитель прибора	Sercel SEAL System
Формат ленты (например, SEG-D 8048):	SEG-D, 8058
Максимальное количество каналов приема данных:	960
Кол-во вспомогательных каналов:	26
Фильтр записи: Варианты высокочастотной фильтрации	100 Hz @ 4-ms, 200 Hz @ 2-ms, 400 Hz @ 1-ms, 800 Hz @ 0.5-ms, 1600 Hz @ 0.25-ms
Фильтр записи: Варианты низкочастотной фильтрации	3 Hz встроенный аналоговый фильтр
Запаздывание фильтра записи:	0

Тип фильтра (фаза):	Минимально фазовый, линейно фазовый.
Варианты предварительного усиления (подчеркните нужное):	
Лентопротяжные устройства для носителей информации:	IBM 3592
Кол-во лентопротяжных устройств:	2
Время цикла / затраты времени на системные нужды (сек.):	50 мс
Максимальная скорость судна для шага ПВ 37,5 м:	5,2 узла
Способность к непрерывной записи:	имеется
Типы плоттеров / изготовитель и количество:	Термоплоттер ISYS V24 DNIC - 1 шт.
Оборудование сейсмокос	
Тип / изготовитель сейсмокосы	SEAL Sentinel Solid, 24bit, Sercel
Максимальная буксируемая длина для операций в условиях открытой воды	12 км
Срок службы или диапазон срока службы сейсмокосы (сейсмокос):	10 лет
Кол-во рабочих групп на секцию:	12
Кол-во и длина рабочих секций, включая запасные элементы:	150 м, 80, запас 22 секции
Кол-во и длина удлиненных секций, включая запасные элементы:	Нет удлиненных секций
Кол-во и длина начальных секций, включая запасные элементы:	3 – начальных секции (SHS, RWIM, HESA) не считая длины lead-in. Общая длина начальных секций 33,77м. Имеется в запасе по одной каждой начальной секции.
Кол-во активных групп на модуль электроники:	60
Динамическая разрешенность:	± 1,5 dB (22,4 V/bar)
Тип гидрофонов:	Exportable SFH
Минимальное расстояние от центра источника до центра ближайшей группы	100 м
Длина группы / интервал между группами: (укажите количество гидрофонов в группе и расстояние между элементами)	В группе 8 гидрофонов, интервал между группами 12,5м.
Чувствительность гидрофонов:	-193 dB re 1 V/μPa (22,4 V/bar)
Чувствительность группы гидрофонов:	-194.1 dB re 1 V/μPa (19.7 V/bar)
Емкость кабельной группы:	260 nF ± 10% @ 20°C

Питание или вместе с зарядкой:	365 VDC
Регуляторы заглубления - тип / изготовитель / модель:	Компасные. Изготовитель - ION, модель - 5011E, 5011E-2
Кол-во и распределение регуляторов заглубления на кабеле:	43, через 300 м.
Кол-во и распределение датчиков глубины на кабеле:	43, через 300 м.
Компасы или датчики с магнитным компасом - тип / изготовитель / модель:	Компасные птицы. Изготовитель - ION, модель - 5011E, 5011E-2
Сроки действия калибровки компасов:	Производителем не ограничено
Периодичность калибровки компасов:	Производителем не ограничено
Кол-во используемых компасов, включая запасные:	54
Конфигурация головной части сейсмокосы для операций на открытой воде	Lead-In, SHS, HAU, RVIM, HESA, SSAS
Конфигурация хвостовой части сейсмокосы для операций на открытой воде	SSAS, TAPU, TES, TES, STIC, Tail Swivel, TBJ, Tail Buoy
Диапазон глубин буксировки и широкополосные характеристики (напр. наклонный трос)	6-21 м
Система сматывания косы - тип / изготовитель:	Сейсмическая лебёдка, Норвегия
Навигационное оборудование	
Комплексная навигационная система - тип / версия:	Orca 2D
Основная система dGPS и ПО для контроля качества:	C-Nav
Изготовитель и тип приемника GPS, одночастотный/двухчастотный:	C-Nav/3050 Dual freq
Вспомогательная система dGPS и ПО для контроля качества:	C-Nav
Изготовитель и тип приемника GPS, одночастотный/двухчастотный:	C-Nav/3050 Dual freq
Третья система dGPS и ПО для контроля качества (если установлено):	не применяется
Изготовитель и тип приемника GPS, одночастотный/двухчастотный:	не применяется
Основной источник данных с поправками:	C-NavC1 & C-NavC2 Subscription Service
Кем предоставляется:	C-Nav
Тип системы:	Global service JPL PPP solution with GLONASS aiding



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Местоположение доступных опорных станций:	http://www.cnavgnss.com/site383.php
Дополнительный источник данных с поправками:	C-NavC1 & C-NavC2 Subscription Service
Кем предоставляется:	C-Nav
Тип системы:	Global service JPL PPP solution with GLONASS aiding
Местоположение доступных опорных станций:	http://www.cnavgnss.com/site383.php
Третий источник данных с поправками (если необходим):	не применяется
Кем предоставляется:	не применяется
Тип системы:	не применяется
Местоположение доступных опорных станций:	не применяется
GPS-приемники для системы rGPS (на борту судна и в воде):	Seatrack 220/Seatrack 330/Seadiff GPS
Кол-во устройств на хвостовых буйах:	1
Кол-во устройств на поплавковых опорах источников:	4
Кол-во устройств на отдельных опорах:	1
Кол-во устройств на головных элементах косы:	не применяется
Кол-во запасных устройств:	1
Акустические системы - марка / модель:	не применяется для сейсморазведки 2Д
Прогнозная точность:	не применяется для сейсморазведки 2Д
Количество узлов в сети (сетях):	не применяется для сейсморазведки 2Д
Количество и тип запасных устройств:	rGPS seatrack 320 запас 2; seatrack 220 запас 1
Версия программного обеспечения:	seadiff
Дополнительная двухчастотная система DGPS (L1/L2):	Applanix POS MV 320E system
Местоположение доступных опорных станций:	SBAS/EGNOS/GAGAN/MSAS/Radiobeacon
Система обработки навигационных данных на борту судна:	Sprint 2D
Носитель и формат записи:	P294/P190 UKOAA/CD/DVD/3592/HDD
Зонд для измерения температуры и солености или термосолезонд, изготовитель / тип:	отсутствует



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Диапазон глубин (должен доходить до дна моря):	не применяется
Модули датчиков температуры и солености в головной и в хвостовой части:	отсутствуют
Фатометр - изготовитель / тип:	Kongsberg AS / Simrad EA 600
Доступные частоты:	18 kHz, 38kHz и 200kHz
Глубина / диапазон, доступный для использования на каждой частоте:	18 kHz 10-7000м; 38kHz/10-3000 m; 200kHz/0,5-500 m
Прогнозная точность измерений на каждой частоте:	1% of depth range
Носитель информации / скорость передачи данных:	HDD/ Скорость: в зависимости от модели HDD
Прибор для измерения скорости звука по всему водяному столбу:	Valeport/Midas SVP
Изготовитель / модель прибора для измерения скорости звука в воде:	Valeport / Midas SVP
Многолучевой эхолот	Seabat 7125 . 200/400 kHz., до 500 м
Многолучевой эхолот	Seabat 7160, 50 kHz., до 3000 м
Навигационная система	QPS QINCy (MB+SSS+Qloud)
Станция обработки данных МЛЭ	USN Zeus 2xXeon E5-26210V4
Сервер хранения данных МЛЭ	Дисковая полка QNAP TS-873U-RP-8G 25 Tb
Офисное оборудование для Представителя Заказчика	
Копировальный аппарат (количество и характеристики):	Brother DCP-L2520DWR: A4, сканер, копирование, печать 26 стр/мин, сетевое сканирование.
Компьютер: (тип / память / свободное место на диске / ПО):	Рабочая станция с параметрами: Intel Core i7, 16G RAM, 2Tb HDD, Nvidia 9600, dual monitor, Ethernet 1 Gbit/s
Доступ к интернету / электронной почте:	Полный доступ к судовой сети, в том числе и к ресурсам Интернет
Скорость интернета на борту судна	До 1 Мбит/с в зависимости от заказанного тарифа VSAT.
Принтеры:	Brother DCP-L2520DWR
Прочее:	
Стандартное оборудование для обработки данных с проверкой качества	
Название и тип системы:	DEPO Storm 3000, ProMAX 2D/4Dver. 5000.8.5.0
Аппаратная часть системы:	DEPO Storm 3350P1 (4 штуки): - CPU 24 core x 2.9 GHz, 128 Gb RAM – 2 шт. - CPU 24 core x 2.5 GHz Mem 64 Gb RAM – 2 шт. QNAP NAS: TS-EC1679U-RP 35Tb Raid 5 TS-EC879U-RP 13 Tb Raid 5 Рабочие места:



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

	Asus H87 – 2 шт. Ленточная система хранения данных: IBM System Storage 3592 E05 HP StorageWorks Ultrium 920 LTO-3
Системное программное обеспечение:	Centos 6.7
Прикладные программы:	Apache OpenOffice 3, FileZilla, FTP, Thunderbird, FireFox/Chrome
Плоттеры (ч/б и цветные):	OYO 624-2



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

7.2 Судно-раскладчик



Рисунок 29. Судно-раскладчик «КАЛАС»

Таблица 20. Спецификация судна-раскладчика «КАЛАС»

СПЕЦИФИКАЦИЯ СУДНА	
Название судна	«КАЛАС»
Проект	MPSV-12
Судовладелец	ФГБУ «Морская спасательная служба»
Назначение судна	Многофункциональное аварийно-спасательное судно
Данные реестра	
Флаг	Российская Федерация
Место постройки	Российская Федерация
Год постройки	2019
Класс	KM Arc5 [1] AUT1 FF2WS DYNPOS-2 Salvage ship Oil recovery ship
Район плавания	Неограниченный
Порт базирования	Корсаков

Номер ИМО	9797589
Габаритные размеры	
Длина наибольшая	79,85 м.
Длина между перпендикулярами	73,39 м.
Высота борта	6,70 м.
Ширина теоретическая	16,8 м.
Осадка по КВЛ	3,2 м.
Осадка по грузовую линию (наибольшая)	4,5 м.
Грузоподъемность	
Дедвейт	1936 т.
Брутто	3030 кг.
Нетто	909 кг.
Водоизмещение: в грузу / порожнем	4573/3077
Вместимость палубы	
Открытая (верхняя) палуба	430 м ²
Нагрузка на палубу, т/м ²	5
Контейнеровместимость	14 шт. – 20-ти футовых контейнера
Палубное оборудование	
Якорь	2(+1 запасной) x 1.710 кг.
Якорная цепь	DIA : 36,0 мм, 467,5 м
Тяговое усилие	50 т
Буксирная лебёдка	Двухбарабанная автоматическая буксирная лебёдка с тяговым усилием 1000 кН. Усилие торможения – 130т. Adria Winch TW-H-DDW 1000/12/24
Буксирный трос	2×1000м, Ø-68мм
Палубные краны	Электрогидравлический грузовой кран максимальной грузоподъёмностью 24т, вылет стрелы 20м. Подъём людей SWL 3т x 20м.
Вместимость танков	
Пресная вода запас	280 м ³
Пресная вода груз	538 м ³
Дизельное топливо запас	475 м ³
Дизельное топливо груз	407 м ³
Промывочная вода (балласт)	597 м ³
Смазочное масло запас	22 м ³
Смазочное масло груз	60 м ³
Сточные воды груз	120 м ³
Буровой раствор	136 м ³
Нефтеводяная смесь, НСВ	478 м ³
Пенообразователь	15,53 м ³
Все танки имеют /оборудованы уровнями и аварийной сигнализацией (ДА/НЕТ)	Да
Машинное оборудование	



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Главный дизель — генератор	Wartsila W8L26 2 x 2610 кВт
Валогенератор	2 x 1600 кВт
Вспомогательный дизель-генератор	2x 800 кВт, 400В, 50Гц
Вспомогательная котельная установка	2 x 1,0 т\ч, 0,7 МПа
Аварийный электрогенератор	Cummins 6TA8.3Cs125DMS — 125 кВт, 400В, 50Гц
Подруливающее устройство	Два подруливающих носовых туннельных устройства 790кВт, одно кормовое подруливающие туннельное устройство 790кВт.
Тип топлива	Дизельное топливо
Скорость	
Наибольшая	14 узлов
Экономход	11 узлов
Размещение	
Всего человек на борту	186
Жилые помещения	Каюты: 5 x одноместных блок кают со спальнями; 7 x одноместных блок кают; 12 x двухместных. Предусмотрено 150 сидячих мест для спасённых. Все каюты оборудованы санитарным модулем, включающим умывальник, душ, туалет /
Офисные помещения	Офис на главной палубе (13,2м ²), офис на верхней палубе (27м ²)
Прочее	
Динамическое позиционирование	Система динамического позиционирования DP2. Для позиционирования судна применяются: — два блока DGPS; — одна гидроакустическая система; — одна система Cyscan.
Вертолётная площадка	Нет. Возможно только на грузовой палубе.
Водолазное оборудование	На судне размещается мобильная водолазная станция быстрого развёртывания (ВСБР) для спуска водолазов на глубины до 60 метров.
Поисковые средства	На судне размещается комплекс телеуправляемого необитаемого глубоководного аппарата (МСС-3000 легкого рабочего класса) со спуско-подъемным устройством с рабочей глубиной погрузки 3000 м
Оборудование ЛРН.	Бортовая нефтесборная навесная система LAMOR Side Collector (2 комплекта) ЛБ, ПрБ.



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Катера/шлюпки	Дежурная шлюпка Fassmer RR 4.5 ID вместимостью 6 человек с дизельным двигателем и скоростной рабочий катер Baltic Craft Noreq gera davit international. Скоростной рабочий катер «Artic 850» вместимостью 12 человек, двигатель Volvo -Penta D3-220A-H, 2×162 кВт
Морская эвакуационная система	Viking Minislide 2 x 101 человек
Спасательные плоты	Viking 50DKS 4 x 51 человек Viking 100DKS 2 x 101 человек
Системы внешнего пожаротушения FF2	В соответствии с правилами РМРС к системе FF2WS.
Автономный режим	
Вода, продукты, топливо	30 дней

7.3 Судно-пингеровщик



Рисунок 30. Судно-пингеровщик «Лазурит»

Таблица 21. Спецификация судна-пингеровщика «Лазурит»

СПЕЦИФИКАЦИЯ СУДНА	
Название судна	ЛАЗУРИТ
Судовладелец	ФГБУ «Морская спасательная служба»

Назначение судна	Буксир спасатель
Registration	
Флаг	Российская Федерация
Порт приписки	Владивосток
Место постройки	СССР, Коломна
Год постройки	1989
Класс	КМ ★UL[1] AUT2 Tag
Позывной сигнал	УГДР
Район плавания	Неограниченный
Официальный номер	IMO No 8832590
Габаритные размеры	
Длина наибольшая	58,28 м.
Ширина наибольшая	12,64 м.
Высота борта	5,90 м.
Осадка средняя	4,67 м.
Водоизмещение полное	1650 т.
Дедвейт	391 т.
Грузоподъемность	
Брутто	1178 т.
Нетто	353 т.
Вместимость палубы	
Открытая (верхняя) палуба	
Вертолётная площадка	Нет
Палубное оборудование	
Якорь	Холла 2 x 1250 кг
Якорная цепь	Ø 38,0 мм, 425 м
Буксирная лебёдка	Однорабанная электрическая, тяговое усилие 40 т. Длина троса 750м, Ø50.5мм разрывное усилие 1290 кН
Палубная грузовая стрела	1 x SWL 5 т с вылетом за борт около 3,5 м
Катера/шлюпки	Надувная дежурная шлюпка, ПК/PD 420, Навесной двигатель МЕРКУРИЙ-25 л/с
Вместимость грузовых танков	
Дизельное (легкое) топливо	332 м ³
Пресная вода	144 м ³
Нефтедержающие воды	21,6 м ³
Сточные воды	10,1 м ³
Машинное оборудование	
Главный дизель — генератор	2 x 5-2Д42, Суммарная мощность 2200
Тип топлива	Дизельное топливо
Винто-рулевые колонки	Нет
Вспомогательная котельная установка	КГВ 10/5 паропроизводительность 1000. Раб. давление 0,5 – 5,0 кг/см. кВ № 87010 1988 г.
Аварийный электрогенератор	МСС 82-4 30 кВт
Стояночный электрогенератор	ГСС 114-8М 160 кВт



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Скорость	
Наибольшие	12 узлов
Экономичный	8 узлов
Размещение	
Всего экипажа на борту	23
Жилые помещения	Каюты: 20×1
Медицинские помещения	1
Офисные помещения	Нет
Дополнительное оборудование	
Оборудование ЛРН	Скимер LEMOR в комплекте. Заградительные боны 250 м
Система обнаружения льда и оценки ледовой обстановки	Sigma S6 Ice Navigator
Автономность	
Вода, продукты, топливо	30 дней

7.4 Дополнительное судно-раскладчик



Рисунок 31. Судно-раскладчик НИС «Федор Ковров»

Таблица 22. Спецификация судна-раскладчика НИС «Федор Ковров»

Параметр	Значение
Класс:	КМ ★[1] DYNPOS-1



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Проект:	UT 705
ИМО:	8912338
MMSI	311068200
Дедвейт:	3100 т на 5,00
Длина максимальная × Ширина:	81,9 м × 18 м
Длина между перпендикулярами:	76,2 м
Год постройки:	1990
Размер палубы:	54,5 м × 15,5 м (844 кв. м)
Максимально усилие на палубу:	5 т/кв. м
Общее усилие на палубу:	2500 т
Главные двигатели:	2 × Bergen Diesel, общая мощность 6600 ВНР
Вспомогательные двигатели:	2 × 320 кВт Caterpillar 3.406
Валовые генераторы:	2 × 1.680 кВт (2100 кВА)
Носовые подруливающие устройства:	1 × Ulstein ВРШ тоннельного типа 1000 ВНР 1 × Ulstein Азимутальный 1000 ВНР
Кормовые подруливающие устройства:	2 × Ulstein ВРШ 800 ВНР каждый
Экономическая скорость:	10 узлов
Максимальная скорость:	12+ узлов
Автономность	60 суток
Количество членов экипажа	28 человек
Запасы топлива	977 м ³
Запасы пресной воды	736 м ³
Динамическое позиционирование	Kongsberg SDP11
ГМССБ	Районы А1, А2, А3



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

7.5 Судно сопровождения



Рисунок 32. Судно-пингеровщик НИС «Геофизик»

Таблица 23. Спецификация судна-пингеровщика НИС «Геофизик»

Общие данные	
Флаг	Российская Федерация
Судовладелец	АО «МАГЭ»
Год постройки	1983
Место постройки	Хабаровск
Переоборудован	2004
Класс Регистра	КМ * Л 2[П]
Тип	исследовательское
Проект	16151
Позывной	UAMO
Код MMSI	273 453 700
Номер IMO	8138798
Длина / ширина / осадка	55.6/ 9.32 / 4.22 м
Дедвейт	366 т
Регистровая вместимость брутто / нетто	742 / 222 т

Полное водоизмещение	1157 т
Дальность плавания	8000 миль
Скорость хода экономич. / максим.	10 / 12 узлов
Автономность	32 сут.
Количество членов экипажа: морской экипаж / экспедиционный состава	40 чел 25 чел. / 15 чел.
Количество кают для размещения экипажа и экспедиционного состава:	Одномест. – 06 шт. Двухмест. – 17 шт.
Запасы топлива	130 т
Запасы смазочного масла	6 м ³
Запасы питьевой воды	45 т
Запасы мытьевой воды	65 т
Расход топлива	4,5 т/сут
Главные и вспомогательные механизмы	
Главные двигатели	1 двигатель 6 NVD 48 A-2U мощность номинальная 736 кВт, номин. частота вращения 410 об/мин,
Вспомогательные дизель – генераторы	3 двигателя 6 ЧН18/22 мощность номинальная 150 кВт, номин. частота вращения 750 об/мин,
Аварийный дизель - генератор	1 двигатель К 268М (6ЧН 12/24) мощность номинальная 50 кВт, номин. частота вращения 1500 об/мин,
Подруливающее устройство	ПУ - 10
Винт	регулируемого шага 3 лопасти
Рулевая машина	РО - 9
Опреснители	Д 3У производительность 6 т/сут; Aqua-Set YC4 производительностью 6 т/сут
Сепараторы топлива	1 сепаратор СЦ-1.5
Сепараторы смазочного масла	1 сепаратор СЦ-1.5
Палубные грузоподъёмные краны	1 кормовой кран, грузоподъёмность 2 т
Оборудование по предотвращению загрязнения моря	
Сепаратор льяльных вод	SKIT-S Германия
Инсинератор	отсутствует
Установка обработки сточных вод	отсутствует
Танки льяльных вод	1х 15.4 м ³ ; 2 х 23.7 м ³
Танки сбора шлама	1 х 2.54 м ³ ; 1х 0.17 м ³
Танки сбора сточных вод	1 х 10.9 м ³
Навигация и связь	

Локатор 1	JRC – 5312 - 6
Локатор 2	FURUNO FR - 2110
Эхолот1	НЭЛ МЗБ
Эхолот2	НЭЛ-МЗА
Авторулевой	АИСТ
Гирокомпас	Keiki-TG 8000
Лаг	ИЭЛ 2
GPS	SUMYUNG SPR 1400
ГМССБ	районы А1, А2, А3
Факс приёма погоды	NAVTEX SAMYANG SNX - 300
Судовая метеостанция	AANDERAA 3400
INMARSAT C	STANDART RADIO STR 2000
Внутренняя громкоговорящая связь	РЯБИНА
Система спутниковой связи	Nera “Mini-M”, Fleet-77, Iridium
Факс	+870 762 830 647
Телефон, Iridium	+ 881677722953 Мостик + 881677722954 Капитан + 881677722955 Клиент
Телефон, Fleet-77 (резервный)	+870 764 575 355
Телефон (Mini M)	+870 762 830 645
Электронная почта	Geofizik@mage.ru
Оборудование по борьбе за живучесть судна	
Система объёмного тушения	СЖБ
Пожарные насосы	2 насоса НЦВ 25/65 производительность 26 м3/ч
Огнеупорные комплекты пожарного с ИДА	3 комплекта с ИДА АСВ - 2
Стационарные осушительные насосы	1 насос НЦВС 40/20 производительность 40 м3/ч 1 насос ЭВН-3/5 производительность 3 м3/ч
Спасательные средства	
Дежурная шлюпка (МОВ)	1 шт
Спасательные плоты	6 шт, вместимость по 20 чел
Гидротермокостюмы	44 шт
Спасательные жилеты	44 шт
Спасательные круги	8 шт
Технологическое оборудование	
Компрессоры воздуха высокого давления электрические	2 компрессора ЭК-7.5 производительностью по 140 м3/ч
	1 компрессор 2М2.5-5/221 Производительностью по 4,7 нм3/мин
Гидравлические насосы	Тур/Нг TGD 024/4 - 45/630 производительность по 60 л/мин



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ ИСТОЧНИКА

1. Расчет массива пневмоисточника объемом 3470 куб.д.

Gun number	Press. (psi)	Volume (cu.in)	Gun Type	x (m.)	y (m.)	z (m.)	Delay (s.)	Sub-array number	Peak to peak contrib. (percent)	Max. bub. rad (m.)
1	2000.00	350.00	1500LL	0.000	-5.500	6.000	0.0000	1	SPARE	SPARE
2	2000.00	350.00	1500LL	0.000	-4.500	6.000	0.0000	1	7.9	0.6
3	2000.00	250.00	1900LLX T	2.500	-5.500	6.000	0.0000	1	6.0	0.5
4	2000.00	250.00	1900LLX T	2.500	-4.500	6.000	0.0000	1	6.0	0.5
5	2000.00	200.00	1900LLX T	5.000	-5.400	6.000	0.0000	1	5.3	0.5
6	2000.00	200.00	1900LLX T	5.000	-4.600	6.000	0.0000	1	5.4	0.5
7	2000.00	160.00	1900LLX T	7.500	-5.400	6.000	0.0000	1	5.2	0.5
8	2000.00	160.00	1900LLX T	7.500	-4.600	6.000	0.0000	1	5.2	0.5
9	2000.00	100.00	1900LLX T	10.000	-5.000	6.000	0.0000	1	4.9	0.4
10	2000.00	65.00	1900LLX T	12.500	-5.000	6.000	0.0000	1	4.2	0.3
11	2000.00	350.00	1500LL	0.000	4.500	6.000	0.0000	2	7.9	0.6
12	2000.00	350.00	1500LL	0.000	5.500	6.000	0.0000	2	SPARE	SPARE
13	2000.00	250.00	1900LLX T	2.500	4.600	6.000	0.0000	2	5.8	0.5
14	2000.00	250.00	1900LLX T	2.500	5.400	6.000	0.0000	2	5.8	0.5
15	2000.00	200.00	1900LLX T	5.000	4.600	6.000	0.0000	2	5.4	0.5
16	2000.00	200.00	1900LLX T	5.000	5.400	6.000	0.0000	2	5.4	0.5
17	2000.00	160.00	1900LLX T	7.500	4.600	6.000	0.0000	2	5.2	0.5
18	2000.00	160.00	1900LLX T	7.500	5.400	6.000	0.0000	2	5.2	0.5
19	2000.00	100.00	1900LLX T	10.000	5.000	6.000	0.0000	2	4.9	0.4
20	2000.00	65.00	1900LLX T	12.500	5.000	6.000	0.0000	2	4.2	0.3

Рисунок 33. Массив пневмоисточников объемом 3470 куб.д.

Основные характеристики массива пневмоисточников 3470 куб.д представлены в Таблица 24.



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Таблица 24. Параметры массива ПИ объема 3470 куб.д.

Number of guns	18 (3470.00 cu.in., 56.86 litres)
Peak to peak in bar-m.	80.3 +/- 1.0 (8.03 +/- 0.1 MPa, 258 dB re 1muPa. at 1m.)
Zero to peak in bar-m.	37.4 (3.74 MPa, 251 dB re 1muPa. at 1m.)
RMS pressure in bar-m. (full window)	5.36 (0.536 MPa, 235 dB re 1muPa. at 1m.)
Primary to bubble (calculated zero to peak)	20.7 +/- 2.1
Bubble period (s.)	0.045 +/- 0.027
Maximum spectral ripple (dB)	5 (10 - 70 Hz.)
Maximum spectral value (dB)	214 (10 - 70 Hz.)
Average spectral value (dB)	213 (10 - 70 Hz.)
Total acoustic energy (Joules)	233371.4
Total acoustic efficiency (%)	29.7
Maximum model bandwidth (Hz)	0-1024

Геометрия группового источника, параметры единичных пневмопушек

Информация о геометрии группового пневмоисточника, параметры единичных пневмоисточников представлены в Таблица 25. Массивы пневмоисточников на обоих бортах будут иметь одинаковую конфигурацию. Схема массива представлена на Рисунок 34.



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)

Таблица 25. Параметры единичных пневмопушек

Gun number	Press. (psi)	Volume (cu.in)	Gun Type	x (m.)	y (m.)	z (m.)	Delay (s.)	Sub-array number	Peak to peak contrib. (percent)	Max. bub. rad (m.)
1	2000.00	350.00	1500LL	0.000	-5.500	6.000	0.0000	1	SPARE	SPARE
2	2000.00	350.00	1500LL	0.000	-4.500	6.000	0.0000	1	7.9	0.6
3	2000.00	250.00	1900LLX T	2.500	-5.500	6.000	0.0000	1	6.0	0.5
4	2000.00	250.00	1900LLX T	2.500	-4.500	6.000	0.0000	1	6.0	0.5
5	2000.00	200.00	1900LLX T	5.000	-5.400	6.000	0.0000	1	5.3	0.5
6	2000.00	200.00	1900LLX T	5.000	-4.600	6.000	0.0000	1	5.4	0.5
7	2000.00	160.00	1900LLX T	7.500	-5.400	6.000	0.0000	1	5.2	0.5
8	2000.00	160.00	1900LLX T	7.500	-4.600	6.000	0.0000	1	5.2	0.5
9	2000.00	100.00	1900LLX T	10.000	-5.000	6.000	0.0000	1	4.9	0.4
10	2000.00	65.00	1900LLX T	12.500	-5.000	6.000	0.0000	1	4.2	0.3
11	2000.00	350.00	1500LL	0.000	4.500	6.000	0.0000	2	7.9	0.6
12	2000.00	350.00	1500LL	0.000	5.500	6.000	0.0000	2	SPARE	SPARE
13	2000.00	250.00	1900LLX T	2.500	4.600	6.000	0.0000	2	5.8	0.5
14	2000.00	250.00	1900LLX T	2.500	5.400	6.000	0.0000	2	5.8	0.5
15	2000.00	200.00	1900LLX T	5.000	4.600	6.000	0.0000	2	5.4	0.5
16	2000.00	200.00	1900LLX T	5.000	5.400	6.000	0.0000	2	5.4	0.5
17	2000.00	160.00	1900LLX T	7.500	4.600	6.000	0.0000	2	5.2	0.5
18	2000.00	160.00	1900LLX T	7.500	5.400	6.000	0.0000	2	5.2	0.5
19	2000.00	100.00	1900LLX T	10.000	5.000	6.000	0.0000	2	4.9	0.4
20	2000.00	65.00	1900LLX T	12.500	5.000	6.000	0.0000	2	4.2	0.3

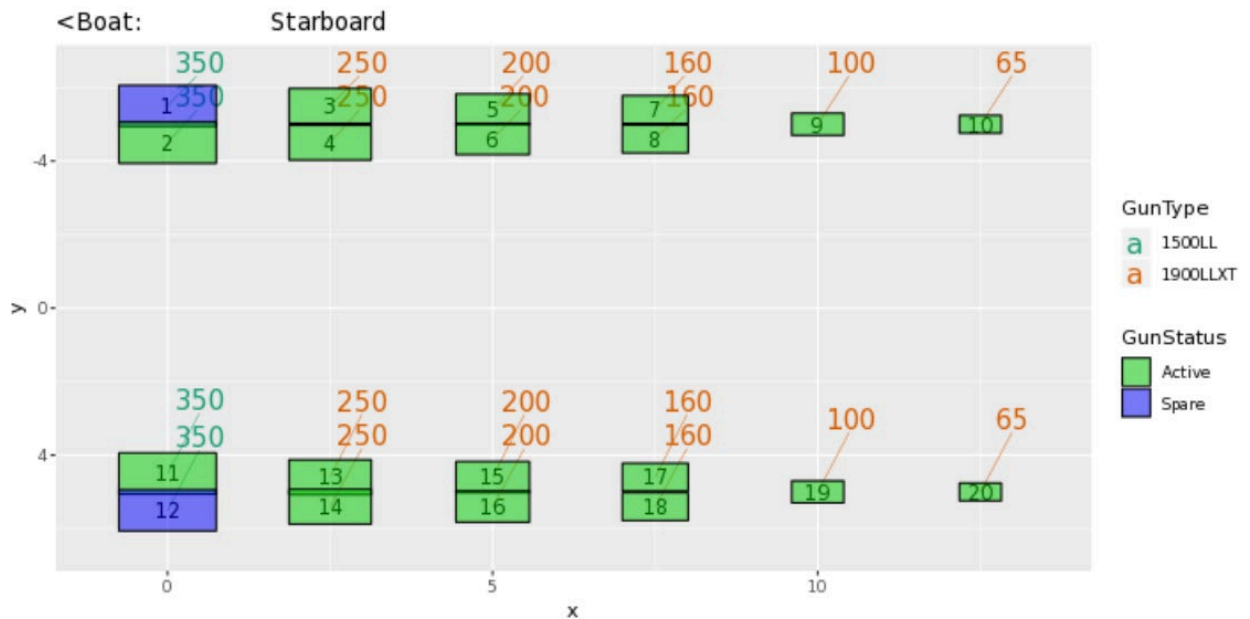


Рисунок 34. Схема массива пневмоисточников (сетка 1*1м, вид сверху)

Красными кругами обозначен максимальный радиус воздушного пузыря. Зелеными прямоугольниками обозначены действующие единичные пневмоисточники. Оранжевые прямоугольники обозначают запасные пневмоисточники.

Центр группового пневмоисточника и синхронизация

На схеме ниже показаны геометрический центр массива пневмоисточников, центр давления и центр энергии.

Геометрический центр массива – центр прямоугольника, образованного максимальными и минимальными удалениями активных ПИ (неактивные ПИ игнорируются). На схеме показан синим кругом.

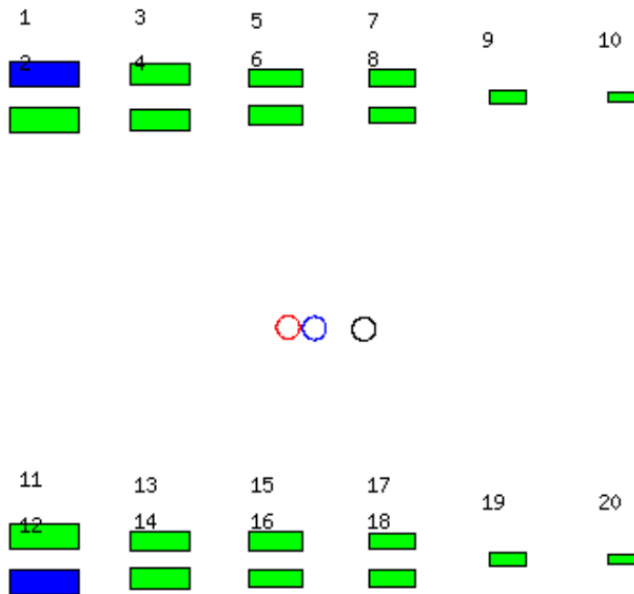
Центр Давления определяется как центр массива, при том, что позиция каждого отдельного пневмоисточника вычисляется по его «вкладу» в общее значение давления «Peak to peak». На схеме показан красным кругом.

Центр энергии вычисляется путем оценки координат по собственной высвобождаемой энергии активных пневмоисточников. На схеме показан черным кругом.

Данные значения могут использоваться для расчета первых вступлений.



Проведение сейсморазведочных работ 4D 4C с использованием донных сейсмических систем в акватории Охотского моря (базовая съемка 3D 4C на Киринском и Южно-Киринском месторождениях)



Geometric centre (m.)	Centre of pressure (m.)	Centre of energy (m.)
(5.83, 0.00, 6.00)	(5.26, -0.02, 6.00)	(6.90, 0.02, 6.00)

Рисунок 35. Центры массива. Геометрический центр (5,83, 0.0, 6); Центр давления (5,26, -0.0, 6); Центр энергии (6,9, -0.02, 6).

Направленность группового источника

Рисунки ниже показывают направленность группового источника в направлениях «инлайн» и «кросслайн» в системах «Угол-частота», «Угол-амплитуда», а также, азимутальную направленность в системе «тэта-пи».

Для схемы направленности «Инлайн» - ось X – это угол отклонения направления inline от вертикали. Слово fore в нижней части схемы показывает сторону, ближайшую к судну. Для схемы направленности «Кросслайн»: ось — это угол отклонения направления inline от вертикали. Слово port в нижней части графика показывает левый борт.

Система «Угол-частота»

Рисунки ниже (Рисунок 36, Рисунок 37) показывают характеристику направленности массива источника inline и crossline в системе «Угол-частота». Единицы измерения – дБ относительно 1 мкПа на Гц на 1м.

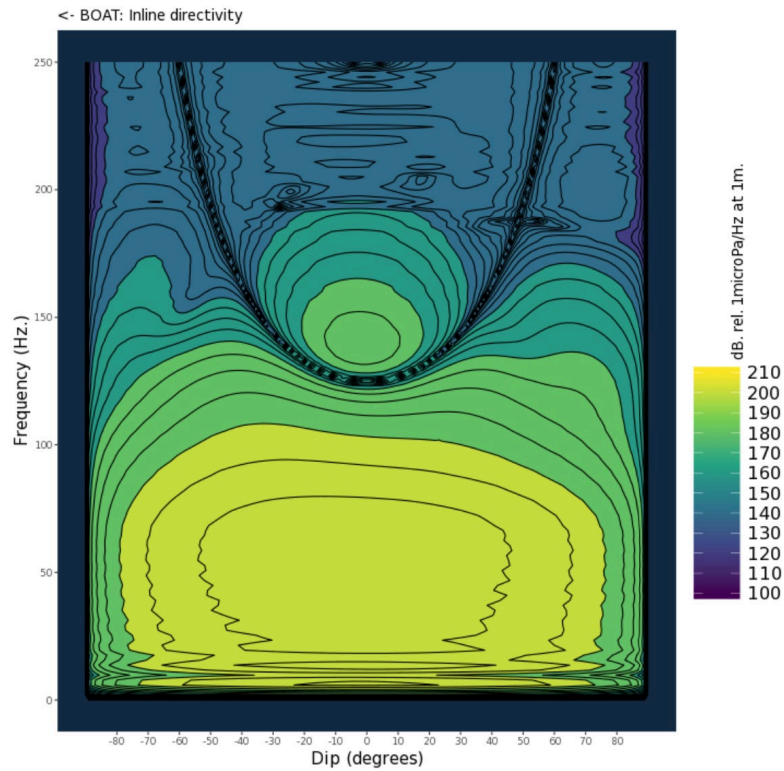


Рисунок 36. Направленность inline, азимут=0 градусов

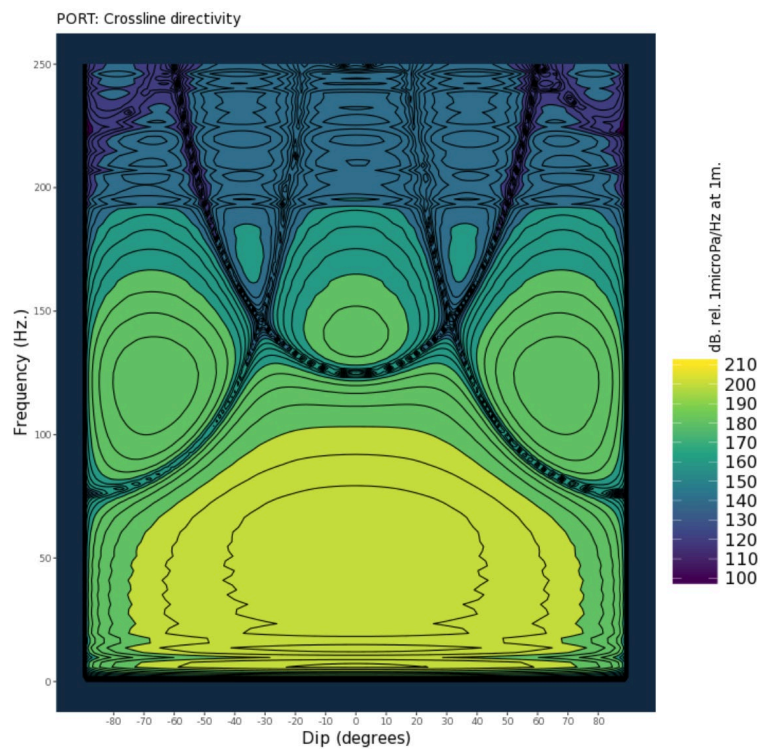


Рисунок 37. Направленность crossline, азимут=90 градусов

Рисунки ниже (Рисунок 38, Рисунок 39) показывают характеристику направленности массива источника inline и crossline в системе «Угол наклона-амплитуда». Рассчитанная сигнатура (или ее амплитудный спектр) для каждого угла показана в цветовой палитре, изменяющейся от красных тонов в центре до голубых на самых дальних углах из рассчитанных. Вертикальная шкала отображает тип графика, время или частоту. Оба графика выполнены в индивидуальном масштабе и в тех же единицах измерения, что и соответствующие графики в разделе «Сигнатурные характеристики».

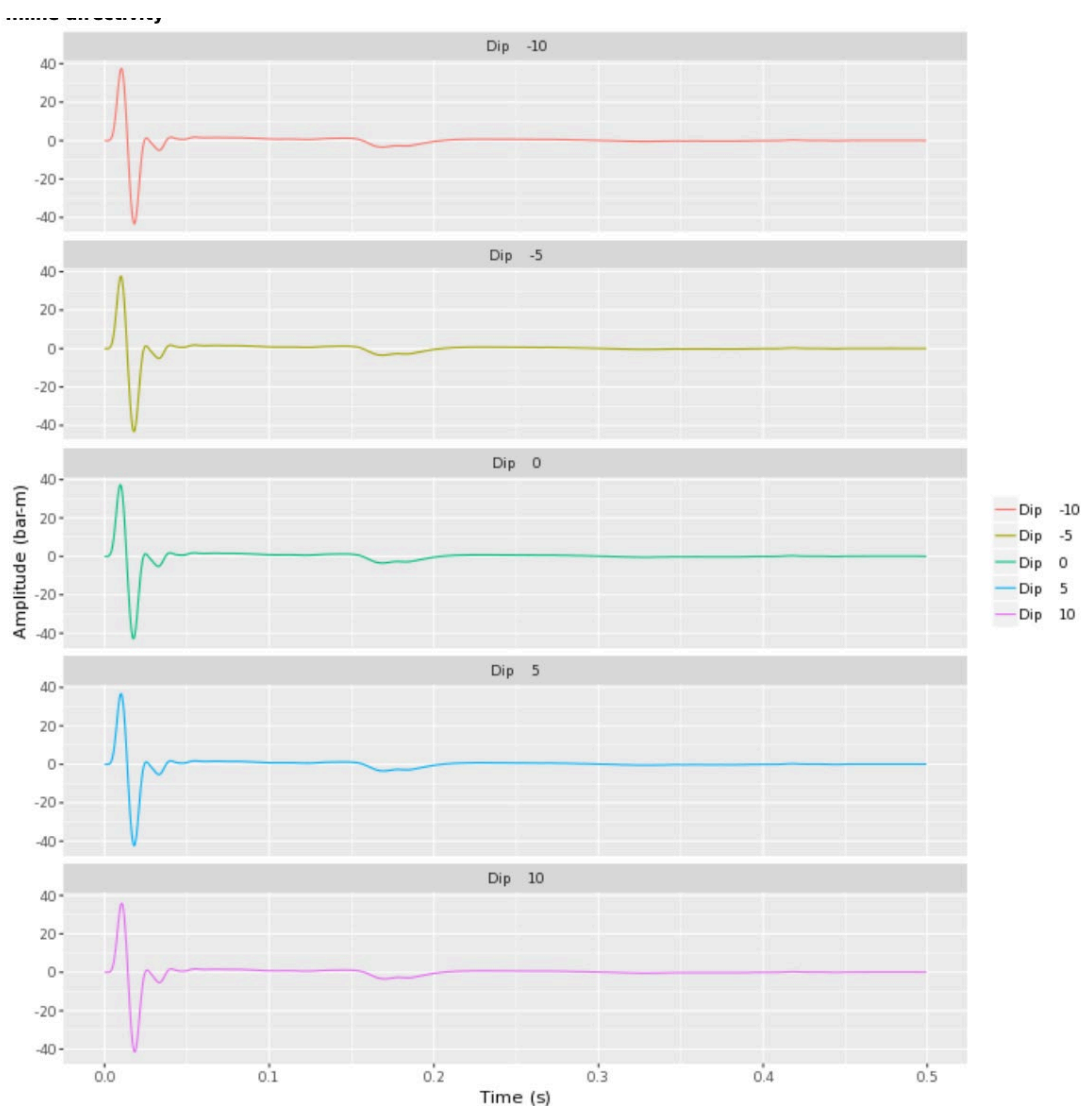


Рисунок 38. Направленность Inline, азимут = 0 градусов

Crossline directivity

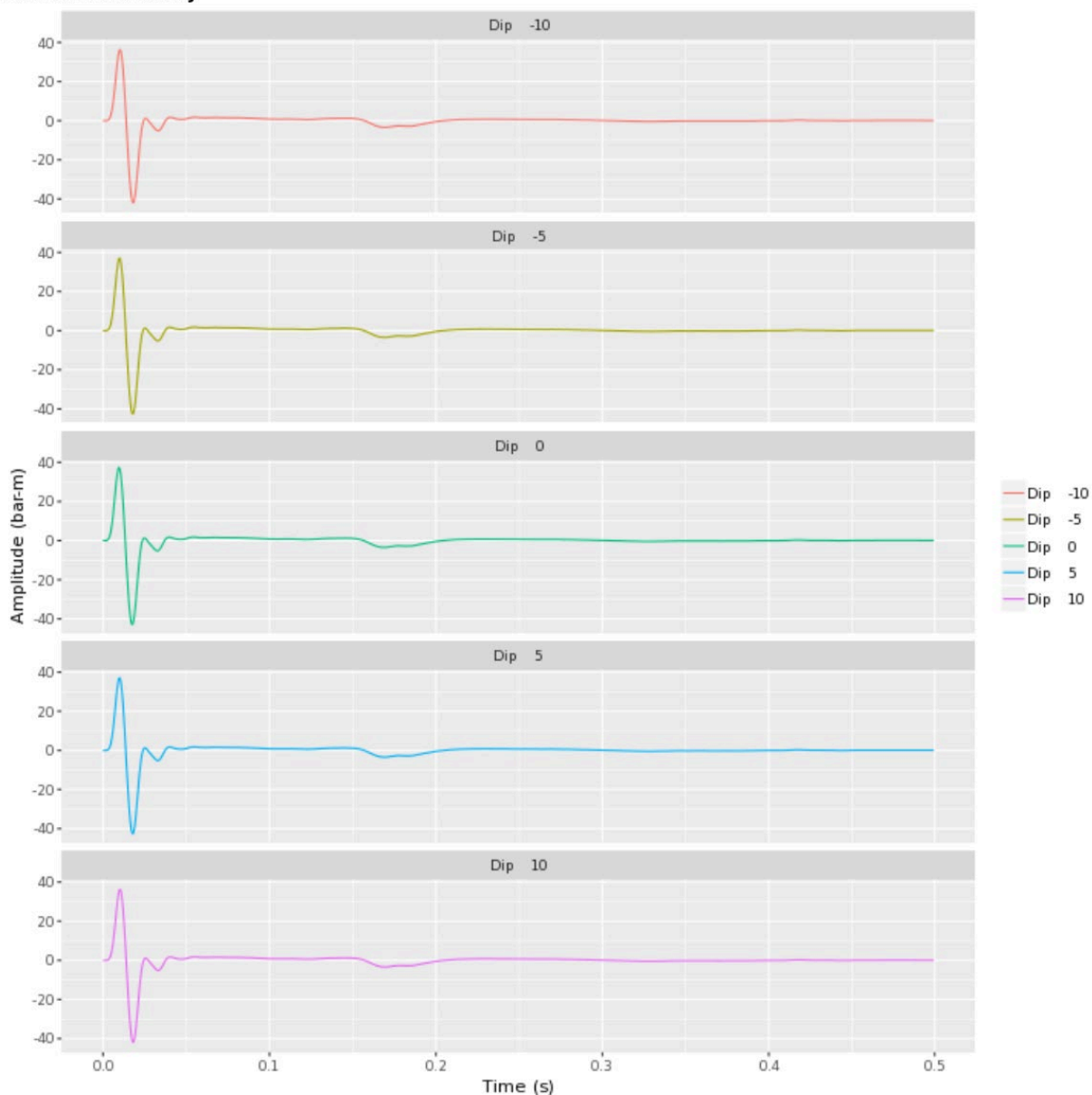


Рисунок 39. Направленность Crossline, азимут = 90 градусов

Сигнатурные характеристики

Ниже представлена информация по параметрам (Рисунок 40).

Амплитудный спектр приведен в дБ относительно 1 мкПа на Гц на 1м.

Расположение пузыря по умолчанию вычисляется системой, но также может быть задано оператором при моделировании.

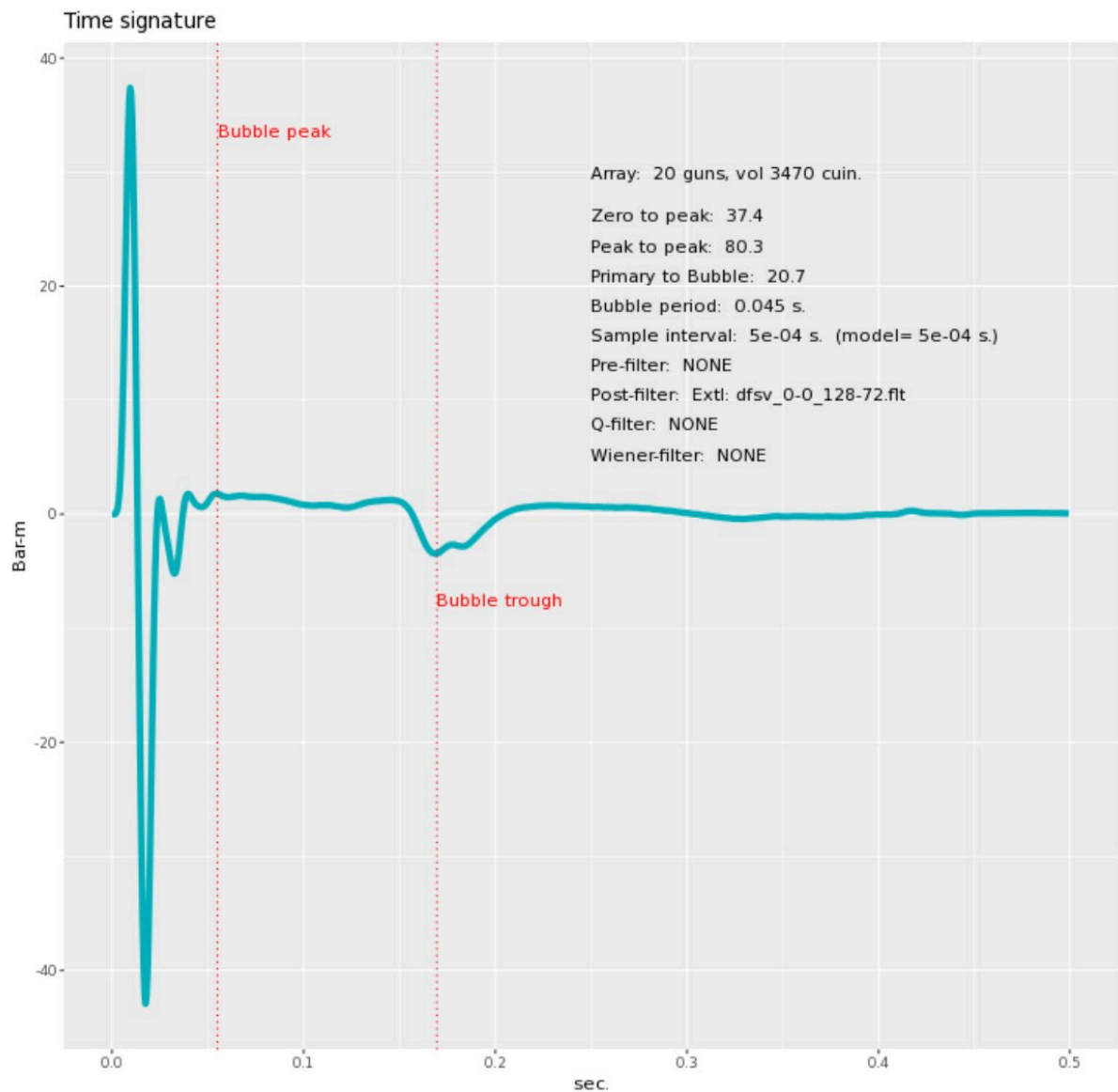


Рисунок 40. СигнатураПИ Peak to peak = 80,3; Zero-peak = 37.4; P/B =20.7.