

**ТОО «Аль-Фараби Оперейтинг»
ТОО «Казахский научно-исследовательский геологоразведочный
нефтяной институт» (КазНИГРИ)**

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор

ТОО «Аль-Фараби Оперейтинг»

_____ Лосив А.В.

«_____» _____ 2025 г.

Первый заместитель

Генерального директора

ТОО «Аль-Фараби Оперейтинг»

_____ Измуханов К.А.

«_____» _____ 2025 г.

**ДОПОЛНЕНИЕ №2 К ТЕХНИЧЕСКОМУ ПРОЕКТУ
НА ВЫПОЛНЕНИЕ МОРСКИХ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ
МОГТ-3Д В ПРЕДЕЛАХ ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА АЛЬ-ФАРАБИ
Договор №2024/49 от 13.12.2024 г.**

**Директор
ТОО «КазНИГРИ»:**

**Заместитель директора по
проектной деятельности:**



ЮСУБАЛИЕВ Р.А.

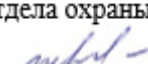
ТУЛЕНБАЕВА Б.Р.

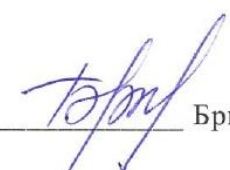
г. Атырау, 2025 г.

ВЕДОМОСТЬ РЕДАКЦИЙ

Рев. №	Часть проекта	ОПИСАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ	Дата

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

ТОО «КазНИГРИ»	
Руководитель проекта, Зам. директора по проектной деятельности  _____ <u>Түленбаева Б.Р.</u>	(Общее руководство)
Ответственный исполнитель по геологии, Директор департамента геологии и моделирования, к. г.-м. н.  _____ <u>Шестоперова Л.В.</u>	(Главы 2,3)
Ответственный исполнитель по геофизике  _____ <u>Разин А.Ю.</u>	(Главы 6,7,8,9,10,11,12,13,14)
Ответственный исполнитель по геофизике, Руководитель отдела тематических исследований  _____ <u>Жумалиева К.К.</u>	(Главы 4,5,15)
Ведущий инженер отдела проектирования поиска и разведки УВС  _____ <u>Бришева К.Е.</u>	(Главы 2, формирование текста)
Ведущий инженер отдела проектирования поиска и разведки УВС  _____ <u>Сейткалиева Г.К.</u>	(Главы 1,17 корректировка текста)
Руководитель отдела охраны окружающей среды  _____ <u>Калемова Ж.Ж.</u>	(Главы 16)

Ответственный за Документ-контроль:  Бришева К.Е.

РЕФЕРАТ

Работа состоит из 1 книги, в т.ч. 167 страниц текста, 18 таблиц, 130 рисунков.

Объект исследования – участок Аль-Фараби.

Целью настоящего проекта является подготовка Технической документации (далее Технический Проект), необходимой для обоснования оптимальной методики, техники и технологии проведения сейсморазведочных работ МОГТ-3D, достаточных для выполнения структурных построений на и детального изучения геологического строения восточного крыла месторождения Центральное на границе лицензионных блоков Аль-Фараби и Центральная, на акватории Казахстанского сектора недропользования Каспийского моря, с целью оценки нефтегазоносного потенциала и обоснования постановки поисково-оценочного бурения.

В проекте приведены общие сведения о районе работ, сведения о геолого-геофизической изученности, о геологическом строении (тектоника, стратиграфия, нефтегазоносность).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Проект, участок Аль-Фараби, Каспийское море, сейсморазведка, структура, геологическое строение, горизонт, разработка, скважина, горная порода

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Приложение №2
к Договору № 2024/49
от «13» 12 2024 г.

ТЕХНИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ на работы по разработке и согласованию

«Дополнения №2 к техническому проекту на выполнение морских сейсморазведочных работ МОГТ-3D в пределах лицензионного участка Аль-Фараби, включая экологическую оценку к нему»

1. Целевое назначение работ

Разработка технической документации (Дополнение №2 к техническому проекту, включая материалы экологической оценки к нему) и Технического Задания (ТЗ) на выполнение морских сейсморазведочных работ МОГТ-3D, прохождение необходимых согласований и государственной экологической экспертизы (далее - ГЭЭ) Проекта, в соответствии с требованиями законодательства РК.

Целевое назначение морских сейсморазведочных работ МОГТ-3D - детальное изучение геологического строения восточного крыла месторождения Центральное в пределах лицензионного участка Аль-Фараби с целью оценки ее нефтегазового потенциала и обоснования постановки поисково-оценочного бурения:

- детальное изучение геологического строения мезозойского и кайнозойского комплексов осадконакопления восточного крыла месторождения Центральное в пределах лицензионного участка Аль-Фараби;
- выявление закономерностей строения, условий формирования природного резервуара в мезозойском комплексе и оценка перспектив;
- стратиграфическая привязка потенциально продуктивных пластов и сейсмических отражений их кровли/подошвы к расположенным поблизости скважинам;
- детальная корреляция целевых сейсмических горизонтов в мезозойском и кайнозойском комплексе;
- детальное картирование разрывных нарушений по всему интервалу разреза;
- выявление в перспективном разрезе нефтегазоперспективных пластов- коллекторов, определение их геометрических параметров и прогноз фильтрационно- емкостных свойств;
- реконструкция осадконакопления осадочного чехла на основе сеймостратиграфического, палеогеоморфологического и палеотектонического анализов;
- подготовка и паспортизация месторождения Центральное, постановка оценочного бурения в пределах Контрактной территории ТОО «Аль-Фараби Оперейтинг»;

2. Основание для выполнения работ

- Программа работ ТОО «Аль-Фараби Оперейтинг» на 2022-2030 гг.

- Контракт на разведку и добычу углеводородов на участке Аль-Фараби, расположенном в казахстанском секторе Каспийского моря №4914 УВС МЭ от 19.05.2021г.

- Дополнение №1 к Контракту №4914 УВС МЭ от 19.05.2021 г. Регистрационный номер №4952 УВС от 26.07.2021 г.

3. Исходные данные (предоставляются Заказчиком)

- Информационный отчет по авторскому надзору
- Техническая спецификация на проведение морских сейсморазведочных работ МОГТ-3D (приложение №2, далее ТС).
 - Требования к материалам экологической оценки и ТЗ на его разработку, согласование, и проведение ГЭЭ технической документации

4. Задачи, последовательность и основные методы их решения

4.1. Разработка технической документации (Дополнения №2 к техническому проекту) на проведение морских сейсморазведочных работ МОГТ-3D.

В ходе работ необходимо:

- Выполнить разработку, экспертизу, согласование и утверждение в установленном порядке Дополнения №2 к техническому проекту в соответствии с действующим законодательством РК.
- Провести моделирование различных систем регистрации данных и методик «отработки». Представить карты ожидаемой кратности, освещенности, распределение удалений и т. д. для принятия решения по методике проведения сейсморазведочных работ
- Представить в Дополнении №2 к техническому проекту подробное описание методики и технологии работ, характеристики рабочих и контрольных параметров аппаратуры, в соответствии с требованиями, предъявляемыми в технической спецификации.
- Предусмотреть выполнение сейсморазведочных работ МОГТ 3D с использованием современной геофизической аппаратуры.
- Отразить в Дополнении №2 к техническому проекту требования к ПБ, ОТ и ОС при проведении морских работ в соответствии с действующим законодательством РК.

В ходе составления Дополнения №2 к техническому проекту:

Подрядчик должен заблаговременно и за свой счет получить и проанализировать всю необходимую информацию о районе работ. Эта информация включает, но не ограничивается: природно-климатическими и ледовыми условиями, гидрографическими и метеорологическими, техногенными факторами, трафиком движения морских судов, особых зон ограниченного мореплавания, наличием необходимых карт и схем соответствующего масштаба. Заказчик может предоставить Подрядчику имеющиеся в его распоряжении сведения о районе работ, что не освобождает Подрядчика от обязанности заблаговременно самостоятельно получить необходимую информацию. Любые осложнения, возникшие в ходе выполнения проектирования, связанные с недостаточной информированностью Подрядчика, не являются основанием для задержки или прекращения проектирования и не подлежат оплате Заказчиком.

Дополнение №2 к техническому проекту составляется в соответствии с условиями настоящего ТС. В срок не позднее трех месяцев с даты подписания договора Подрядчик предоставляет предварительную версию Дополнения №2 к техническому проекту, содержание которой в обязательном порядке должно быть согласовано с Заказчиком. Заказчик оказывает содействие в предоставлении материалов, способствующих разработке Дополнения №2 к техническому проекту. Все параметры методики морских сейсморазведочных работ, флот и необходимое основное и вспомогательное сейсморазведочное оборудование указываются в Дополнении №2 к техническому проекту. Необходимо провести моделирование различных систем регистрации данных и методик «отработки» собственными силами с помощью специализированного программного обеспечения (далее ПО), также возможно использование сил стороннего подрядчика. Представить карты ожидаемой кратности, освещенности, распределение удалений и т. д. для принятия решения по выбору оптимальной методики проведения сейсморазведочных работ.

Заказчик рассматривает предварительную версию Дополнения №2 к техническому проекту, по итогам рассмотрения которого Подрядчику направляется перечень обоснованных замечаний, рекомендаций и выявленных недоработок. Окончательная версия Дополнения №2 к техническому проекту с учетом устранения всех замечаний и недоработок должна быть представлена Заказчику в срок, не позднее четырех месяцев с даты подписания договора, и представлять собой целостное законченное и обоснованное проектное решение.

Подрядчик на этапе проектирования должен использовать современные компьютерные системы и ПО (MESA или аналогичные), учитывать наличие сейсмических профилей прошлых лет, данные по инфраструктуре, природным и техногенным объектам, иные сведения, позволяющие уточнить и оптимизировать технологию морских

сейсморазведочных работ 3D. На схему наблюдений наносятся все техногенные объекты, контуры природоохранных зон. Помехообразующие объекты выделяются особыми условными знаками. Обязательными приложениями к Дополнению №2 к техническому проекту должны быть: схема наблюдений с указанием линий пунктов приема (далее ПП), пунктов взрыва (далее ПВ), ориентировки и протяженности линий профилей, карты расчетных положений пунктов взрыва и приема с учетом известных эксклюзивных зон и возможных смещений ПВ/ПП. В Дополнении №2 к техническому проекту Подрядчиком должны быть проанализированы результаты ранее проведенных работ, проиллюстрированы сейсмические записи, представлена полная документация по используемым методикам и программным продуктам, оборудованию, флоту, представлено детальное описание параметров и минимальных стандартов качества сейсморазведочных работ, предварительных и периодических калибровок и тестов оборудования.

В Дополнении №2 к техническому проекту наряду со стандартными обязательно наличие следующих разделов:

- Спецификация процедур по ПБ, ОТ и ОС, включая план экстренной медицинской эвакуации, меры безопасности при обустройстве складов и других временных сооружений, которые должны быть согласованы с Заказчиком;
- Расчет длительности этапов морских сейсморазведочных работ, предполагаемые варианты размещения персонала и оборудования временных сооружений и складов;
- План-график выполнения морских сейсморазведочных работ. Отдельными разделами в графике прописываются пошаговый порядок получения необходимых разрешений и согласований с указанием дат подачи и получения документов, в соответствие с требованиями законодательства РК, а также график подготовки основных и вспомогательных технических средств, оборудования и персонала, включая дату проведения аудита Заказчиком готовности сейсмической партии к работам.
- Схема логистики, включая план по обеспечению смен экипажа, снабжению расходными материалами, пресной водой и топливом. Схема движения судов;
- ТС судов, заборного и набортного оборудования;
- Детальное описание методики морских сейсморазведочных работ (включая, но не ограничиваясь, обоснование количества линий прохода, схему движения судов, схему отработки и расчет времени);
- Стандарты качества, методика и процедуры контроля качества, а также рекомендуемый граф набортной экспресс-обработки;
- Рекомендуемый список материалов, сдаваемых Заказчику, с указанием количества копий, носителей и форматов;
- Информация об имеющихся опасностях, оценку рисков и способы их минимизации.

Обязательными приложениями к Дополнению №2 к техническому проекту должны быть: схема наблюдений с указанием расчетных положений ПВ и ПП, количество физических наблюдений. В Дополнении №2 к техническому проекту должны быть проанализированы результаты ранее проведенных работ, проиллюстрированы сейсмические записи, представлена полная документация по используемым методикам и программным продуктам, оборудованию и транспортным средствам, представлено детальное описание параметров и минимальных стандартов качества сейсморазведочных работ, предварительных и периодических калибровок и тестов оборудования.

4.1.1. Основные требования к проектированию сейсморазведочных работ:

- 1) Применение современных технологий при производстве сейсморазведочных работ с получением кондиционных данных, обеспечивающих решение поставленных геологических задач.
- 2) Выполнение требований корпоративных стандартов АО «НК«КазМунайГаз» и ПАО «ЛУКОЙЛ», действующих отраслевых инструкций и нормативно-правовых актов.
- 3) Выполнение требований безопасности ведения морских работ.

- 4) Обеспечение должного контроля качества полевых данных в процессе проведения морских сейсморазведочных работ.
 - 5) Обеспечение надежной регистрации качественных данных по всей площади съемки.
 - 6) Выполнение поставленных задач в установленные сроки.
 - 7) Обеспечение экологической безопасности и выполнение требований ООС
- 4.1.2. Пространственные границы объекта съёмки 3D-МОГТ.

Лицензионный участок недр Аль-Фараби (рис.1.) расположен в казахстанском секторе недропользования на акватории центральной части Каспийского моря, и ограничен угловыми точками со следующими географическими координатами:

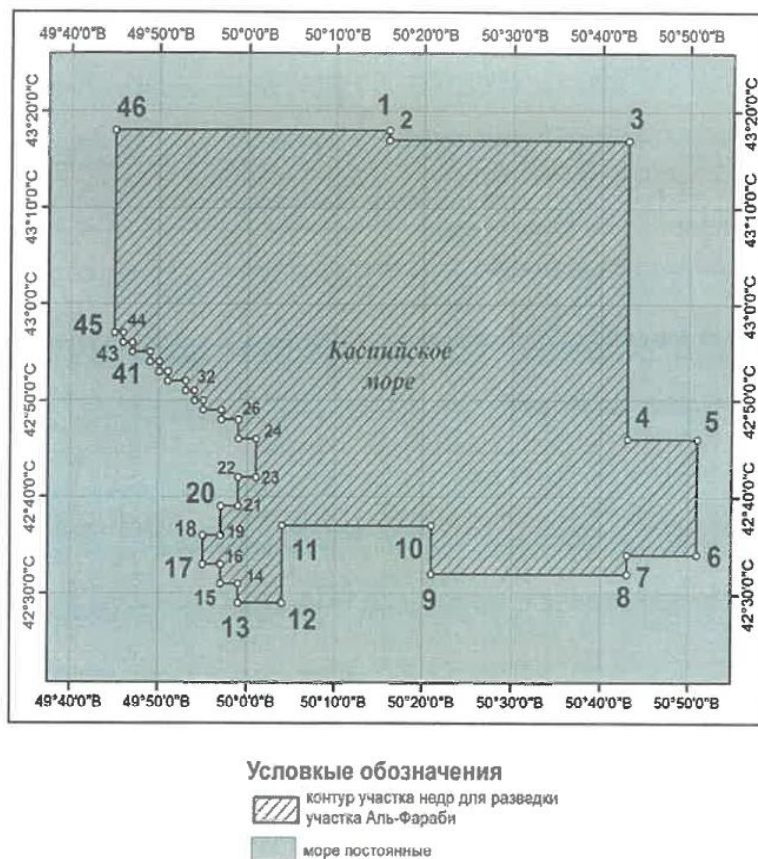


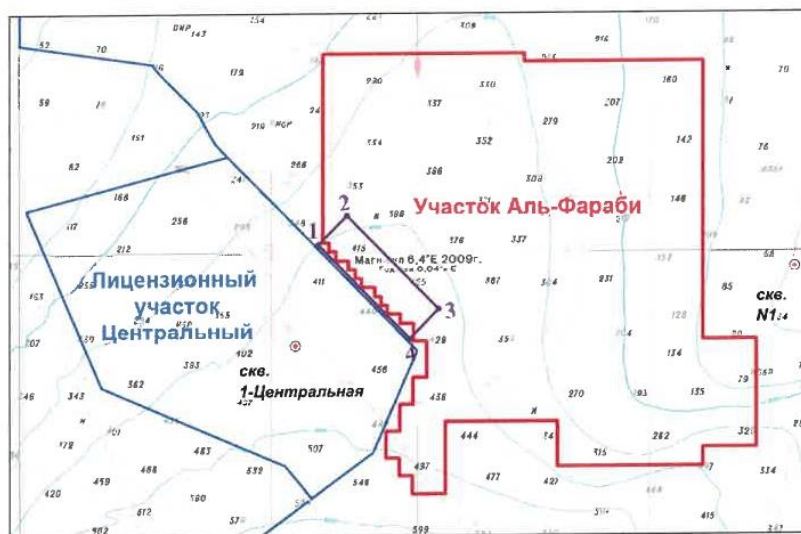
Рис.1 Схема расположения участка недр Аль-Фараби.

Координаты угловых точек ЛУ (Пулково 1942)

Номер точки	Восточная долгота	Северная широта	Номер точки	Восточная долгота	Северная широта
1	49° 45' 00"	43° 18' 00"	24	50° 01' 00"	42° 42' 00"
2	50° 16' 00"	43° 18' 00"	25	50° 01' 00"	42° 46' 00"
3	50° 16' 00"	43° 17' 00"	26	49° 59' 00"	42° 46' 00"

4	50° 43' 00"	43° 17' 00"	27	49° 59' 00"	42° 48' 00"
5	50° 43' 00"	42° 46' 00"	28	49° 57' 00"	42° 48' 00"
6	50° 51' 00"	42° 46' 00"	29	49° 57' 00"	42° 49' 00"
7	50° 51' 00"	42° 34' 00"	30	49° 55' 00"	42° 49' 00"
8	50° 43' 00"	42° 34' 00"	31	49° 55' 00"	42° 50' 00"
9	50° 43' 00"	42° 32' 00"	32	49° 54' 00"	42° 50' 00"
10	50° 21' 00"	42° 32' 00"	33	49° 54' 00"	42° 51' 00"
11	50° 21' 00"	42° 37' 00"	34	49° 53' 00"	42° 51' 00"
12	50° 04' 00"	42° 37' 00"	35	49° 53' 00"	42° 52' 00"
13	50° 04' 00"	42° 29' 00"	36	49° 51' 00"	42° 52' 00"
14	49° 59' 00"	42° 29' 00"	37	49° 51' 00"	42° 53' 00"
15	49° 59' 00"	42° 31' 00"	38	49° 50' 00"	42° 53' 00"
16	49° 57' 00"	42° 31' 00"	39	49° 50' 00"	42° 54' 00"
17	49° 57' 00"	42° 33' 00"	40	49° 49' 00"	42° 54' 00"
18	49° 55' 00"	42° 33' 00"	41	49° 49' 00"	42° 55' 00"
19	49° 55' 00"	42° 36' 00"	42	49° 47' 00"	42° 55' 00"
20	49° 57' 00"	42° 36' 00"	43	49° 47' 00"	42° 56' 00"
21	49° 57' 00"	42° 39' 00"	44	49° 46' 00"	42° 56' 00"
22	49° 59' 00"	42° 39' 00"	45	49° 46' 00"	42° 57' 00"
23	49° 59' 00"	42° 42' 00"	46	49° 45' 00"	42° 57' 00"

Участок сейсморазведочных работ МОГТ-3Д (рис. 2) расположен на акватории лицензионного участка недр Аль-Фараби, и в плане ограничен угловыми точками со следующими географическими координатами:



Координаты проектного полигона (Пулково 1942)

Координаты площади съемки (Пулково 1942)		
Номер точки	Северная широта	Восточная долгота
1	42°56'53.0403"N	49°44'44.2925"E
2	42°59'59.2737"N	49°49'11.5043"E

3	42°49'19.2343"N	50°02'49.8003"E
4	42°46'15.3045"N	49°58'22.9742"E

Рис. 2. Схема расположения участка сейсморазведочных работ МОГТ-3D на участке Аль-Фараби.

Площадь участка работ в указанных границах - ориентировочно 225 км², включающая общее количество сейсмических данных в интервале кратности наблюдений от пороговой до номинальной.

- Характеристика основных продуктивных и потенциально продуктивных горизонтов:

Горизонт	Глубины, м	Времена, с
J ₁ -K ₁	600 - 3000	0.5-3.5

- Глубина моря в пределах участка работ -от 400 м до 600 м;
- Тип съемки – 3D/4C или 3D/2C с донным приемным оборудованием (донными станциями) с раскладкой приемного оборудования по редкой сети (расстояние между линиями приема - 300 м, расстояние между ПП – 300 м, расстояние между линиями отстрела – 50 м, расстоянием между ПВ – 50 м).

Заказчик оставляет за собой право изменить координаты угловых точек полигона сейсморазведки МОГТ 3D до начала морских Работ и экспресс обработки данных, без изменения запланированного объема Работ. Заказчик устанавливает приоритеты по отработке полигона 3D.

Подрядчик должен предусмотреть оборудование и плавсредства, для уверенного приема отраженного сигнала в условиях глубокой воды при глубинах моря 400-600 м. Используемое сейсмоприемное оборудование должно обеспечивать получение качественных данных.

4.1.3. Геологические задачи, последовательность и основные методы их решения. Состав Работ:

- Морские сейсморазведочные работы МОГТ 3D с донным приемным оборудованием ориентировочно 225 км²;
- Батиметрическая съемка в объеме ориентировочно 225 км² с использованием эхолота, способного выполнить съемку поверхности дна;
- Выполнение набортной экспресс-обработки получаемых данных, результаты которой планируется использовать для оперативного контроля качества материалов, дальнейшей обработки и геолого-геофизической интерпретации.

Морские сейсморазведочные работы планируется выполнить в период с апреля по ноябрь 2025 года.

Сейсмические данные, полученные в результате выполняемых морских сейсморазведочных работ МОГТ 3D, будут использоваться для подготовки восточного крыла месторождения Центральное, в пределах лицензионного участка Аль-Фараби, к поисково- оценочному бурению. Для достижения этой цели необходимо получение высококачественных сейсморазведочных данных, позволяющих осуществить решение следующих геолого-геофизических задач:

- 1) Детальная корреляция сейсмических горизонтов в мезокайнозойском интервале разреза и картирование разрывных нарушений.
- 2) Построение карт изохрон, глубинно-скоростной модели и структурных карт по опорным и целевым горизонтам: J-T, J₂, J₃, Klnc, Klap, Klal, K2m, P12.
- 3) Сейсмофациальный анализ мезозойского интервала разреза (с привлечением скоростного анализа) для прогноза литолого-фациального строения среднеюрских,

верхнеюрских и нижнемеловых отложений.

4) Построение карт сейсмических атрибутов для потенциально-продуктивных интервалов разреза, проведение акустической, AVO/AVA и других типов инверсии.

5) Построение карт распространения коллекторов по каждому потенциально-продуктивному пласту, по возможности, построение карт коллекторских свойств.

6) Рекомендации по постановке точки поисково-оценочной скважины.

4.1.4. Методика, этапы и основные технические требования к проведению морских сейсморазведочных работ МОГТ 3D.

Подрядчик должен в Дополнении №2 к техническому проекту сформулировать Технические условия и стандарты качества, предъявляемые к планируемому морским сейсморазведочным работам, для получения кондиционных данных.

Подрядчику необходимо предусмотреть все виды основного и вспомогательного сейсморазведочного оборудования для обеспечения возможности проведения работ в условиях глубокого моря.

Подрядчик должен предоставить требования к техническим характеристикам пневмоисточника включая, но не ограничиваясь: конфигурацию, геометрические характеристики, объем, рабочее давление, марку и т. п., сигнатуру в дальней зоне, спектральные характеристики ПИ, направленность ПИ и другое.

В связи с ограниченным по времени полевым сезоном (около 4-5 месяцев) и спецификой акватории Подрядчик должен запроектировать требования по привлечению судов, оснащенных необходимым сейсморазведочным и вспомогательным оборудованием для выполнения работ в запланированных объемах в запланированные сроки, имеющих необходимые характеристики для работы в условиях Среднего Каспия, в том числе достаточный срок автономности.

Так же в Дополнении №2 к техническому проекту должны быть указаны все необходимые документы и разрешения на суда и персонал морской партии, требуемые для производства работ в соответствии с законодательством РК.

4.1.5. Мобилизация сейсморазведочной партии и оборудования, проведение опытно-методических работ (далее ОМР).

Подрядчиком в Дополнении №2 к техническому проекту должны быть определены порт мобилизации и ориентировочные сроки постановки судна (ов) и персонала в порт мобилизации.

Так же должны быть даны рекомендации по проведению ОМР, программе и сроках тестирования оборудования.

4.1.6. Морские работы.

При проектировании морских работ Подрядчик должен предложить оптимальный комплекс и методику работ, позволяющих решить поставленные геологические задачи в кратчайший срок с надлежащим качеством. Кроме того, в Дополнении №2 к техническому проекту Подрядчик должен предусмотреть и отразить контрольные процедуры за проведением работ и обязательное наличие полевых программно-аппаратных комплексов обработки и контроля качества сейсмических, навигационных и топогеодезических данных, мощность которых должна быть достаточна для выполнения требующихся стандартных процедур, включающих элементы обработки по каждому отработанному профилю. Комплекс должен функционировать круглосуточно под управлением квалифицированного персонала геофизика и навигатора/топографа.

Контроль выполнения морских работ должен включать, но не ограничивается:

- контроль обоснованности проектных решений по методике работ с использованием MESA или аналогичных ПО;

- контроль качества навигационных/топогеодезических работ;

- контроль соблюдения минимальных стандартов качества получаемого материала;

- контроль за соблюдением параметров регистрации полевых наблюдений;

- контроль за соблюдением параметров работы пневмоисточника;
- контроль за полевой отчетной технической документацией.

4.1.7. Проведение ликвидационных работ и демобилизация.

В Дополнении №2 к техническому проекту должны быть предусмотрены процедуры и сроки демобилизации основных технических средств, судов и персонала сейсморазведки.

4.1.8. Сдача-приемка результатов работ. Требования к окончательным результатам морских сейсморазведочных работ.

При разработке Дополнения №2 к техническому проекту Подрядчик должен предложить и обосновать очередность, сроки и правила текущей и окончательной приемки результатов работ, а также регламентировать комплект материалов, передаваемых Заказчику. Окончательная приемка проводится по завершении работ, путем тотальной проверки отчетных материалов. Отчет предоставляется в 5-и экземплярах (на электронных носителях и бумаге), должен быть оформлен в соответствии с требованиями «Кодекса о недрах и недропользовании РК» к Отчету о геологическом изучении недр.

Обязательный пакет материалов, передаваемых Заказчику, должен состоять из следующих типов данных, но не ограничиваясь:

- записи полевых сейсмических наблюдений;
- полевые и обработанные данные топогеодезии и навигации;
- полевая сопроводительная документация;
- результаты экспресс-обработки сейсморазведочных данных, включая записи полевых наблюдений с присвоенной геометрией, временные разрезы до и после постобработки, в формате SEG-Y;
- файлы геометрии SPS (s, r, x) и UKOOA (s, g, x);
- результаты контроля качества полевых данных (перечень атрибутов качества сейсмической записи будет согласован при опытных работах). Данный перечень может быть изменен или дополнен по указанию представителей Заказчика;
- вспомогательные данные (каталог координат ПП, ПВ, батиметрия, исходные и обработанные материалы тестирования и т. п.);
- набор из информационных отчетов по видам работ, окончательный сводный отчет о полевых работах.

4.1.9. Специальные условия.

Подрядчик при разработке Дополнения №2 к техническому проекту должен отобразить Обязательные требования для производителя морских сейсморазведочных работ:

- обеспечить выполнение всех условий контракта на пользование недрами участка «Аль-Фараби», касательно сейсморазведочных работ;
- получить полный пакет необходимых разрешений и согласований (в том числе, при необходимости, от имени Заказчика), разрешение на обустройство берегового лагеря (при необходимости), других документов для выполнения планируемого комплекса работ согласно законодательству РК и условиям контракта на пользование недрами участка «Аль-Фараби»;
- исполнитель работ должен выполнять все ограничения и предписания государственных органов и иных компетентных организаций уполномоченных на выдачу ограничений, связанных с необходимостью минимизации воздействия на ОС при проведении сейсморазведочных работ;
- выполнять поручаемые ему работы в соответствии с Дополнением №2 к техническому проекту, с соблюдением требований законодательства РК, технических условий и других нормативно-технических документов, регламентирующих особенности проведения отдельных видов работ;
- от имени Заказчика оперативно предоставить копии результатов работ, включая первичные данные, в Государственные геологические фонды, с предоставлением подтверждающих документов по требуемой форме;

- от имени Заказчика провести экспертную оценку полученных полевых данных в уполномоченном органе Минобороны РК на предмет их конфиденциальности, закрытости, возможности их открытого опубликования и международного обмена в соответствии с законодательством РК с предоставлением экспертного заключения Заказчику;
 - в период подготовки и в процессе выполнения работ исполнитель проводит мероприятия по ООС, а также обязан выполнить следующее:
 - а) При необходимости, под руководством Заказчика, обеспечить от своего имени согласование сроков, участков и видов работ или принимать самое активное участие в согласовании сроков, участков и видов работ с природоохранными и местными органами власти, общественными организациями и местным населением;
 - б) Использовать в работе технологическое оборудование с наименьшим возможным воздействием на окружающую среду;
 - в) Регулярно проводить профилактический осмотр и ремонт сейсмического оборудования, механизмов и транспортных средств и судов для недопущения непреднамеренного ущерба окружающей среде;
 - г) Обеспечить отсутствие вредного воздействия на деятельность промыслового рыболовства в районе работ.
- 4.2 Разработка ТЗ на проведение морских сейсморазведочных работ 3D.
- В ходе работ необходимо выполнить следующее:
- 4.2.1 Разработать и отразить в ТЗ требования в отношении:
- опыта потенциального подрядчика в проведении аналогичных работ в морском варианте при изменении глубин моря от 400 до 600 метров.
 - опыта персонала подрядчика в проведении работ в морском варианте при изменении глубин моря от 400 до 600 метров.
 - опыта персонала подрядчика в контроле качества сейсмических и навигационных данных и предварительной обработке на борту данных, полученных при изменении глубин моря от 400 до 600 метров.
 - требования к планированию работ.
 - требования к разработке программы выполнения работ.
 - требования к получению разрешительной документации от уполномоченных государственных органов на проведение морских сейсморазведочных работ 3D.
 - требования к параметрам регистрации сейсмических данных включая:
 - Требования к геометрии расстановки.
 - Параметры сейсмической записи.
 - Требования к регистрирующему оборудованию в части:
 - Системы регистрации.
 - Параметров сейсмических датчиков.
 - Кабелей и модулей.
 - Необходимого количества оборудования.
 - Требования к источникам сейсмического сигнала включая:
 - Мощность источника.
 - Геометрию источника.
 - АЧХ и направленности источника.
 - Точности синхронизации источников.
 - Системе буксировки источников и вспомогательному оборудованию.
 - требования к параметрам регистрации навигационных данных включая:
 - Требования навигационному и топогеодезическому оборудованию.
 - Требования к точности позиционирования приемного оборудования и источников.
 - Требования к ИНС.
 - Требования к форматам данных.

- требования к ОМР.
- требования к контролю качества и критериям контроля качества.
- требования к батиметрическим данным включая:
 - Требования к оборудованию проведения батиметрической съемки.
 - Точности съемки.
 - Формату предоставляемых данных.
- требования к плавсредствам.
- требования к экспресс-обработке сейсмических и навигационных данных, включая граф предварительной обработки данных на борту.
 - требования к предоставляемым отчетным данным и материалам.
 - требования к персоналу подрядчика.
 - требования к возможным субподрядчикам и их персоналу.
 - требования к безопасности проведения работ.
 - требования к рапортам и регулярной отчетности.
 - критерии оценки качества материалов при окончательной приемке.

4.2.2 Составить рекомендации по дополнениям и изменениям ТС, если требуются.

4.3 Разработка материалов экологической оценки к Дополнению №2 к техническому проекту на выполнение морских сейсморазведочных работ МОГТ-3D.

В соответствии с законодательными и иными нормативными документами РК выполнить разработку материалов экологической оценки к Дополнению №2 к техническому проекту на проведение морских сейсморазведочных работ 3D в пределах лицензионного участка Аль-Фараби ТОО «Аль-Фараби Оперейтинг» в сезоне 2025 г., организовать и провести Общественные слушания и прохождение ГЭЭ.

В части экологического сопровождения Дополнения №2 к техническому проекту сейсморазведочных работ МОГТ 3D необходимо:

4.2.1 Разработать следующие проектные материалы:

- Заявление о намечаемой деятельности, согласно ст.68 ЭК РК. В ЗонД обязательно указать, что сейсморазведочные работы 3D уже предварительно рассмотрены в материалах экологической оценки к ПРР, Техническом проекте на сейсморазведочные работы и Дополнении к Техническому проекту на сейсморазведочные работы с полученным экологическим разрешением на 2025 год и что материалы передаются на ГЭЭ в связи с изменением района работ в пределах лицензионного участка;

- Отчет о возможных воздействиях на окружающую среду к Дополнению №2 к техническому проекту сейсморазведочных работ МОГТ-3D на участке Аль-Фараби (при необходимости, по результатам процедуры скрининга воздействий Заявления о намечаемой деятельности).

- Экологическую оценку по упрощенному порядку - Раздел Охраны окружающей среды к Дополнению №2 к техническому проекту (при необходимости, по результатам процедуры скрининга воздействий Заявления о намечаемой деятельности);

- Проект нормативов допустимых выбросов (Проект НДВ) эмиссий в окружающую среду;

Проект Программы производственного экологического контроля;

Проект Программы управления отходами;

- Проект плана мероприятий по охране окружающей среды на период действия экологического разрешения на воздействие;

Подрядчику необходимо организовать и провести общественные слушания, оформление и подписание необходимыми сторонами соответствующего протокола.

Содержание Заявления о намечаемой деятельности, раздела «Охрана

окружающей среды» и информация, подлежащая включению в отчет о возможных воздействиях с учетом содержания заключения об определении сферы охвата должны удовлетворять требованиям Экологического Кодекса РК от 02.01.2021 г. и «Инструкции по организации и проведению экологической оценки», утвержденной Приказом Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 30 июля 2021 года № 280 (с изменениями и дополнениями от 26.10.2021 г.).

При подаче Заявления о намечаемой деятельности в целях проведения скрининга ее воздействий необходимо руководствоваться требованиями статьи 69 Экологического Кодекса РК от 02.01.2021 г. и Приказа и.о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 20 августа 2021 года № 337 «О внесении изменений в приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 2 июня 2020 года № 130 «Об утверждении Правил оказания государственных услуг в области охраны окружающей среды».

4.2.2 Выполнить оценку трансграничных воздействий, в ходе оценки воздействия на окружающую среду.

В случае, если при оценке воздействия на окружающую среду будет выявлено, что сейсморазведочные работы МОГТ-3D на участке Аль-Фараби могут оказывать существенное негативное трансграничное воздействие на окружающую среду на территории другого государства, необходимо осуществить сбор информации о возможных существенных негативных трансграничных воздействиях намечаемой деятельности на окружающую среду.

Оценку трансграничных воздействий необходимо проводить в соответствии со статьей 75, параграфом 4 ЭК РК от 02.01.2021 года.

4.2.3 Выполнить получение разрешительных документов и согласований:

- Проведение процедуры Скрининга воздействия намечаемой деятельности, согласно ст. 69 ЭК РК
- Заключение о результатах скрининга воздействия – об определении сферы охвата оценки воздействия на окружающую среду и (или) скрининга воздействий намечаемой деятельности;
- Заключение по результатам отчета о возможных воздействиях на окружающую среду (при необходимости по результатам скрининга Заявления о намечаемой деятельности);
- Экологическое разрешение на воздействие сейсморазведочных работ МОГТ-3D на участке Аль-Фараби;
- Организация и проведение общественных слушаний, подписание протокола.

Общественные слушания по проекту должны быть организованы и проведены согласно требованиям Экологического Кодекса РК и «Правилам проведения общественных слушаний», утвержденных Приказом и.о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 3 августа 2021 года № 286 (с изменениями и дополнениями от 26.10.2021 г. № 425)

Подрядчик своими силами, за свой счет и по согласованию с Заказчиком организует проведение общественных слушаний (направление писем в государственные органы, согласование с местным исполнительным органом даты, места и времени проведения общественных слушаний, публикация проектных материалов на едином экологическом портале, объявление в СМИ, подготовка презентационных материалов на государственном и русском языках, докладов на государственном и русском языках, аренда зала и др.) и предоставляет Заказчику положительный и подписанный необходимыми сторонами протокол общественных слушаний.

При оформлении заявочных материалов и получении экологического разрешения на воздействие необходимо руководствоваться требованиями статьи 122 Экологического Кодекса РК от 02.01.2021 г. и «Правилами выдачи экологических разрешений, представления декларации о воздействии на окружающую среду, а также форм бланков

экологического разрешения на воздействие и порядка их заполнения», утвержденных Приказом и.о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 9 августа 2021 года № 319.

- Положительные согласования государственных и иных уполномоченных органов с нижеперечисленными органами, но не ограничиваясь:
 - Комитет лесного хозяйства и животного мира Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан или его территориальные подразделения (в случае необходимости);
 - Комитет рыбного хозяйства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан или его территориальное подразделение;
 - Комитет водного хозяйства Министерства водных ресурсов и ирригации Республики Казахстан или его территориальное подразделение
 - Департамент Комитета промышленной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан по Мангистауской области (в случае необходимости);
 - Комитет экологического регулирования и контроля Министерства экологии и природных ресурсов РК РК или его территориальное подразделение;
 - РГУ «Западно-Казахстанский межрегиональный департамент геологии Комитета геологии Министерства промышленности и строительства Республики Казахстан «Запказнедра» (в случае необходимости);
 - РГУ «Департамент санитарно-эпидемиологического контроля Мангистауской области Комитета санитарно-эпидемиологического контроля Министерства здравоохранения РК» (в случае необходимости).

График выполнения работ по разработке экологической оценки Дополнения №2 к техническому проекту на проведение сейсморазведочных работ МОГТ-3Д на участке Аль-Фараби указан в таблице №1 и №2.

В указанных таблицах №№ 1,2 отражены ориентировочные, максимальные количество дней на разработку и согласование всей документации, в том числе повторное согласование в случае получения мотивированных отказов, и получения экологического разрешения на воздействие. При этом, этапы работ могут перекрываться, то есть следующий этап работ может быть начат до окончания предыдущего.

Примечание: в случае изменения законодательства РК в области ООС (и возможно в других областях), необходимо руководствоваться новыми требованиями законодательства РК в отношении разработки и согласования Дополнения №2 к техническому проекту на сейсморазведочные работы МОГТ-3Д, на участке Аль-Фараби из экологической оценки к нему в Государственных органах РК.

4.4 Согласование технической документации в государственных органах.

В ходе согласования технической документации необходимо выполнить следующее:

- выполнить сопровождение экспертизы Дополнения №2 к техническому проекту на проведение сейсморазведочных работ МОГТ-3Д на участке Аль-Фараби независимым экспертом;
- выполнить защиту Отчета по Дополнению №2 к техническому проекту на проведение сейсморазведочных работ МОГТ-3Д на участке Аль-Фараби.

5. Перечень и комплектность документации, подлежащих оформлению и сдаче Заказчику

5.1 Информационный отчет в формате Microsoft Office на электронном и бумажном носителях в 5 экз.

5.2 Положительные согласования государственных и иных уполномоченных органов с нижеперечисленными органами, но не ограничиваясь:

- Комитет лесного хозяйства и животного мира Министерства экологии и

природных ресурсов Республики Казахстан или его территориальное подразделение (в случае необходимости);

- Комитет рыбного хозяйства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан или его территориальное подразделение;
- Комитет водного хозяйства Министерства водных ресурсов и ирригации Республики Казахстан или его территориальное подразделение
- Департамент Комитета промышленной безопасности и Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан по Мангистауской области (в случае необходимости);
- Комитет экологического регулирования и контроля Министерства экологии и природных ресурсов РК РК или его территориальное подразделение;
- РГУ «Западно-Казахстанский межрегиональный департамент геологии Комитета геологии Министерства промышленности и строительства Республики Казахстан «Запказнедра» (в случае необходимости);
- РГУ «Департамент санитарно-эпидемиологического контроля Мангистауской области Комитета санитарно-эпидемиологического контроля Министерства здравоохранения РК» (в случае необходимости).

6. Ожидаемые результаты работ

- а) В результате проектных работ будет подготовлено Дополнение №2 к техническому проекту на сейсморазведочные работы МОГТ-3D, включая экологическую оценку к нему.
- б) Выполнено научное обоснование методики сейсморазведочных работ МОГТ-3D, видов, объемов и последовательности.
- в) Обоснована площадь проведения планируемых сейсморазведочных работ МОГТ-3D.
- г) Запланированы специальные опытно-промышленные и научно исследовательские работы.
- д) Получены все необходимые согласования Дополнения №2 к техническому проекту на проведение сейсморазведочных работ МОГТ-3D и экологической оценки к нему в государственных органах РК; экологическое разрешение на воздействие на ОС при проведении сейсморазведочных работ МОГТ-3D.

7. Требования к оформлению технической документации

Текст, рисунки и таблицы Дополнения №2 к техническому проекту на сейсморазведочные работы МОГТ-3D и экологической оценки оформляются в формате Microsoft Word **.doc с размером бумаги А4.

Графические приложения оформляются в форматах CorelDRAW версии 13 и выше *.Jpeg и *.pdf с размером листа не менее А3.

Подрядчик сопровождает и обеспечивает полную поддержку при проведении общественных слушаний и получение соответствующего протокола.

Отчетные материалы должны быть переданы Заказчику на бумажном носителе в жестком переплете в 5 (пяти) экземплярах на русском языке, в том числе один экземпляр для регистрации в ГУ МД «Запказнедра» Комитета геологии Министерства экологии и природных ресурсов РК, а также в цифровом формате на USB-флеш-накопителе или ином согласованном электронном носителе в 5 экземплярах.

8. Согласование и утверждение Дополнения №2 к проекту на сейсморазведочные работы МОГТ-3D и экологической оценки к нему

Подготовка презентационных материалов на русском и на казахском языке при необходимости.

Получение всех необходимых согласований в уполномоченных и/или территориальных государственных органах РК.

Организация и проведение общественных слушаний по месту административной принадлежности производственного объекта, согласно «Правилам проведения общественных слушаний», утвержденных Приказом и.о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 3 августа 2021 года № 286 и Экологическим кодексом Республики Казахстан от 2 ш шаря 2021 года № 400-VI со всеми изменениями и дополнениями.

Сопровождение и согласование проектного документа в Министерстве экологии и природных ресурсов РК согласно действующему законодательству и получение положительных заключений государственной экспертизы.

9. Сроки выполнения этапов работ по разработке проектной документации

1 этап - Получение исходных данных для разработки Дополнения №2 к техническому проекту на проведение сейсморазведочных работ МОГГ-3 D и экологической оценки к нему от Заказчика не позднее 10 дней с момента подписания договора;

2 этап - Разработка Технического проекта на проведение сейсморазведочных работ МОГГ-3D не позднее 30 календарных дней с момента получения исходных данных;

3 этап - Разработка экологической оценки к нему, предоставление финальной версии Заказчику для согласования в соответствии с Графиком проведения Экологической;

4 этап - Согласование Дополнения №2 к техническому проекту на проведение сейсморазведочных работ МОГГ- 3D и экологической оценки к нему в Министерстве экологии и природных ресурсов РК и/или территориальном подразделении, и проведение общественных слушаний.

Подрядчик должен предоставлять еженедельный отчет Заказчику в конце каждой недели (пятница до 16.00 времени г. Астана) о прогрессе выполнения работ по разработке проектов. Формат отчета в свободном виде, но с обязательным кратким описанием хода работ и указанием объема выполнения работ в%. Пример еженедельного отчета будет оговорен обеими сторонами до начала работ.

Предварительный вариант Дополнения №2 к техническому проекту на проведение сейсморазведочных работ МОГГ-3D и экологической оценки к нему должен составляться Подрядчиком и представляться Заказчику для одобрения, проверки рассмотрения и выдачи замечаний не позднее «__» _____ 202_ г.

Заказчик в течение 7 календарных дней рассматривает и выдает Подрядчику необходимые замечания и предложения по предварительному варианту отчету. Подрядчик вносит необходимые изменения и дополнения в течение 14 календарных дней.

10. Требования к Потенциальному Подрядчику на этапе конкурса

Потенциальный Подрядчик должен предоставить в конкурсной заявке информацию/документы, подтверждающие соответствие техническим требованиям, перечисленным в пункте 13 технической спецификации:

- лицензия на проектирование.
- лицензия на выполнение работ и оказание услуг в области охраны окружающей среды на природоохранное проектирование. нормирование для I категории хозяйственной и иной деятельности
- наличие технического обеспечения в собственности или в аренде, должны быть, подтверждены электронными копиями договоров о покупке/аренде или счет-фактур или накладных;
- утвержденный и подписанный руководителем организации Потенциального Подрядчика перечень нормативно-правовых, нормативно-методических, нормативно-технических документов в области казахстанского законодательства охраны окружающей среды, природопользования и недропользования;

- документы, подтверждающие квалификацию работников, предлагаемых для разработки экологической оценки проектов морских нефтяных операций в Республике Казахстан, по проведению процедуры учета общественного мнения, согласование в госорганах, получение разрешений в госорганах согласно Таблице 2, а именно: резюме, дипломы о высшем образовании, соответствующих профилю выполняемой работы соответствующим сотрудником, сертификаты/дипломы о повышении квалификации;

- программное обеспечение для расчетов выбросов и рассеивания загрязняющих веществ, построения и корректировки карт.

***- Потенциальный поставщик предоставляет документы по п. 10 Технической спецификации в составе конкурсной заявки.**

11. Контроль за выполнением работ Подрядчиком

Представитель Заказчика имеет право проводить периодический контроль выполнения Работ Подрядчиком и контроль соответствия Работ Технической спецификации.

Подрядчик разрабатывает и согласовывает с Заказчиком график работ по разработке Дополнения №2 к техническому проекту и экологической оценки в соответствии с календарным планом, являющимся Приложением к подписанному Договору. Заказчик осуществляет контроль за своевременным исполнением графика работ, проверяет качество материалов на соответствие нормативным требованиям и требованиям настоящей технической спецификации перед передачей их на согласование в уполномоченные государственные органы. В случае, если законодательство РК, либо соответствующие государственные органы, предусматривают применение соответствующих сайтов, в том числе электронного правительства, таких как e-gov и e-license, Подрядчик самостоятельно осуществляет все требуемые действия необходимые для своевременного выполнения Работ, таких как установки программных обеспечений и получения ключей доступа от Заказчика в рамках статьи о конфиденциальности Договора, либо в случае неприемлемости данного варианта, направляет своего представителя в офис Заказчика для ввода необходимых данных в электронную систему.

ЗАКАЗЧИК

ТОО «Аль-Фараби Оперейтинг»

Генеральный директор Нехаев А.А.

**Первый заместитель
генерального директора Измуханов К.А.**

ПОДРЯДЧИК

ТОО «Казахский научно-исследовательский геологоразведочный нефтяной институт»
Директор Юсубалиев Р.А.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВЕДОМОСТЬ РЕДАКЦИЙ	2
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ	5
ОГЛАВЛЕНИЕ	20
СПИСОК ТАБЛИЦ.....	27
ВВЕДЕНИЕ	28
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ.....	29
1.1. Рельеф дна и донные осадки.....	30
1.2. Температура воды.....	31
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЛОЩАДИ ИССЛЕДОВАНИЙ	32
3. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ РАЙОНА РАБОТ	33
4. ОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЦЕЛЕВОЕ НАЗНАЧЕНИЕ РАБОТ	35
5. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ОГРАНИЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ	36
5.1. Координаты и расположение блока	36
5.2. Ограничения и опасности на площади работ.....	38
5.3. Основные горизонты для моделирования и целевой интервал.....	40
5.4. Требования к сейсмическим данным, геометрии съемки и приемному оборудованию	42
6. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ	43
6.1. Размер бина	43
6.2. Определение вертикальной разрешающей способности	44
6.3. Определение горизонтальной разрешающей способности	44
6.4. Определение длины записи	45
6.5. Расчет апертуры миграции	46
7. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПРИЕМНОЙ РАССТАНОВКИ	47
7.1. Шаг пунктов приема и шаг линий приема	47
7.2. Количество пунктов приема в линии приема	47
7.3. Количество линий приема в активной расстановке;	48
7.4. Параметры смещения активной расстановки.	49
8. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЪЕМКИ.....	50
8.1. Геометрия съемки	50
8.2. Карты кратности для вариантов съемки и различных удалений	51
8.2.1. Площадь 200 км ²	52
8.2.2. Площадь 225 км ²	69
8.3. Диаграммы распределения азимутов и удалений	70
8.4. Номенклатура и карты горизонтов для моделирования	76
8.5. Скоростные характеристики и глубинно скоростная модель	80
8.6. Расчет лучевых трассировок для основных горизонтов	85
8.7. Расчет карт освещенности по основным горизонтам для вариантов съемки	86
8.7.1. Расчет карт освещенности основных горизонтов без учета растяжения импульса ..	86
8.7.2. Расчет карт освещенности основных горизонтов без учета растяжения импульса ..	90
8.7.3. Сравнение карт освещенности съемкой с шагом ПП равным 400 метров с картами освещенности съемки выполненной компанией RXT	94
8.7.4. Сравнение карт освещенности съемкой с X _{max} =6000 метров со съемкой с X _{max} =4800 метров.	99
9. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКА СЕЙСМИЧЕСКОГО СИГНАЛА	104
9.1. Моделирование источника, использованного компанией RXT	104

	21
9.2. Моделирование источника для полно азимутальной съемки 3D/4C.....	109
9.2.1. Модель для глубины буксировки 4 метра	109
9.2.2. Модель источника для полноазимутальной съемки при глубине буксировки 5 и 6 метров	115
9.2.3. Моделирование при более широкополосном фильтре.....	117
10. ЭТАПЫ, ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ И ОЦЕНКА СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ	119
10.1. Мобилизация	119
10.2. Опытно-методические работы	119
10.2.1. Примерный план ОМР при работах с донными приемными устройствами (Автономными Донными Станциями)	119
10.3. Выполнение работ и описание методики	120
10.4. Демобилизация	123
10.5. Статистика работ для различных вариантов геометрии съемки.....	123
11. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ.....	127
11.1. Обработка в поле с целью контроля качества	127
11.1.1. Граф для контроля качества	127
11.1.2. Тестирование параметров.....	128
11.2. Экспресс обработка данных	128
11.2.1. Входные данные для ускоренной обработки.....	129
11.2.2. Предобработка.....	129
11.2.3. Сигнальная обработка.....	129
11.2.4. Миграция до суммирования во временной области	129
11.2.5. Обработка сейсмограмм	129
11.2.6. Обработка после суммирования	130
11.3. Полномасштабная обработка данных на береговом ВЦ.....	130
11.3.1. Этап 1 - Предобработка данных	130
11.3.2. Этап 2 – Построение приповерхностной модели и расчёт статики	130
11.3.3. Этап 3 – Деконволюция, скоростной анализ, поверхностно-согласованная обработка и 5D регуляризация.....	130
11.3.4. Этап 4 – Миграция до суммирования во временной области только для РР волн	131
11.3.5. Этап 5 – Построение совместной РР-PS скоростной модели	131
11.3.6. Этап 6 – РР-PS глубинная миграция до суммирования и обработка после миграции	132
11.4. Материалы, передаваемые заказчику	132
12. ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ И ПЕРСОНАЛУ	134
12.1. Требования к регистрирующему оборудованию.....	134
12.2. Требования к навигационному оборудованию	134
12.2.1. Интегрированная навигационная система (ИНС).....	135
12.2.2. Позиционирование источника	135
12.2.3. Позиционирование донных станций	135
12.2.4. Измерение скорости звука в воде	136
12.2.5. Измерение уровня моря	136
12.3. Требования к источнику сигнала	136
12.4. Требования к судам	137
12.4.1. Судно-источник.....	138
12.4.2. Судно-раскладчик	138
12.4.3. Судно-пингеровщик.....	139

12.5. Требования к персоналу.....	140
13. ПЕРЕЧЬ И ОБЪЕМЫ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ	141
14. ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ СЪЕМКИ.....	142
15. СРАВНЕНИЕ РАССМОТРЕННЫХ ВАРИАНТОВ СЪЕМКИ.....	145
16. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	146
16.1. Техника безопасности и охрана труда при проведении проектируемых морских работ	146
16.2. Политика в области охраны окружающей среды.....	147
16.3. Организация охраны труда и окружающей среды	148
16.4. Обучение и инструктаж	150
16.5. Средства индивидуальной защиты	150
16.6. Общее описание планов действий в чрезвычайных ситуациях	150
17. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	152

СПИСОК РИСУНКОВ

Рисунок 1. Морфологическая карта Каспийского моря с границами государств.....	29
Рисунок 2. Схема покрытия лицензионного участка Аль Фараби сейсмическими данными 2D.....	33
Рисунок 3. Расположение сети приемных линий съемки 3D-4С выполненной компанией RXT, по отношению к площади планируемой съемки.	34
Рисунок 4. Расположение предполагаемых блоков покрытия номинальной полной кратностью относительно друг друга и границы лицензионного участка Аль-Фараби и границы РВ-РК.....	37
Рисунок 5. Зоны района работ: синий контур - зона полной номинальной кратности.....	38
Рисунок 6. Расположение приемников и ориентация линий приема в районе работ (Вариант 400 x 400, обрезка зоны раскладки по границе РФ – РК).....	39
Рисунок 7. Карта номинальной полной кратности при $X_{\max} = 6000$ м.	39
Рисунок 8. Граничный участок блока в увеличенном виде с цифровыми значениями номинальной полной кратности.	40
Рисунок 9. Разрез по профилю L96444	40
Рисунок 10. 3D модель основных горизонтов на площади исследований.	41
Рисунок 11. Толсто слоистая глубинно-скоростная модель, использованная для лучевых трассировок и расчета карт освещенности по горизонтам.....	41
Рисунок 12. Расположение линий ПП на площади работ для варианта 400х400	49
Рисунок 13. Геометрия съемки с взаиморасположением ПП и ПВ, а также ЛПП и ЛПВ для варианта 300 x 300.....	50
Рисунок 14. Геометрия съемки с взаиморасположением ПП и ПВ, а также ЛПП и ЛПВ для варианта 400 x 400.....	51
Рисунок 15. Заполнение площади съемки ПП. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 6000$ м, без ограничений по ПП.	53
Рисунок 16. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 6000$ м. без ограничений по ПП.	53
Рисунок 17. Заполнение площади съемки ПП. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 6000$ м, без ограничений.	54
Рисунок 18. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 6000$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	54
Рисунок 19. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 600$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	55
Рисунок 20. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 1200$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	55
Рисунок 21. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 1800$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	56

Рисунок 22. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 2400$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	56
Рисунок 23. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 3000$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	57
Рисунок 24. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 3600$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	57
Рисунок 25. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 4200$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	58
Рисунок 26. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 4800$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	58
Рисунок 27. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 5400$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	59
Рисунок 28. График зависимости номинальной полной кратности от $X_{\max}$. Шаг ПП=шаг ЛПП=300 метров.	59
Рисунок 29. Заполнение площади съемки ПП. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 4800$ м, с ограничением раскладки ПП.	60
Рисунок 30. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 4800$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	60
Рисунок 31. Заполнение площади съемки ПП. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 7200$ м, с ограничением раскладки ПП.	61
Рисунок 32. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 7200$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	62
Рисунок 33. Увеличенный фрагмент карты номинальной кратности в зоне границы блока (красный контур). Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 7200$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	62
Рисунок 34. Заполнение площади съемки ПП. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 6000$ м, без ограничений раскладки ПП.	63
Рисунок 35. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 6000$ м. без ограничений по раскладке ПП.	63
Рисунок 36. Заполнение площади съемки ПП. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 6000$ м, с ограничением раскладки ПП.	64
Рисунок 37. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 6000$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	64
Рисунок 38. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 800$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	65
Рисунок 39. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 1600$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	65
Рисунок 40. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 2400$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	66
Рисунок 41. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 3200$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	66
Рисунок 42. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 4000$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	67
Рисунок 43. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 4800$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	67
Рисунок 44. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 5600$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	68
Рисунок 45. График зависимости номинальной полной кратности от $X_{\max}$. Шаг ПП = шаг ЛПП=400 метров.	68
Рисунок 46. Карта номинальной кратности для площади 225 км ² . Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 6000$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	69
Рисунок 47. Карта номинальной кратности для площади 225 км ² . Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 6000$ м. с ограничениями по раскладке ПП.	69

Рисунок 48. Диаграмма распределения азимутов для площади 200 км ² . Вариант 300х300 м, X _{мах} = 6000 м. без ограничений по раскладке ПП.	70
Рисунок 49. Диаграмма распределения удалений источник-приемник для площади 200 км ²	70
Рисунок 50. Диаграмма распределения азимутов для площади 200 км ² . Вариант 300х300 м, X _{мах} = 6000 м. с ограничениями по раскладке ПП.	71
Рисунок 51. Диаграмма распределения удалений источник-приемник для площади 200 км ²	71
Рисунок 52. Диаграмма распределения азимутов для площади 200 км ² . Вариант 300х300 м, X _{мах} = 4800 м. с ограничениями по раскладке ПП.	72
Рисунок 53. Диаграмма распределения удалений источник-приемник для площади 200 км ²	72
Рисунок 54. Диаграмма распределения азимутов для площади 200 км ² . Вариант 300х300 м, X _{мах} = 7200 м. с ограничениями по раскладке ПП.	73
Рисунок 55. Диаграмма распределения удалений источник-приемник для площади 200 км ²	73
Рисунок 56. Диаграмма распределения азимутов для площади 225 км ² . Вариант 400х400 м, X _{мах} = 6000 м. без ограничений по раскладке ПП.	74
Рисунок 57. Диаграмма распределения удалений источник-приемник для площади 225 км ²	74
Рисунок 58. Диаграмма распределения азимутов для площади 225 км ² . Вариант 400х400 м, X _{мах} = 6000 м. с ограничениями по раскладке ПП.	75
Рисунок 59. Диаграмма распределения удалений источник-приемник для площади 225 км ²	75
Рисунок 60. 3D модель основных горизонтов.	76
Рисунок 61. Карта по горизонту N1.	77
Рисунок 62. Карта по горизонту P1.	77
Рисунок 63. Карта по горизонту K1al.	78
Рисунок 64. Карта по горизонту K1nc.	78
Рисунок 65. Карта по горизонту J3tt.	79
Рисунок 66. Карта по горизонту J2c.	79
Рисунок 67. Карта по горизонту Tr.	80
Рисунок 68. Глубинно-скоростная модель, использованная при расчетах.	81
Рисунок 69. Исходные данные по горизонту J2c.	81
Рисунок 70. Сглаженные данные по горизонту J2c.	82
Рисунок 71. Результат сглаживания горизонта N1.	83
Рисунок 72. Результат сглаживания горизонта P1.	83
Рисунок 73. Результат сглаживания горизонта K1al.	83
Рисунок 74. Результат сглаживания горизонта K1nc.	84
Рисунок 75. Результат сглаживания горизонта J3tt.	84
Рисунок 76. Результат сглаживания горизонта J2c.	84
Рисунок 77. Результат сглаживания горизонта Tr.	85
Рисунок 78. Глубинно-скоростная модель в 3D виде с сечениями вдоль длинной и короткой сторон блока.	85
Рисунок 79. Карты освещенности для горизонта N1.	87
Рисунок 80. Карты освещенности для горизонта P1.	87
Рисунок 81. Карты освещенности для горизонта K1al.	88
Рисунок 82. Карты освещенности для горизонта K1nc.	88
Рисунок 83. Карты освещенности для горизонта J3tt.	89
Рисунок 84. Карты освещенности для горизонта J2c.	89
Рисунок 85. Карты освещенности для горизонта Tr.	90
Рисунок 86. Карты освещенности для горизонта N1 с применением мыютинга за растяжение импульса 25%.	91
Рисунок 87. Карты освещенности для горизонта P1 с применением мыютинга за растяжение импульса 25%.	91
Рисунок 88. Карты освещенности для горизонта K1al с применением мыютинга за растяжение импульса 25%.	92
Рисунок 89. Карты освещенности для горизонта K1nc с применением мыютинга за растяжение импульса 25%.	92

Рисунок 90. Карты освещенности для горизонта J3tt с применением мьютинга за растяжение импульса 25%.	93
Рисунок 91. Карты освещенности для горизонта J2с с применением мьютинга за растяжение импульса 25%.	93
Рисунок 92. Карты освещенности для горизонта Tr с применением мьютинга за растяжение импульса 25%.	94
Рисунок 93. Сравнение карт освещенности горизонта J2с съемкой с шагом ПП = 400 метров и съемкой RXT. Обе модели рассчитаны с учетом мьютинга за растяжение импульса 25%.	95
Рисунок 94. Сравнение карт освещенности горизонта J2с съемкой с шагом ПП = 400 метров и съемкой RXT в диапазоне азимутов 345 – 15 градусов относительно азимута линии ПП.	96
Рисунок 95. Сравнение карт освещенности горизонта J2с съемкой с шагом ПП = 400 метров и съемкой RXT в диапазоне азимутов 15 – 45 градусов относительно азимута линии ПП.	96
Рисунок 96. Сравнение карт освещенности горизонта J2с съемкой с шагом ПП = 400 метров и съемкой RXT в диапазоне азимутов 45 – 75 градусов относительно азимута линии ПП.	97
Рисунок 97. Сравнение карт освещенности горизонта J2с съемкой с шагом ПП = 400 метров и съемкой RXT в диапазоне азимутов 75 – 105 градусов относительно азимута линии ПП.	97
Рисунок 98. Сравнение карт освещенности горизонта J2с съемкой с шагом ПП = 400 метров и съемкой RXT в диапазоне азимутов 105 – 135 градусов относительно азимута линии ПП.	98
Рисунок 99. Сравнение карт освещенности горизонта J2с съемкой с шагом ПП = 400 метров и съемкой RXT в диапазоне азимутов 135 – 165 градусов относительно азимута линии ПП.	98
Рисунок 100. Распределение максимальных удалений с учетом мьютинга за растяжение импульса для варианта съемки с шагом ЛПП 400 метров по горизонтам P2, K1al и K1nc.	99
Рисунок 101. Распределение максимальных удалений с учетом мьютинга за растяжение импульса для варианта съемки с шагом ЛПП 400 метров по горизонтам J3tt, J2с и Tr.	100
Рисунок 102. Сравнение освещенности горизонта P1 съемками с Xмах = 6000м и Xмах = 4800м.	100
Рисунок 103. Сравнение освещенности горизонта K1al съемками с Xмах = 6000м и Xмах = 4800м.	101
Рисунок 104. Сравнение освещенности горизонта K1nc съемками с Xмах = 6000м и Xмах = 4800м.	101
Рисунок 105. Сравнение освещенности горизонта J3tt съемками с Xмах = 6000м и Xмах = 4800м.	102
Рисунок 106. Сравнение освещенности горизонта J2с съемками с Xмах = 6000м и Xмах = 4800м.	102
Рисунок 107. Сравнение освещенности горизонта Tr съемками с Xмах = 6000м и Xмах = 4800м.	103
Рисунок 108. Амплитудный спектр источника RXT.	104
Рисунок 109. Графическое представление источника RXT.	106
Рисунок 110. Диаграмма расположения центров группы.	107
Рисунок 111. Диаграмма направленности группы вдоль линии отстрела.	107
Рисунок 112. Диаграмма направленности группы в крест линии отстрела.	107
Рисунок 113. Форма импульса группы и ее характеристики.	108
Рисунок 114. Амплитудно-частотный спектр группы.	108
Рисунок 115. Графическое представление моделируемого источника RXT.	111
Рисунок 116. Диаграмма расположения центров группы.	112
Рисунок 117. Диаграмма направленности группы вдоль линии отстрела.	113
Рисунок 118. Диаграмма направленности группы в крест линии отстрела.	113
Рисунок 119. Форма импульса группы и ее характеристики. Глубина буксировки 4 метра.	114
Рисунок 120. Амплитудно-частотный спектр группы при глубине буксировки 4 метра.	114
Рисунок 121. Форма импульса группы и ее характеристики. Глубина буксировки 5 метров.	115
Рисунок 122. Амплитудно-частотный спектр группы при глубине буксировки 5 метров.	116
Рисунок 121. Форма импульса группы и ее характеристики. Глубина буксировки 6 метров.	116
Рисунок 124. Амплитудно-частотный спектр группы при глубине буксировки 4 метра и фильтре 3/18 – 256/72.	117
Рисунок 125. Форма импульса группы и ее характеристики. Глубина буксировки 4 метра. Фильтр 3/18 – 256/72.	118
Рисунок 126. Раскладка линий ПП при начале отстрела.	121
Рисунок 127. Взаиморасположение ПП и ПВ при геометрии: шаг ПП и ЛПП = 400метров, шаг ПВ и ЛПВ = 50 метров.	122

Рисунок 128. Состояние отработки площади на момент начала подъема и перекладки отработанных линий ПП.	122
Рисунок 129. Окончание отстрела площади.	123
Рисунок 130. Demaree Inflatable Boat для использования в качестве пингеровщика.	139

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Координаты блока покрытия номинальной полной кратностью площадью 200 км ²	36
Таблица 2. Координаты блока покрытия номинальной полной кратностью площадью 225 км ²	36
Таблица 3. Данные для расчета размера бина	43
Таблица 4. Размер бина полученный по результатам расчетов по формулам	44
Таблица 5. Разрешающие способности на основных отражающих границах для преобладающих частот	44
Таблица 6. Размер первой зоны Френеля (горизонтальная разрешающая способность) на основных отражающих границах для преобладающих частот	45
Таблица 7. Длина линий приема и количество ПП для различных вариантов	48
Таблица 8. Данные о скоростях	80
Таблица 9. Параметры источника RXT	105
Таблица 10. Геометрия источника RXT и вклад одиночных источников в общую мощность группы	105
Таблица 11. Параметры моделируемого источника при глубине буксировки 4 метра	109
Таблица 12. Геометрия моделируемой группы при глубине буксировки 4 метра и вклад одиночных источников в общую мощность группы	110
Таблица 13. Статистика работ для различных вариантов геометрии съемки	125
Таблица 14. Параметры регистрирующего оборудования	134
Таблица 15. Требования к навигационному оборудованию	134
Таблица 16. Требования к системе подводного позиционирования	135
Таблица 17. Требования к источнику сигнала	137
Таблица 18. Общие параметры съемки	142

СПИСОК ТЕКСТОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Приложение 1 к разделу 12.4 (Требования к судам)	154
Приложение 2 Государственная лицензия	155
Приложение 3 Геологический отвод	160

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий проект составлен с целью подготовки Технической документации (далее Технический Проект), необходимой для обоснования оптимальной методики, техники и технологии проведения сейморазведочных работ МОГТ-3D, достаточных для выполнения структурных построений на и детального изучения геологического строения восточного крыла месторождения Центральное на границе лицензионных блоков Аль-Фараби и Центральная, на акватории Казахстанского сектора недропользования Каспийского моря, с целью оценки нефтегазоносного потенциала и обоснования постановки поисково-оценочного бурения.

В работе даны детальные оценки методики выполнения морских сейморазведочных работ 3D и представлено сравнение рассмотренных вариантов, с целью выбора наиболее оптимального. Данный отчет является основой для составления технических требований (Технической Спецификации и Технического задания) при подготовке тендерной документации на выполнение планируемой сейсмической съемки, а также для проведения ОВОС и получения соответствующих согласований и разрешений.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ

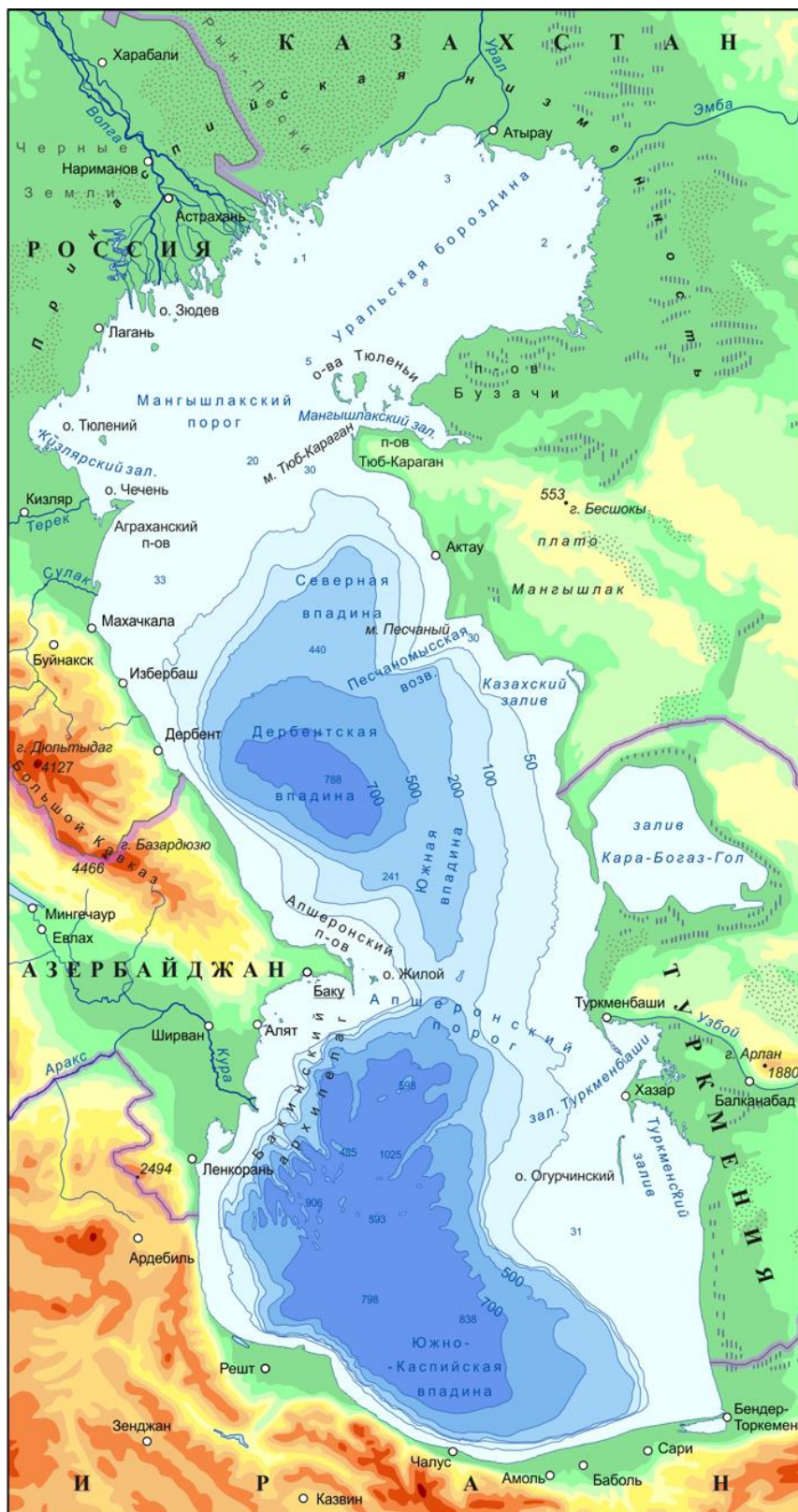


Рисунок 1. Морфологическая карта Каспийского моря с границами государств.

Каспийское море является уникальным природным водоемом нашей планеты, расположенным на границе двух крупных частей единого материка Евразии. Каспий не имеет связи с Мировым океаном. Уровень моря подвержен резким колебаниям и в настоящее время находится примерно на 27-28 м ниже балтийского стандарта (уровня океана). Изменения уровня моря обусловлены определяемой климатом степенью увлажненности водосборного бассейна, площадь которого составляет 3,5 млн. км². По размерам своей котловины Каспийское море является крупнейшим замкнутым водоемом. Его общая площадь равна 378,4 тыс. км², что составляет 18% общей площади всех озер земного. По морфометрическим характеристикам Каспийское море является глубоководным водоемом с сильно развитой шельфовой зоной на севере. Максимальная глубина южной впадины моря 1025м, а рассчитанная по батиметрической кривой средняя глубина равна 208м. Исходя из особенностей морфологического строения и физико-географических условий, Каспийское море условно делится на три части: Северный Каспий (25% площади, Northern), Средний Каспий (36%, Middle) и Южный Каспий (39%, Southern). Условная граница

между первыми проходит по линии о.Чечень- мыс Тюб-Караганский, между Средним и Южным Каспием- по линии о.Жилой- мыс Ган-Гулу. Протяжённость в основном низменной и гладкой береговой линии оценивается примерно в 6500-6700 километров, а с островами до 7000 километров.

Наибольшая протяженность моря с севера на юг составляет 1030км, с востока на запад- 435км. В связи с этим в северной части моря сезонные колебания температуры воды выражены более резко, чем в южной части. Температура воды на поверхности моря летом достигает 24-27°C, зимой колеблется от 0°C на севере до 11°C на юге. В суровые зимы акватория Северного Каспия почти полностью покрывается льдом, толщина которого колеблется от 25-30 до 60см. Глубоководные районы Среднего и Южного Каспия всегда свободны ото льда. Летом верхние слои хорошо и примерно одинаково прогреты в центральных и южных районах моря. На горизонтах порядка 20-35м температура резко понижается с глубиной, что свидетельствует о формировании здесь летнего термоклина. Под ним температура плавно убывает с глубиной.

1.1. Рельеф дна и донные осадки

По характеру рельефа дна Каспийское море обычно разделяют на три части - северную, среднюю и южную.

По характеру рельефа дна Каспийское море обычно разделяют на три части - северную, среднюю и южную.

Кроме того, в качестве пограничных элементов рельефа, отделяющих эти части моря, выделяют Мангышлакский и Апшеронский пороги. Первый из них, сравнительно слабо проявляющийся в рельефе, расположен между Средним и Северным Каспием. Апшеронский порог - хорошо выраженная в рельефе дна возвышенность, отделяющая впадину Среднего Каспия от впадины Южного Каспия.

Как и в подавляющем большинстве котловин других внутренних морей, морфологически дно Каспийского моря может быть разделено на шельф, материковый склон и ложе глубоководных впадин.

Однако в отличие от других морей шельф Каспийского моря ограничен в среднем глубинами около 100 м. Ниже бровки шельфа начинается материковый склон, который в Среднем Каспии заканчивается примерно на глубинах, близких к 500-600, а в Южном - 700-750 м. "Материковый склон" можно присутствует лишь к склону впадины Южного Каспия. Этот термин употребляется лишь в морфологическом, но не в генетическом его смысле.

Глубоководные котловины Каспия носят собственные названия - Дербентская (в Среднем Каспии) и Южнокаспийская. Первая из них имеет максимальную глубину около 800 м, вторая - около 1 км.

Таким образом, глубоководность их относительно обе котловины значительно мельче, чем центральные впадины в других внутренних морях. При этом, в генетическом смысле термин "глубоководная котловина" применим лишь к Южнокаспийской впадине.

Преобладающим типом морских отложений в Северном Каспии является крупный алевроит или пылеватый песок (в зависимости от классификации). Этот тип осадка выстилает дно в пределах Кизлярского залива, взморья Волги, распространен в восточной и центральной частях мелководья. Уральская и Мангышлакская бороздины характеризуются алевроитовыми осадками (песчанистый ил, ил). Средне- и мелкозернистые пески распространены главным образом в районах банок и на Кулалинской отмели. Наиболее крупные банки сложены на поверхности скоплениями битой и целой ракуши. Сплошное поле ракуши протягивается также вдоль свала глубин к югу от Кулалинской и Большой Жемчужной банок по границе со Средним Каспием.

Донные осадки Среднего Каспия характеризуются четко выраженной стратификацией. Самый поверхностный слой - современные (новокаспийские) осадки - представлен главным образом серыми алевритовыми илами, отличающимися высоким содержанием карбонатов. Мощность их колеблется от нескольких сантиметров до 14 м и более в южной части среднекаспийской впадины. В пределах узкой, но имеющей большую протяженность полосы дна, примерно совпадающей с верхней частью материкового склона, новокаспийские осадки вообще отсутствуют.

На шельфе и материковом склоне западной части Среднего Каспия новокаспийские отложения главным образом обломочного происхождения, тогда как у восточного побережья резко преобладает биогенный и хемотрогенный материал, и карбонатность осадков здесь резко возрастает (до 96%). Осадки грубозернистые, преобладает ракуша, ракушечный и детритусовый песок. Нижняя часть материкового склона и дно Дербентской впадины выстланы покровом мелкоалевритовых и глинистых илов смешанного генезиса. В ряде колонок обнаружена смятость слоев, отмечаются признаки градиационной слоистости, что указывает на существенное участие в процессе осадкообразования подводно-оползневых явлений и мутьевых потоков.

1.2. Температура воды

Годовой цикл изменчивости среднемесячных полей температуры в верхнем слое Каспийского моря состоит из трех временных отрезков с различным характером горизонтальной структуры. С октября по март поля характеризуются увеличением температуры с севера на юг и с запада на восток (особенно в Среднем Каспии). При этом выделяются две довольно устойчивые квазиширотные зоны с повышенными градиентами температуры: на границах между Северным и Средним, а также Средним и Южным Каспием. В феврале-марте в северной фронтальной зоне, у кромки льда, температура увеличивается от 0°C до 5°C, в южной зоне, в районе Апшеронского порога - от 7°C до 10°C. Такая структура поля температуры связана с существованием широтных различий в тепловом балансе поверхности моря зимой, а также с преобладанием в Среднем Каспии в этот сезон циклонической циркуляции, когда вдоль западного берега распространяются на юг холодные воды с севера, а вдоль восточного движутся к северу более теплые южнокаспийские воды. В апреле-мае область минимальных температур перемещается в Средний Каспий в связи с более быстрым прогревом вод в мелководной и опресненной северной части моря.

Летом на большей части акватории моря поверхностная температура воды составляет 23-26°C. Однако, вдоль восточного шельфа Среднего Каспия формируется обширная зона прибрежного апвеллинга, в которой температура понижается до 18-20°C, а в отдельные синоптические периоды даже ниже. Наиболее интенсивно апвеллинг развивается в июле-августе. В эти месяцы активность его такова, что вода не успевает прогреваться и сезонный ход температуры нарушается. С прекращением действия преобладающих ветров, способствующих апвеллингу, и с началом осенне-зимней конвекции в октябре -ноябре, происходит быстрая перестройка полей температуры к зимнему режиму. Таким образом, в течение года горизонтальная структура поля температуры воды в верхнем слое существенно меняется не только в меридиональном (выравнивание неоднородностей от зимы к лету), но и в зональном (смена знака градиента температуры на противоположный от холодного полугодия к теплomu) направлениях.

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЛОЩАДИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Площадь исследований расположена в южной части казахстанского сектора Каспия на границе Республики Казахстан и Российской Федерации, в пределах лицензионного участка Аль-Фараби. Глубина моря на площади исследований варьирует от 400 до 450 метров.

Площадь работ находится в 130 километрах от Актау, который может быть использован как порт мобилизации/демобилизации.

Общая площадь покрытия пунктами приема ограничена по границе РФ-РК и составляет примерно 330 км².

Площадь покрытия пунктами возбуждения зависит от расстояния между линиями приема и максимальных удалений приемник-источник вдоль и в крест линии приема и максимально составляет примерно 415 км².

3. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ РАЙОНА РАБОТ

В 2023 году по заказу Аль-Фараби Оперейтинг, компания Petroleum GeoServices Kazakhstan совместно с Лукойл Инжиниринг провели переобработку и переинтерпретацию материалов сейсморазведочных работ прошлых лет, на основании которых выявлено структурное поднятие в верхнеюрском комплексе и заложена поисковая скважина.

В 2008 году была пробурена поисковая скважина Центральная-1, которая дала промышленный приток малосернистой нефти из карбонатных отложений титонского яруса верхней юры. Извлекаемые запасы промышленных категорий C1+C2 оцениваются порядка 90 млн. т. нефти и 45 млрд м³ газа.

В 2008-2009 годы с целью минимизации геологических рисков, уточнения размеров, контуров залежи и построения геолого-геофизической модели на месторождении Центральное компанией RXT проведены сейсмические работы МОГТ 3D 4С в объеме 570 км² с использованием донного оборудования, позволяющего регистрировать 4 компоненты сейсмического поля при глубине моря до 700 м. Обработка и интерпретация данных выполнялась компанией Schlumberger.

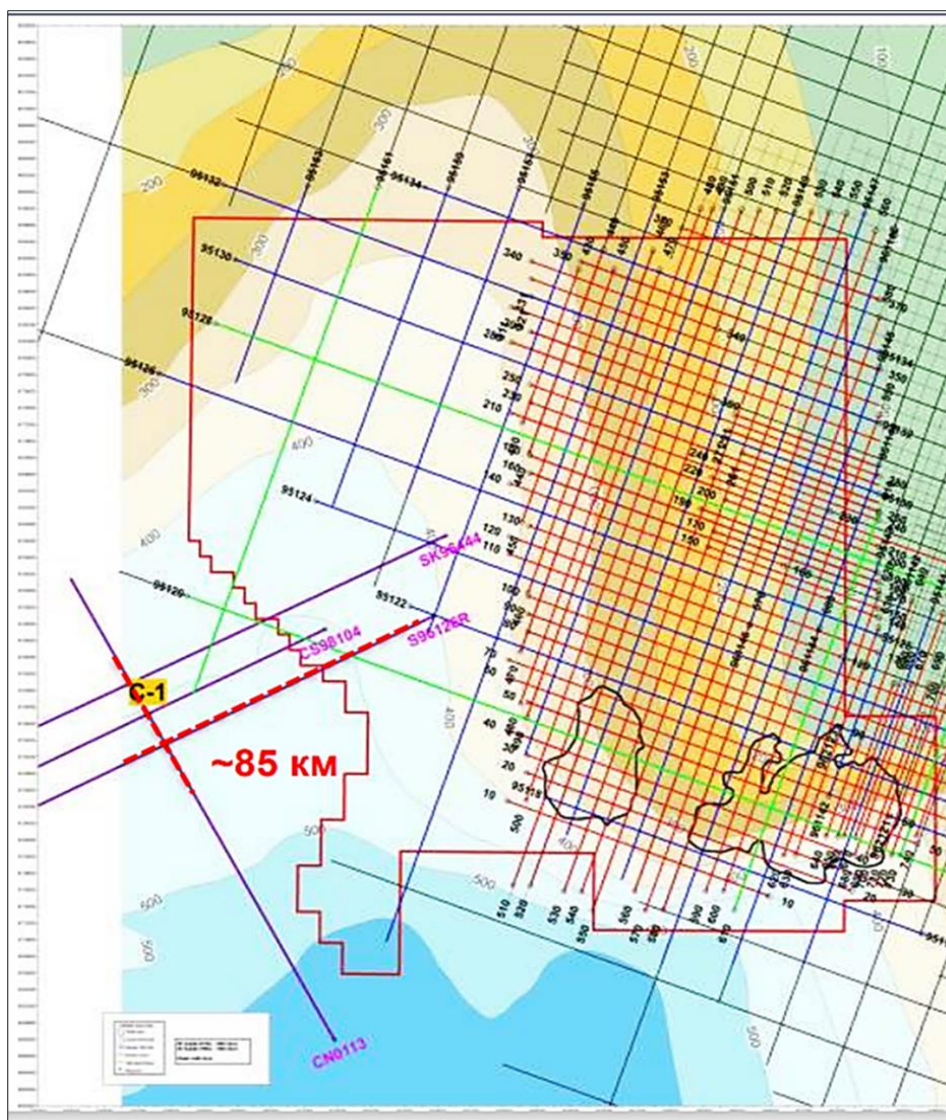


Рисунок 2. Схема покрытия лицензионного участка Аль Фараби сейсмическими данными 2D.

Одной из задач при выполнении данной работы была задача проектирования съемки с возможностью увязки получаемых данных с данными 4С полученными RXT в 2009 году.

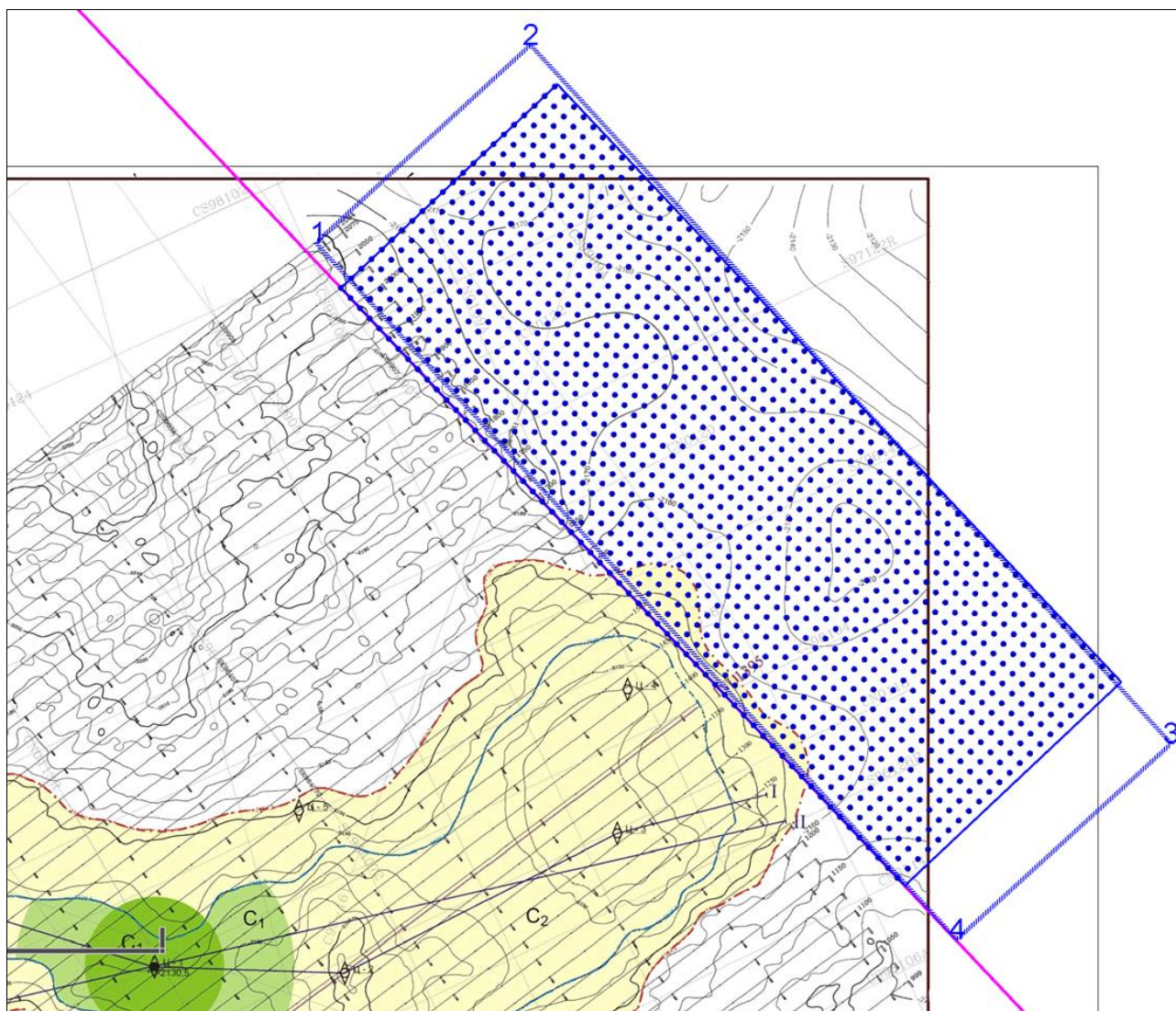


Рисунок 3. Расположение сети приемных линий съемки 3D-4С выполненной компанией RXT, по отношению к площади планируемой съемки.

В 2023 году по заказу АФО, компания PGSK совместно с Лукойл Инжиниринг провели переобработку и переинтерпретацию материалов сейсморазведочных работ прошлых лет.

4. ОСНОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЦЕЛЕВОЕ НАЗНАЧЕНИЕ РАБОТ

Основанием для выполнения сейсмической съемки 3D-4С на площади проектируемых работ являются:

- Программа работ ТОО «Аль-Фараби Оперейтинг» на 2022-2030 гг.
- Контракт на разведку и добычу углеводородов на участке Аль-Фараби, расположенном в казахстанском секторе Каспийского моря №4914 УВС МЭ от 19.05.2021г.
- Дополнение №1 к Контракту №4914 УВС МЭ от 19.05.2021 г. Регистрационный номер №4952 УВС от 26.07.2021 г.

Основанием для выполнения данной работы по моделированию и разработке оптимальных параметров и оптимальной методики проведения сейсмических работ 3D-4С является Техническая Спецификация разработанная ТОО «Аль-Фараби Оперейтинг».

Целевым назначением морских сейсморазведочных работ 3D-4С является детальное изучение геологического строения восточного крыла месторождения Центральное в пределах лицензионного участка Аль-Фараби с целью оценки ее нефтегазового потенциала и обоснования постановки поисково-оценочного бурения.

В ходе работ должны быть решены следующие задачи:

- детальное изучение геологического строения мезозойского и кайнозойского комплексов осадконакопления восточного крыла месторождения Центральное в пределах лицензионного участка Аль-Фараби;
- выявление закономерностей строения, условий формирования природного резервуара в мезозойском комплексе и оценка перспектив;
- стратиграфическая привязка потенциально продуктивных пластов и сейсмических отражений их кровли/подошвы к расположенным поблизости скважинам;
- детальная корреляция целевых сейсмических горизонтов в мезозойском и кайнозойском комплексе;
- детальное картирование разрывных нарушений по всему интервалу разреза;
- выявление в перспективном разрезе нефтегазоперспективных пластов- коллекторов, определение их геометрических параметров и прогноз фильтрационно- емкостных свойств;
- реконструкция осадконакопления осадочного чехла на основе сеймостратиграфического, палеогеоморфологического и палеотектонического анализов;
- подготовка и паспортизация месторождения Центральное, постановка оценочного бурения в пределах Контрактной территории ТОО «Аль-Фараби Оперейтинг».

Целевым назначением работ по моделированию и проектированию сейсмической съемки 3D-4С является:

- моделирование различных систем регистрации данных и методик выполнения съемки;
- составление карт ожидаемой кратности, освещенности, распределения удалений, распределения азимутов и т. п. для различных вариантов геометрии съемки для принятия решения по методике проведения сейсморазведочных работ;
- составление подробного описания методики и технологии работ;
- составление требований к характеристикам и параметрам сейсмического и навигационного оборудования и аппаратуры;
- составление требований к судам для проведения работ;
- составление требований к персоналу для проведения работ;
- расчет ориентировочных сроков выполнения работ для различных вариантов геометрии съемки;
- расчет минимального количества приемного оборудования необходимого для выполнения съемки для различных вариантов геометрии.

5. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ОГРАНИЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

Заказчиком для проектирования и моделирования были предоставлены следующие материалы и данные:

- Координаты площади покрытия номинальной полной кратностью для блоков 200 км. кв. и 225 км. кв.;
- Согласован список основных горизонтов для моделирования;
- Гриды в формате X, Y, Z для всех согласованных горизонтов;
- Карты интервальных скоростей для все слоев;
- Средние скорости для основных горизонтов;
- Отчет о ранее выполненных работах на лицензионном участке Центральный;
- Согласованные основные параметры геометрии проектируемых съемок;

Также было согласовано что планируемая съемка будет выполняться с использованием 4-х компонентных донных станция, будет полноазимутальной, минимальный шаг ЛПП и ПП – 300 метров, шаг ПВ и ЛВП – 50 метров, т.е. съемка будет выполняться по методике расстановки приемного оборудования по редкой сети.

5.1. Координаты и расположение блока

Координаты угловых точек блоков площадью 200 км² и 225 км² предоставлены заказчиком и приведены в таблицах ниже.

Таблица 1. Координаты блока покрытия номинальной полной кратностью площадью 200 км²

199.8 км ² GK-42				199.8 км ² WGS-84			
X	Y	Latitude	Longitude	X	Y	Latitude	Longitude
9398348	4756507	42°56'11.5595"N	49°45'16.8180"E	398284.87	4754510.43	42°56'11.1841"N	49°45'12.1713"E
9404534	4762336	42°59'23.3011"N	49°49'46.0067"E	404468.48	4760337.57	42°59'22.9325"N	49°49'41.3607"E
9420651	4745234	42°50'15.8255"N	50°01'46.0176"E	420578.8	4743241.71	42°50'15.4543"N	50°01'41.3952"E
9414465	4739404	42°47'4.5497"N	49°57'16.8516"E	414395.19	4737414.57	42°47'4.1717"N	49°57'12.2284"E

Таблица 2. Координаты блока покрытия номинальной полной кратностью площадью 225 км²

225 км ² GK-42				225 км ² WGS-84			
X	Y	Latitude	Longitude	X	Y	Latitude	Longitude
9403768	4763458	42°59'59.2896"N	49°49'11.5031"E	403702.71	4761458.67	42°59'58.9214"N	49°49'6.8555"E
9397630	4757798	42°56'53.0388"N	49°44'44.3102"E	397567.15	4755800.92	42°56'52.6639"N	49°44'39.6618"E
9415949	4737866	42°46'15.2970"N	49°58'22.9659"E	415878.87	4735876.84	42°46'14.9188"N	49°58'18.3450"E
9422080	4743471	42°49'19.2372"N	50°02'49.8185"E	422007.44	4741479.61	42°49'18.8655"N	50°02'45.1987"E

Расположение площадей относительно друг друга и относительно границ лицензионного участка Аль-Фараби и границы Российской Федерации с Республикой Казахстан показано на рисунке 4 ниже.

С юго-запада площади ограничены границей РФ-РК. Обе площади на юго-западе частично выходят за пределы лицензионного участка Аль-Фараби на территорию лицензионного участка Центральный расположенного на территории РФ.

В северной части соприкосновения с лицензионным участком Центральной площади работ соприкасаются с границами 3D-2С съемки, выполненной на территории Центрального в 2008-2009 годах компанией RXT. В виду того, что планируемая съемка ни в одном из вариантов не перекрывается и не граничит ни с какими другими ранее выполненными работами 3D и в силу того, что в ходе этих работ были получены 4-х компонентные данные съемка RXT является в определенной степени референсной для планируемых работ и определенные параметры планируемых съемок будут сравниваться с работами RXT.

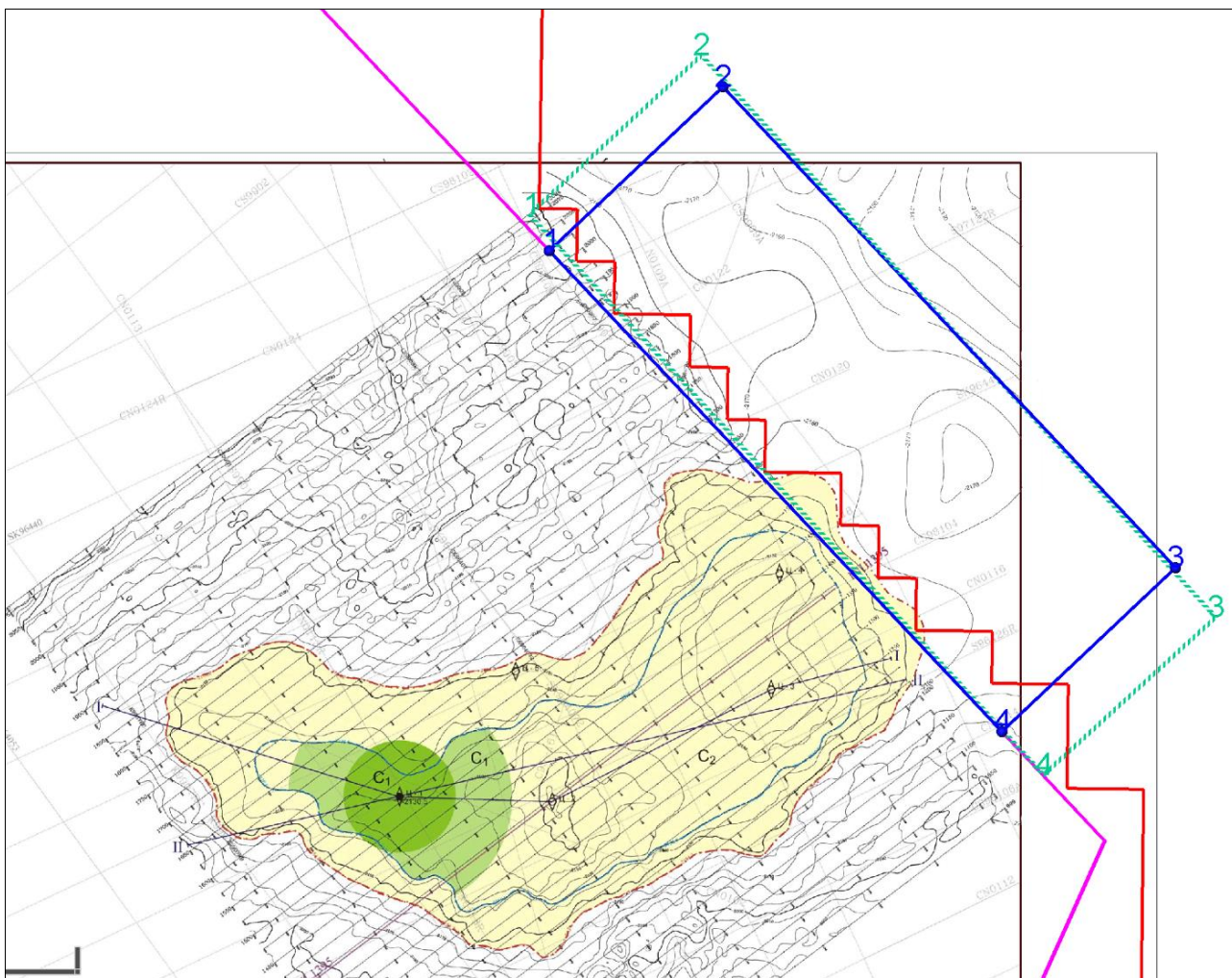


Рисунок 4. Расположение предполагаемых блоков покрытия номинальной полной кратностью относительно друг друга и границы лицензионного участка Аль-Фараби и границы РФ-РК.

- Синий контур – блок 200 км2
- Зеленый пунктир – блок 225 км2
- Красный контур – границы лицензионного участка Аль-Фараби
- Фиолетовый контур – граница РФ-РК

5.2. Ограничения и опасности на площади работ

Как уже было сказано выше площадь планируемых работ на западе – юго-западе проходят по границе РФ – РК и эта граница является границей раскладки приемного оборудования. Для набора полной номинальной кратности в границах указанных блоков необходимо выйти за их границы как с раскладкой приемным оборудованием, так и с пунктами возбуждения на расстояние равное:

$$A = X_{\max}/2 - (\text{Шаг ЛПП})/2;$$

К примеру, в случае отработки площади с шагом ЛПП, а в нашем случае и с шагом ПП равным 300 метров, шагом ЛПВ и ПВ равным 50 метров и $X_{\max}$ равным 6000 метров имеем:

$$A = 6000/2 - 300/2 = 2850 \text{ метров.}$$

Следовательно, для набора кратности, мы должны выйти за пределы блока с каждой стороны, как приемниками (донными станциями) так и источниками на 2850 метров.

Ограничение выхода приемниками за пределы границы РФ-РК или юго-западную границу блока сдвинет зону набора полной номинальной кратности внутрь блока на северо-восток. Возможность выходить за границу блока и границу РФ-РК с отстрелом не ограничивается, и это позволяет иметь на границе блока довольно высокие значения номинальной кратности.

Все вышесказанное проиллюстрировано на рисунках 5 - 8 ниже на примере варианта съемки:

- шаг ЛПП = шаг ПП = 400 м
- шаг ЛПВ = шаг ПВ = 50 м
- $X_{\max} = 6000$ м

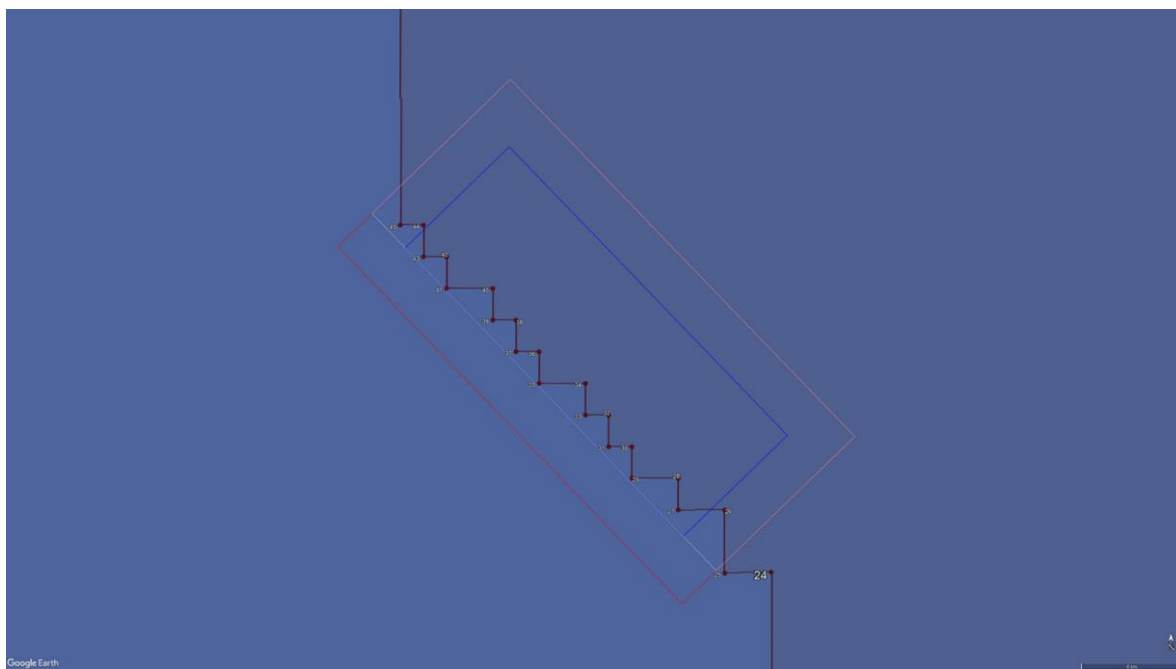


Рисунок 5. Зоны района работ:

синий контур - зона полной номинальной кратности
 белый контур – зона раскладки приемников
 красный контур – зона отстрела

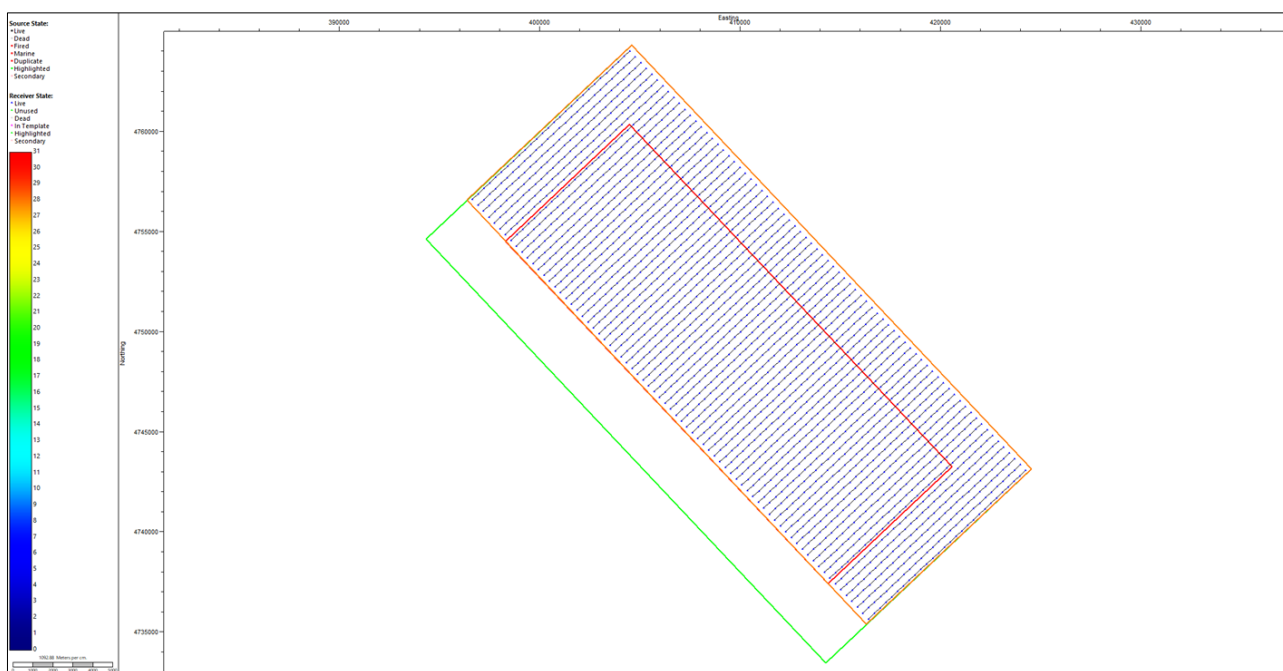


Рисунок 6. Расположение приемников и ориентация линий приема в районе работ (Вариант 400 x 400, обрезка зоны раскладки по границе РФ – РК)

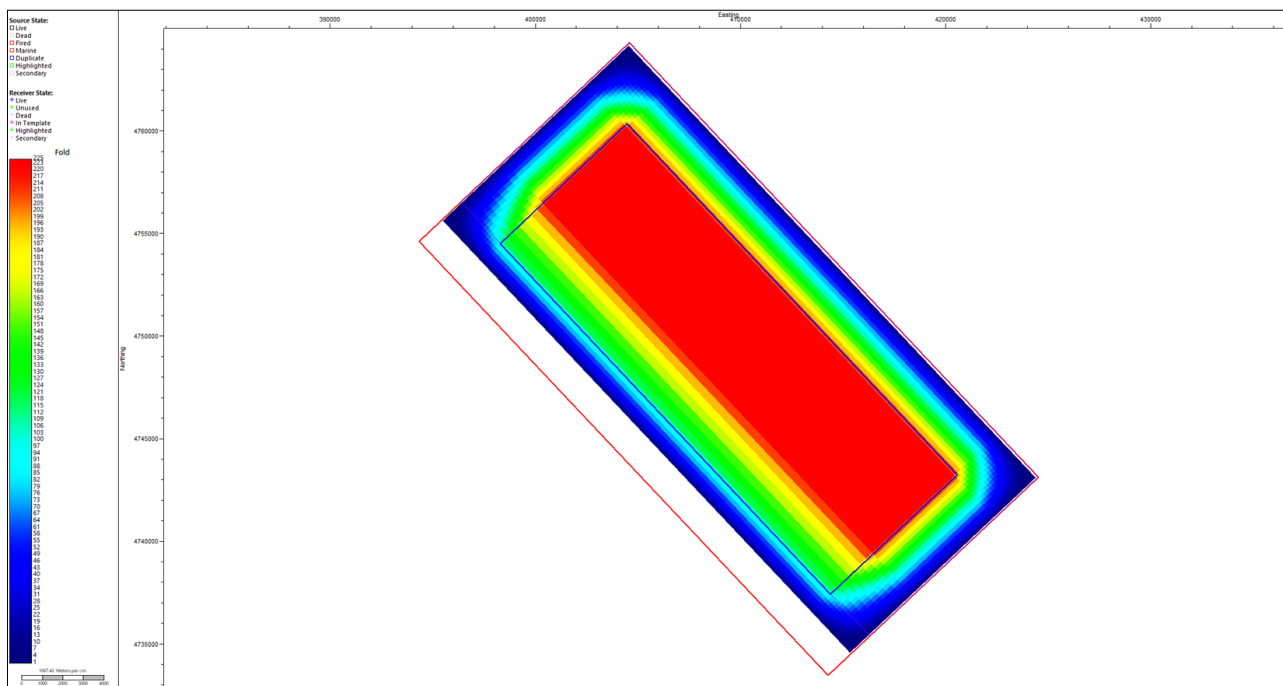


Рисунок 7. Карта номинальной полной кратности при $X_{\max} = 6000$ м.

Как видно из рисунка 7, несмотря на ограничения в раскладке номинальная полная кратность на границе ограничений имеет значения выше 100, что проиллюстрировано на рисунке 8 ниже, где показана граничная область в увеличенном виде с приведенными числовыми значениями номинальной полной кратности.

Никах других сведений о наличии ограничений или опасностей на блоке от заказчика не поступало.

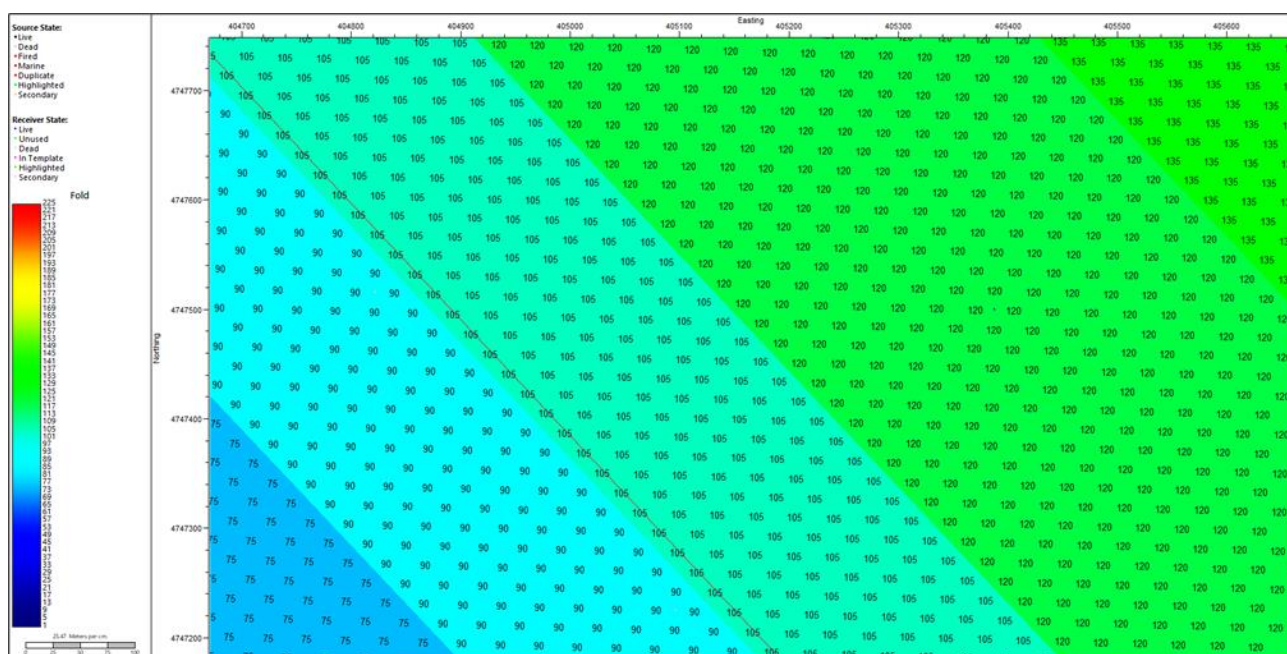


Рисунок 8. Граничный участок блока в увеличенном виде с цифровыми значениями номинальной полной кратности.

5.3. Основные горизонты для моделирования и целевой интервал

Заказчиком были переданы гриды и данные по скоростям для следующих основных горизонтов:

- Дно моря
- N1
- P1
- K1al
- K1nc
- J3tt
- J2c
- Tr

Горизонты показаны на сейсмическом разрезе по профилю L96444 на рисунке 9.

На основании переданных гридов была построена 3D модель, показанная на рисунке 10, а по данным о скоростях была построена глубинно-скоростная модель, показанная на рисунке 11.

Данные модели впоследствии были использованы для лучевых трассировок по горизонтам и для расчета карт освещенности по горизонтам.

Данные о средних скоростях были использованы для расчета параметров системы наблюдений.

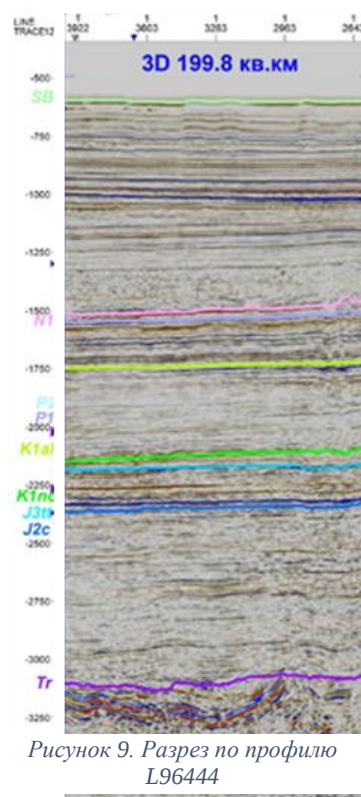


Рисунок 9. Разрез по профилю L96444

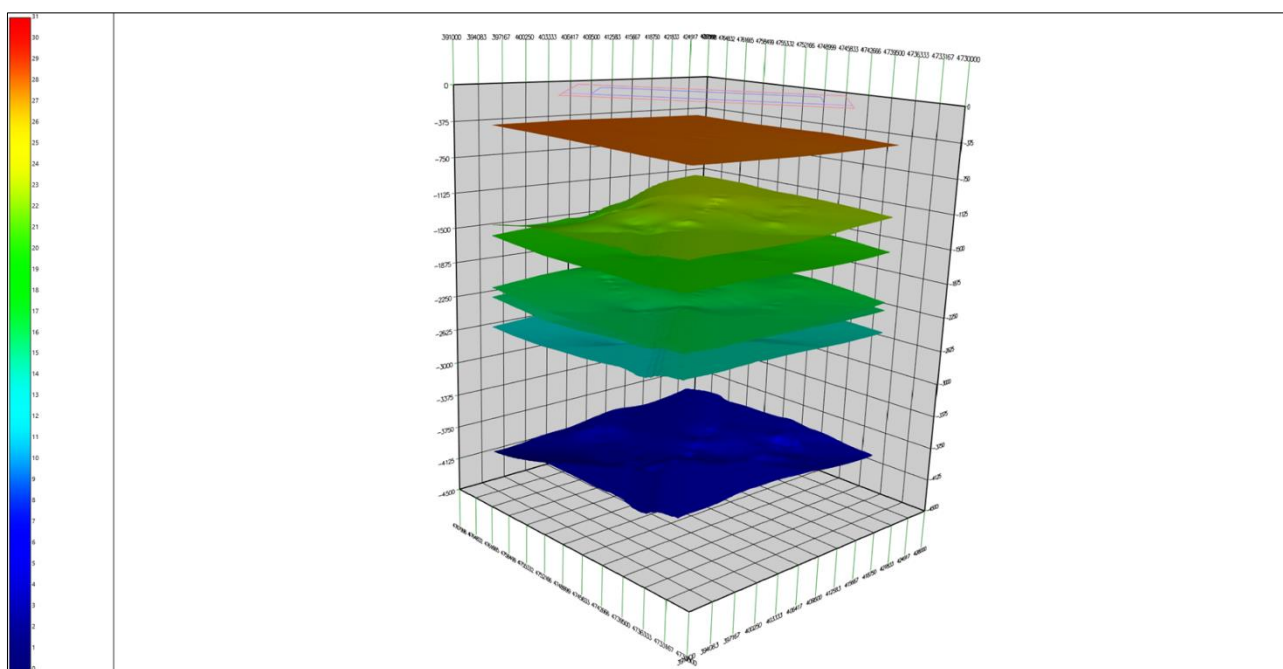


Рисунок 10. 3D модель основных горизонтов на площади исследований.

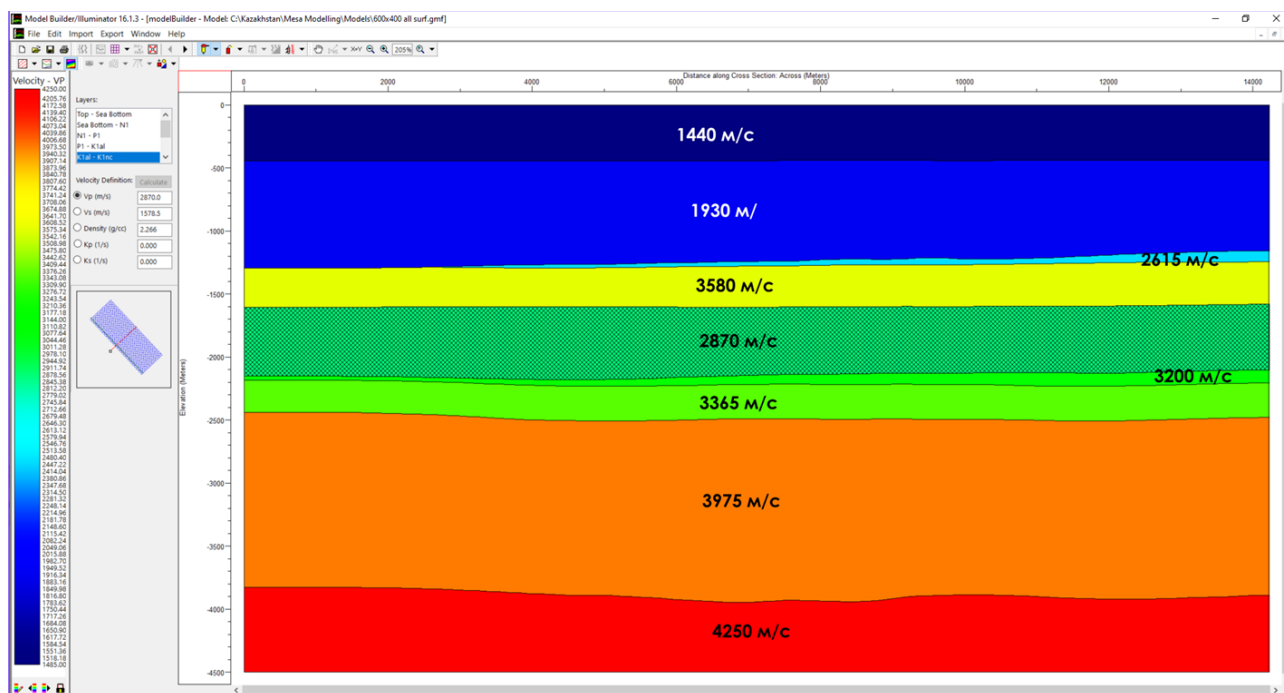


Рисунок 11. Толсто слоистая глубинно-скоростная модель, использованная для лучевых трассировок и расчета карт освещенности по горизонтам

5.4. Требования к сейсмическим данным, геометрии съемки и приемному оборудованию

Основными требованиями, изложенными заказчиком, были следующие:

- Съемка с использованием донных 4-х компонентных автономных станций;
- Минимальное количество приемного оборудования необходимого для выполнения съемки, что определило расстановку донных станций по редкой сети;
- Полноазимутальная съемка т.е. $X_{\max}$ (максимальное удаление приемник -источник) в крест линии приема и вдоль линии приема должны быть равны;
- Минимальное значение номинальной полной кратности на целевом горизонте J2с (глубина залегания порядка 2500м) в пределах площади съемки (имеется ввиду площадь съемки за исключением зон набора кратности) должно быть не менее 64;
- Размер бина 25х25 м, что определяет шаг линий пунктов взрыва и шаг пунктов взрыва равным 50м;
- Значение максимальных удалений приемник-источник ($X_{\max}$) 6000м, но также необходимо рассмотреть варианты с меньшими – 4800 м, и большими – 7200 м значениями;
- Требования к источнику сейсмических данных определялись критерием повторяемости по отношению к съемке 2008-2009 гг. выполненной компанией RXT.
- Площадь покрытия номинальной полной кратностью (без учета потери кратности из-за ограничений по раскладке приемных устройств) – 200 км² или 225 км² (рассмотреть оба варианта).

Данные требования определили набор вариантов, которые были промоделированы для геометрии съемки, покрытия номинальной полной кратностью, расчета минимального количества оборудования необходимого для выполнения работ, времени, требуемого для выполнения работ и других параметров. Моделирование в этой части было выполнено как с учетом ограничений по раскладке приемного оборудования, так и без него.

Расчеты лучевых трассировок и построение карт освещенностей по горизонтам были выполнены только для вариантов с ограничением по раскладке приемного оборудования.

6. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Расчет основных параметров системы наблюдений должен подтвердить правильность выбранных значений либо указать какие значения необходимо скорректировать.

Необходимо отметить, что расчет большинства параметров системы наблюдений в большинстве случаев носит формальный характер поскольку большинство параметров определено внешними факторами.

В данном случае геометрические параметры расстановки и сети отстрела определяют значения основных параметров.

6.1. Размер бина

Для расчета размера бина, в большинстве случаев, в зависимости от имеющихся данных, применяют две формулы использующие различную априорную информацию:

$$S_{xy} = 0,4 * V_{avr} * \sqrt{t_0 * \Delta t}; (1)$$

где: V_{avr} – средняя скорость;
 t_0 – время регистрации целевого горизонта;
 Δt – шаг дискретизации

$$S_{xy} = \frac{V_{int}}{N * f_{dom}}; (2)$$

где: V_{int} – интервальная скорость;
 f_{dom} – доминантная частота;
 N – коэффициент от 2 до 4.

Формула 1 дает завышенные значения для малых углов наклона границ, поэтому ее обычно применяют для оценки максимально допустимого размера бина.

Формула 2 основывается на том, что пространственная разрешенность должна быть в пределах от одной четверти до половины преобладающей длины волны.

Для расчета размера бина взяты все основные горизонты:

Данные, взятые для расчета размера бина приведены в таблице ниже.

Таблица 3. Данные для расчета размера бина

Горизонт	t_0 (мс)	V_{avr} (м/с)	V_{int} (м/с)
Дно моря	600 – 620 (~ 610)	1440	1440
N1	1400 – 1460 (~1430)	1700	1930
P1	1500 – 1540 (~1520)	1700	2615
K1al	1680 – 1750 (~1710)	1890	3580
K1nc	2020 – 2100 (~2060)	2080	2870
J3tt	2120 – 2180 (~2150)	2100	3200
J2c	2250 – 2270 (~2260)	2200	3365
Tr	2950 – 3050 (~3000)	2620	3975

Размеры бина полученные по расчетам по формулам приведены в таблице ниже.

Таблица 4. Размер бина полученный по результатам расчетов по формулам

Горизонт	Размер бина по формуле (1)	Размер бина по формуле (2)				
		Доминантная частота				
		30	40	50	60	70
Дно моря	20,1	24	18	14,4	12	10,3
N1	36,4	32,2	24,1	19,3	16,1	13,8
P1	37,5	43,6	32,7	26,2	21,8	18,7
K1al	44,2	59,7	44,8	35,8	29,8	25,6
K1nc	53,4	47,8	35,9	28,7	23,9	20,5
J3tt	55,1	53,3	40,0	32,0	26,7	22,9
J2c	59,2	56,1	42,1	33,7	28,0	24,0
Tr	81,2	66,3	49,7	39,8	33,1	28,4

По результатам, представленным в таблице 4, можно сделать вывод о том, при доминантной частоте источника 60 Гц приемлемый размер бина будет равен 25 x 25 метров.

К сожалению, в реальной ситуации, ожидать приход отражающих волн с частотами 60 Гц даже от меловых горизонтов оптимистично, и соответственно выбранный размер бина позволит решать поставленную задачу.

6.2. Определение вертикальной разрешающей способности

Вертикальная разрешающая способность может вычисляться по эмпирической формуле:

$$Z_f = \lambda/4 = \frac{V_{int}}{4F_{dom}}$$

где: λ – длина волны

V_{int} – интервальная скорость;

F_{dom} – доминантная частота.

В таблице ниже приведены разрешающие способности на основных отражающих границах для преобладающих частот.

Таблица 5. Разрешающие способности на основных отражающих границах для преобладающих частот

Горизонт	Доминантная частота (Гц)				
	30	40	50	60	70
Дно моря	12,0	9,0	7,2	6,0	5,1
N1	16,1	12,1	9,7	8,0	6,9
P1	21,8	16,3	13,1	10,9	9,3
K1al	29,8	22,4	17,9	14,9	12,8
K1nc	23,9	17,9	14,4	12,0	10,3
J3tt	26,7	20,0	16,0	13,3	11,4
J2c	28,0	21,0	16,8	14,0	12,0
Tr	33,1	24,8	19,9	16,6	14,2

6.3. Определение горизонтальной разрешающей способности

Горизонтальная разрешающая способность съемки определяет, как близко друг к другу могут быть расположены две точки и при этом быть распознаны как две различные точки, а не одна точка. Горизонтальная разрешающая способность определяется размером отражающей окружности или первой зоны Френеля. Две отражающие точки, попадающие в эту зону, как правило, считаются неразличимыми при наблюдении с поверхности земли.

Поскольку размер первой зоны Френеля зависит от длины волны он также зависит от частоты.

$$r = (v_{avr}/2) \sqrt{t_0/f_{dom}}$$

где: r – радиус первой зоны Френеля

V_{avr} – средняя скорость;

t_0 – время прихода отражения

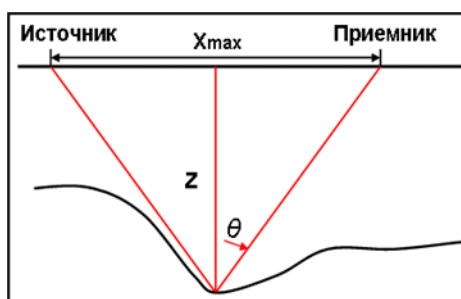
f_{dom} – доминантная частота.

Таблица 6. Размер первой зоны Френеля (горизонтальная разрешающая способность) на основных отражающих границах для преобладающих частот

Горизонт	Доминантная частота (Гц)				
	30	40	50	60	70
Дно моря	101,8	88,	78,9	72,0	66,7
N1	185,6	160,7	143,7	131,2	121,5
P1	191,3	165,7	148,2	135,3	125,3
K1al	212,7	184,2	164,8	150,4	139,2
K1nc	234,1	202,7	181,4	165,5	153,3
J3tt	236,3	204,7	183,1	167,1	154,7
J2c	247,6	214,4	191,8	175,1	162,1
Tr	294,9	255,4	228,4	208,5	193,0

6.4. Определение длины записи

В случае работ с автономными донными станциями расчет длины записи не имеет смысла, поскольку запись ведется непрерывно с момента спуска станции с палубы судна-раскладчик до момента подъема станции на борт и считывания данных. В последствии данные нарезаются на сейсмограммы необходимой длины на основании SIT (Shot Information Table) (Таблица ПВ). Учитывая шаг ПВ, равный 50 метрам и принимая скорость судна-источника во время отстрела равной 5.0 – 6.0 узлам, можно подсчитать что максимальная длина записи, которую можно получить без наложения моментов возбуждения лежит в диапазоне от 16 до 19 секунд, что существенно превышает требования данной съемки. Более того, учитывая глубину моря и скорость звука в воде можно увеличить это значение на 0,5 секунды и избежать интерференции с последующим возбуждением.



Тем не менее был выполнен формальный расчет. Длина записи выбирается с учетом вертикального времени пробега волны до самой глубокой границы исследования и максимального выноса, необходимого для регистрации полной волновой картины, включая дифрагированные волны для успешной миграции.

$$t = \frac{2Z}{V_{avg} \cos \theta}$$

где: t – длина записи;
 Z – глубина до самой глубокой границы вычисленная по вертикальному лучу;
 Θ – максимальный угол отражения;
 V_{avg} – средняя скорость.

Принимая глубину до самой глубокой границы равной 4000 метров и Θ , учитывая $X_{max} = 6000$ м, равным примерно 45 град., получаем требуемую длину записи минимум 5,8 секунды, т.е. рекомендуемая длина записи равна 6 секундам, что легко может быть выполнено с учетом геометрии съемки.

6.5. Расчет апертуры миграции

При проектировании границ съемки необходимо увеличить зону полной кратности, чтобы сформировать правильную апертуру миграции для корректного учета сейсмического сноса. Размеры зоны, на которую необходимо увеличить площадь съемки, зависят от глубины залегания объекта, скоростей и углов наклона.

Для расчета апертуры миграции используется радиус 1-ой зоны Френеля:

$$r_f = 2\sqrt{(Z + \lambda / 4)^2 - Z^2}$$

$$\lambda = V / f$$

где: r_f – радиус первой зоны Френеля;
 Z – глубина границы;
 λ – длина волны на доминантной частоте.

Учитывая данные, ранее использованные для расчетов, получаем радиус первой зоны Френеля для самой глубокой границы исследований равный ≈ 300 м.

В качестве размера зоны апертуры миграции принято брать 3 - 4 радиуса первой зоны Френеля. Поэтому зона апертуры миграции будет составлять примерно $\approx 900 - 1200$ м.

7. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПРИЕМНОЙ РАССТАНОВКИ

Параметры приемной расстановки определяются исходными данными, представленными заказчиком, рассчитанными выше параметрами системы наблюдений, размерами и конфигурацией площади съемки и используемым оборудованием.

Основными параметрами приемной расстановки являются:

- Шаг пунктов приема;
- Шаг линий пунктов приема;
- Количество пунктов приема в линии приема;
- Количество линий приема в активной расстановке;
- Параметры смещения активной расстановки.

Несмотря на то, что шаг ПВ и шаг ЛПВ формально не являются параметрами приемной расстановки, эти параметры связаны и влияют на выбор параметров приемной расстановки.

7.1. Шаг пунктов приема и шаг линий приема

В случае проектируемой съемки планируется применение расстановки приемного оборудования по редкой, что обеспечивает минимально возможное количество оборудования, с которым можно выполнить работы и которое позволяет выполнять перекладку приемных линий во время отстрела.

При расстановке по редкой сети обычно шаг ПП и шаг ЛПП равны. В процессе моделирования и расчетов были использованы два основных значения:

Шаг ПП = шаг ЛПП = 300 метров (далее часто 300х300);

Шаг ПП = шаг ЛПП = 400 метров (далее часто 400х400).

Увеличение шага приводит к уменьшению номинальной кратности съемки и потере освещенности в верхней части разреза. Уменьшение шага приводит к существенному увеличению кратности (переход с шага в 400 метров на шаг в 300 метров приводит к увеличению номинальной полной кратности с 225 до 400).

Также уменьшение шага приводит к существенному возрастанию минимального количества оборудования, требуемого для выполнения работ.

7.2. Количество пунктов приема в линии приема

Количество пунктов приема в линии приема определяется геометрическими размерами блока. В случае проектируемой съемки с учетом расстановки приемного оборудования по редкой сети и $X_{\max} = 6000$ м, количество ПП в линии рассчитывается исходя из размеров длинной стороны блока плюс размеров зоны набора кратности. Также для подсчета количества ПП в ЛПП необходимо учитывать ограничение по раскладке ПП без захода на территорию РФ.

Моделирование и расчеты были выполнены как с учетом ограничения по раскладке ПП, так и без него.

Количество ПП в линии для различных вариантов приведено в таблице ниже.

Таблица 7. Длина линий приема и количество ПП для различных вариантов

Параметр	Площадь 200 км. кв.				Площадь 225 км. кв.	
	300 x 300		400 x 400		300 x 300	
	полная	усеченная	полная	усеченная	полная	усеченная
Длина линии приема (метров)	14100	11100	14000	11200	14100	11100
Количество ПП в линии приема	47	37	35	28	47	37

* усеченная – это расстановка ПП с ограничением по границе РК-РФ.

7.3. Количество линий приема в активной расстановке;

Количество линий приема определяется методикой расстановки по редкой сети с возможностью перекладки линий приема во время отстрела площади и значением $X_{\max}$ (максимального удаления приемник источник в крест линии ПП).

При значении $X_{\max} = 6000$ метров количество линий приема после которых можно начинать отработку площади составляет:

21 ($6000/300 + 1$) для съемки с раскладкой ПП 300 x 300;

16 ($6000/400 + 1$) для съемки с раскладкой ПП 400 x 400.

Количество линий приема в полной расстановке, когда $X_{\max}$ с обеих сторон линии ПВ будет составлять 6000 метров составляет:

42 ($((6000*2)/300 + 2)$) для съемки с раскладкой ПП 300 x 300;

32 ($((6000*2)/400 + 2)$) для съемки с раскладкой ПП 400 x 400.

После того как будет выполнена раскладка полной расстановки и отстрел линий ПВ в центре расстановки первые линии ПП могут подниматься и после скачивания данных и зарядки батарей переключаться далее по ходу раскладки.

Для обеспечения бесперебойной работы в случае выхода из строя станций рекомендуется иметь дополнительное оборудование на две линии ПП.

Расположение линий ПП на площади работ для варианта 400x400 с ограничением раскладки по границе РК-РФ показано на рисунке ниже.



Рисунок 12. Расположение линий ПП на площади работ для варианта 400х400

7.4. Параметры смещения активной расстановки.

При работах по методике раскладки по редкой сети с возможностью перекладки приемных линий во время отстрела полного смещения приемной расстановки не происходит. Приемные линии перекладываются по мере отстрела вперед по ходу отработки площади.

Более детальное описание методики приведено в разделе 10.3.

8. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЪЕМКИ

Моделирование съемки, в различном объеме было выполнено для всех вариантов указанных в таблице 7, а также для варианта 300x300 с $X_{\max} = 4800$ и $X_{\max} = 7200$ для сравнения, анализа и выбора оптимального варианта с точки зрения решения геологической задачи съемки, времени требуемого на выполнение работ, а также количества оборудования необходимого для выполнения съемки.

8.1. Геометрия съемки

Геометрия съемки определяется шагом ПП, шагом ЛПП и $X_{\max}$.

Геометрия съемки с взаиморасположением ПП и ПВ, а также ЛПП и ЛПВ для варианта 300 x 300 показано на рисунке ниже.

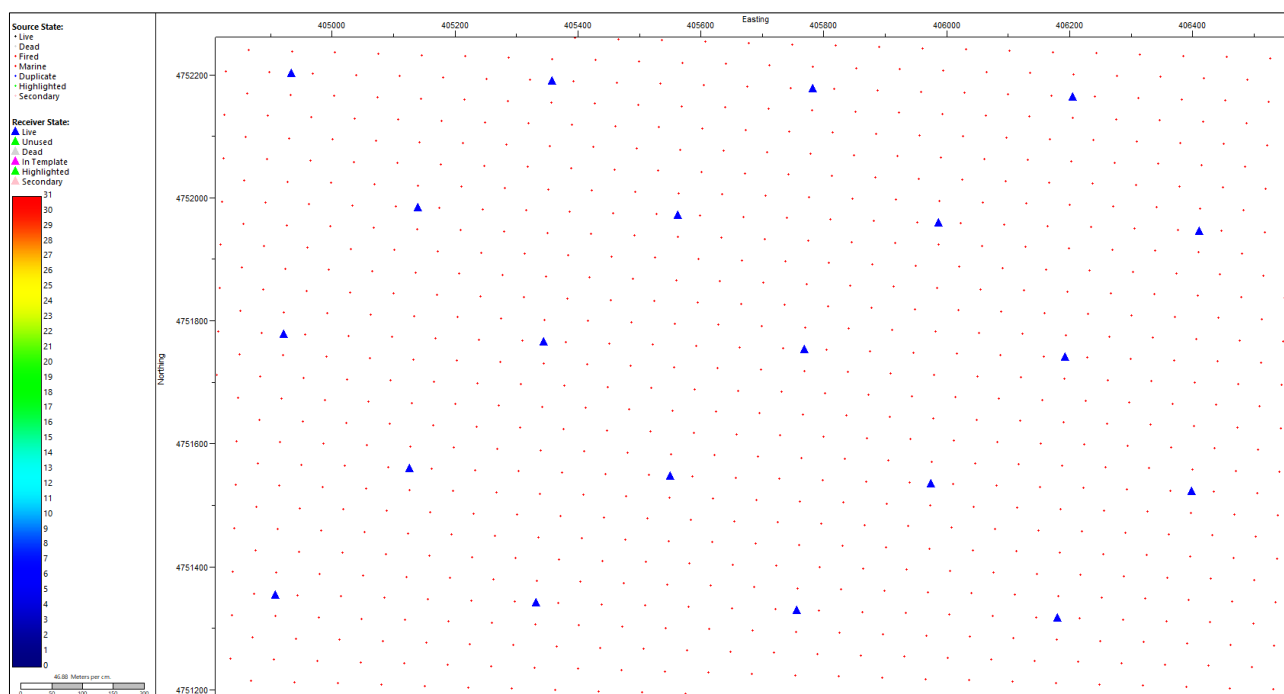


Рисунок 13. Геометрия съемки с взаиморасположением ПП и ПВ, а также ЛПП и ЛПВ для варианта 300 x 300

ПП – синие треугольники

ПВ – красные точки

При изменении шага ПП и ЛПП меняется количество линий ПВ, расположенных между соседними линиями ПП. В случае шага ЛПП в 300 метров между соседними линиями ПП расположено 6 линий ПВ, а при шаге ЛПП в 400 метров это будет 8 линий ПВ, что показано на рисунке 14 ниже.

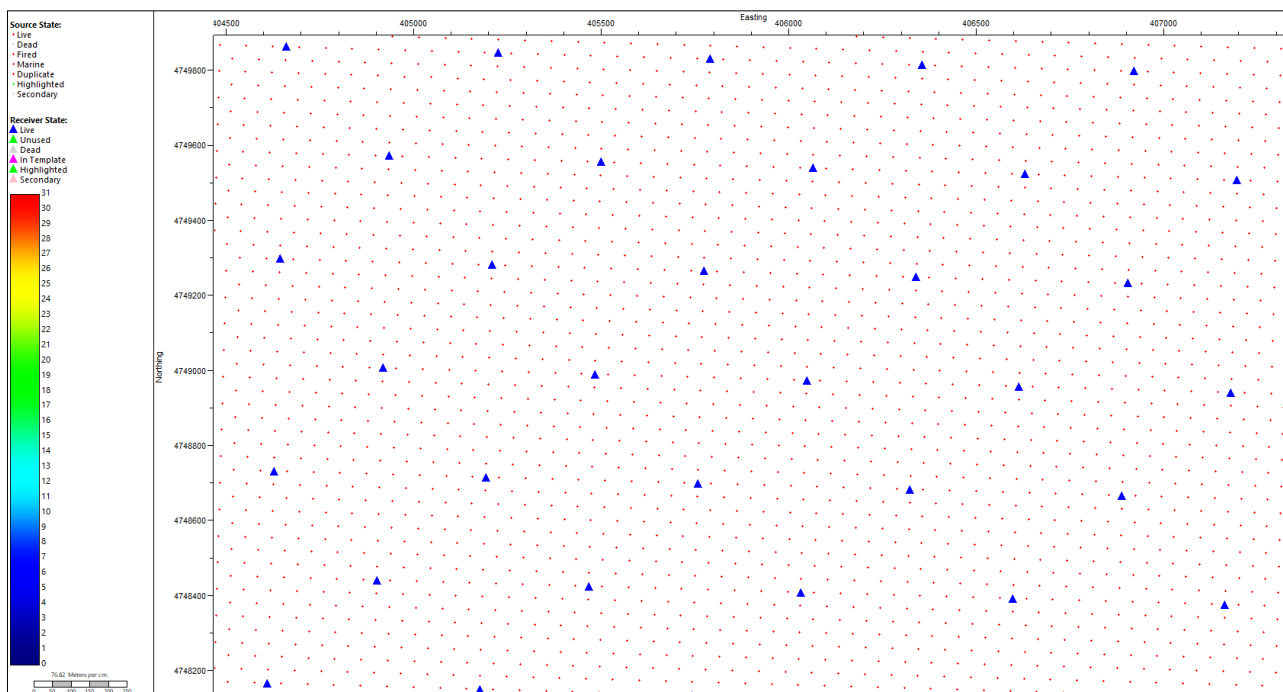


Рисунок 14. Геометрия съемки с взаиморасположением ПП и ПВ, а также ЛПП и ЛПВ для варианта 400 x 400

ПП – синие треугольники

ПВ – красные точки

Значение максимальных удалений приемник-источник вдоль и в крест линии ПП ($X_{\max}$) равное 6000 метров выбрано исходя из глубины залегания наиболее глубокого горизонта в зоне интереса, а также из требований апертуры миграции и требований к максимальным удалениям для корректного и эффективного выполнения полноволновой инверсии (FWI), что наверняка будет выполняться для построения детальной глубинно скоростной модели для миграции до суммирования в глубине с целью структурных построений.

8.2. Карты кратности для вариантов съемки и различных удалений

Карты номинальной полной кратности были рассчитаны и построены для всех рассматриваемых вариантов. Для тех вариантов, которые были в результате обсуждений с заказчиком приняты за наиболее оптимальные, были рассчитаны и построены скатерограммы номинальной полной кратности для различных значений $X_{\max}$, статистика съемок, статистика бинов, а также различные атрибуты.

Карты номинальной полной кратности рассчитывались для следующих вариантов (во всех вариантах шаг ПВ и шаг ЛПВ = 50 метрам):

Для площади в 200 км²:

- Шаг ПП и ЛПП = 300 м, $X_{\max}$ = 6000 метров, расстановка без ограничения раскладки по границе РК-РФ;
- Шаг ПП и ЛПП = 300 м, $X_{\max}$ = 6000 метров, расстановка с ограничением раскладки по границе РК-РФ;
- Шаг ПП и ЛПП = 300 м, $X_{\max}$ = 4800 метров, расстановка с ограничением раскладки по границе РК-РФ;
- Шаг ПП и ЛПП = 300 м, $X_{\max}$ = 7200 метров, расстановка с ограничением раскладки по границе РК-РФ;

- Шаг ПП и ЛПП = 400 м, $X_{\max}$ = 6000 метров, расстановка без ограничения раскладки по границе РК-РФ;
- Шаг ПП и ЛПП = 400 м, $X_{\max}$ = 6000 метров, расстановка с ограничением раскладки по границе РК-РФ;

Для площади в 225 км²:

- Шаг ПП и ЛПП = 300 м, $X_{\max}$ = 6000 метров, расстановка без ограничения раскладки по границе РК-РФ;
- Шаг ПП и ЛПП = 300 м, $X_{\max}$ = 6000 метров, расстановка с ограничением раскладки по границе РК-РФ;

Скатерограммы и атрибуты рассчитывались для следующих вариантов:

Для площади в 200 км²:

- Шаг ПП и ЛПП = 300 м, $X_{\max}$ = 6000 метров, расстановка с ограничением раскладки по границе РК-РФ;
- Шаг ПП и ЛПП = 400 м, $X_{\max}$ = 6000 метров, расстановка с ограничением раскладки по границе РК-РФ;

Ниже будут показаны и рассмотрены различные варианты.

Расчеты карт номинальной полной кратности выполнялись в программе MESA 16.1.3 в модификации Expert.

При расчетах выполнялось заполнение указанных площадей с учетом расширения на зону набора кратности ПП и ПВ. В случае учета ограничений по раскладке ПП, зона заполнения ПП обрезалась по границе РК-РФ, а зона заполнения ПВ оставалась прежней.

8.2.1. Площадь 200 км²

8.2.1.1. Шаг ПП = 300 м, $X_{\max}$ = 6000 м, без ограничений по раскладке ПП

Данный вариант рассматривался изначально и был взят за основу, поскольку еще не было получено от заказчика требований по ограничению раскладки приемного оборудования и площадь покрытия полной кратностью в 225 км² еще не была предложена в качестве альтернативного варианта.

Заполнение площади работ ПП показано на рисунке 15 ниже.

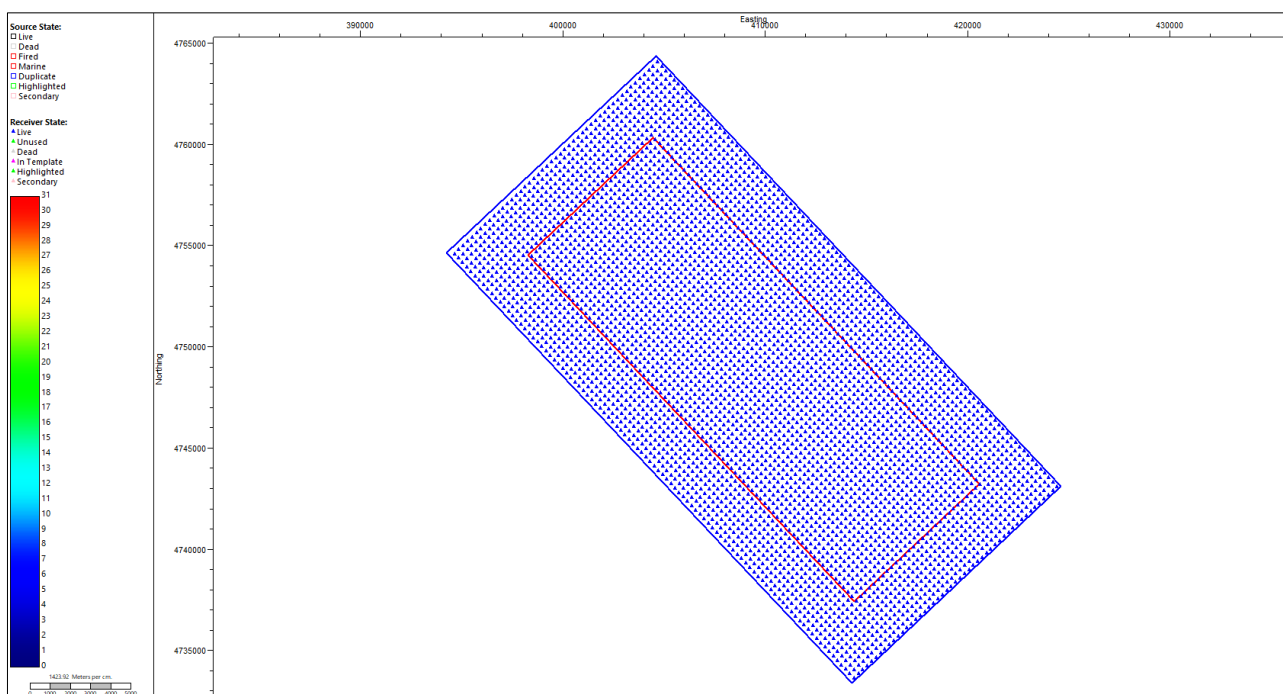


Рисунок 15. Заполнение площади съемки ПП. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 6000$ м, без ограничений по ПП. Синий контур – площадь работ. Красный контур – площадь блока (площадь заполнения максимальной номинальной кратностью). Синие треугольники - ПП

Карта номинальной кратности показана на рисунке 16 ниже. Площадь блока равномерно заполнена максимальной полной кратностью равной 400.

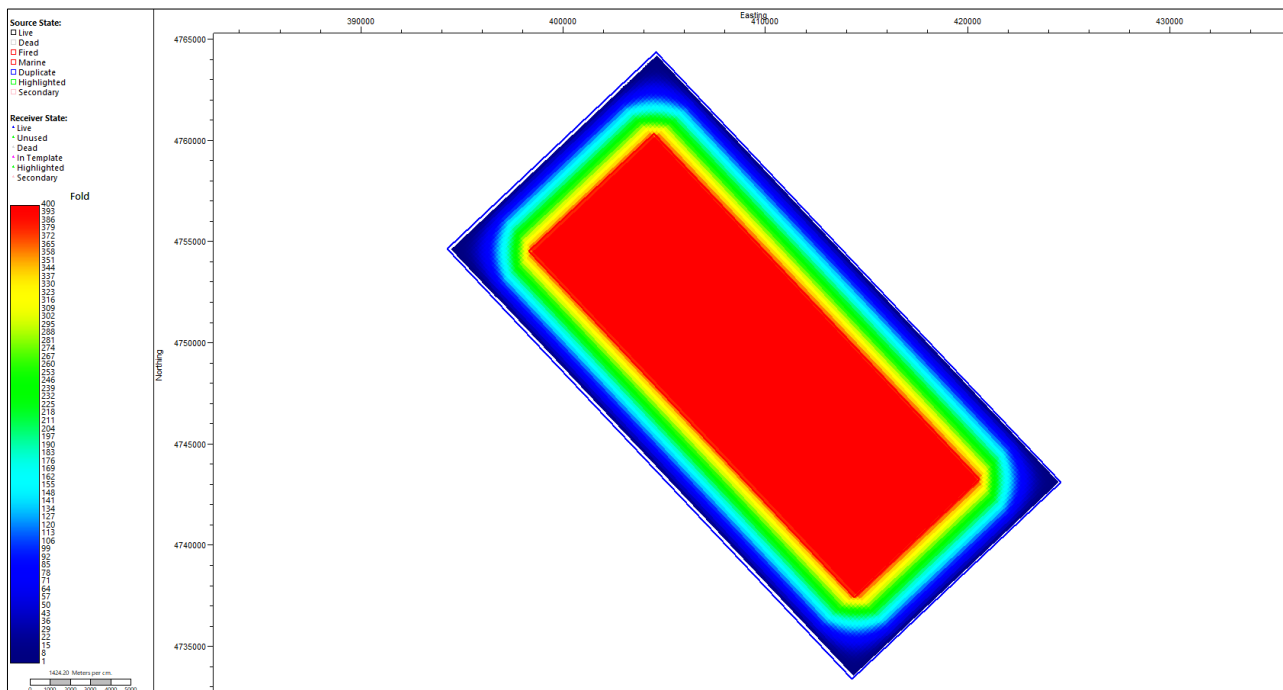


Рисунок 16. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 6000$ м, без ограничений по ПП.

В данном варианте линии ПП выходят за границу РК-РФ.

8.2.1.2. Шаг ПП = 300 м, $X_{\max} = 6000$ м, с ограничениями по раскладке ПП

В случае, когда раскладка ПП ограничена границей РК-РФ, но отстрел за пределами этой границы разрешен, зона набора кратности останется прежней и соответственно площадь района работ не изменится.

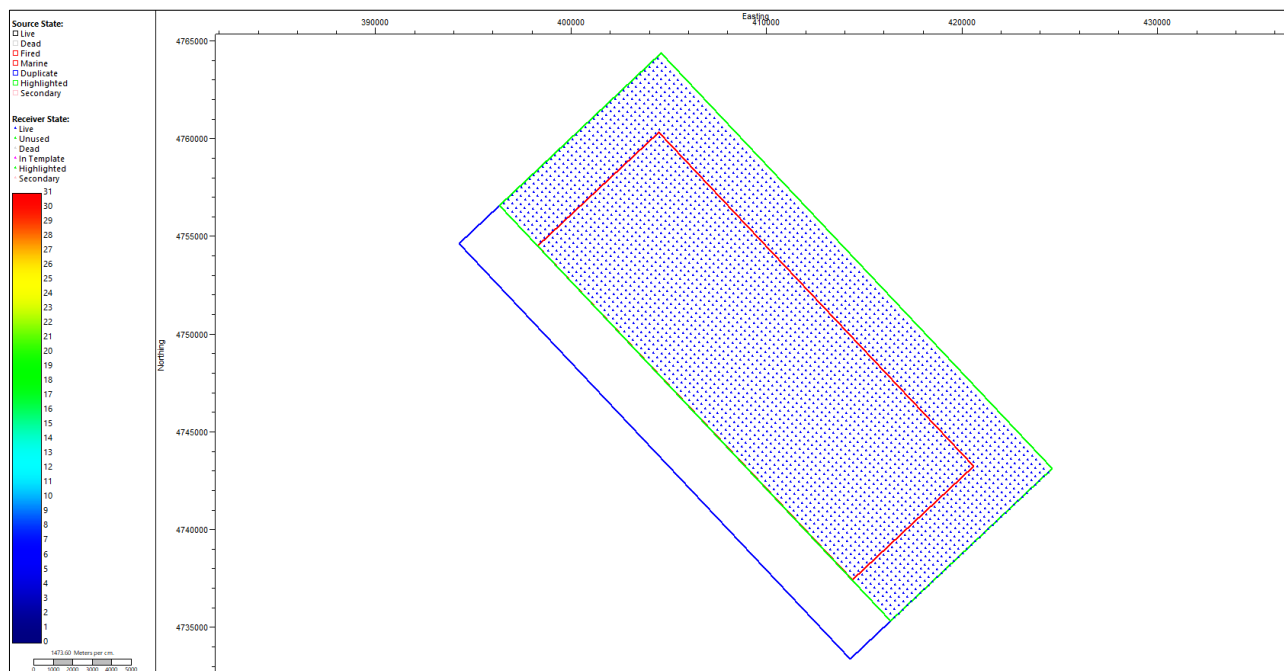


Рисунок 17. Заполнение площади съемки ПП. Вариант 300x300 м, $X_{\max} = 6000$ м, без ограничений. Синий контур – площадь работ. Красный контур – площадь блока (площадь заполнения максимальной номинальной кратностью). Зеленый контур – зона раскладки ПП. Синие треугольники – ПП

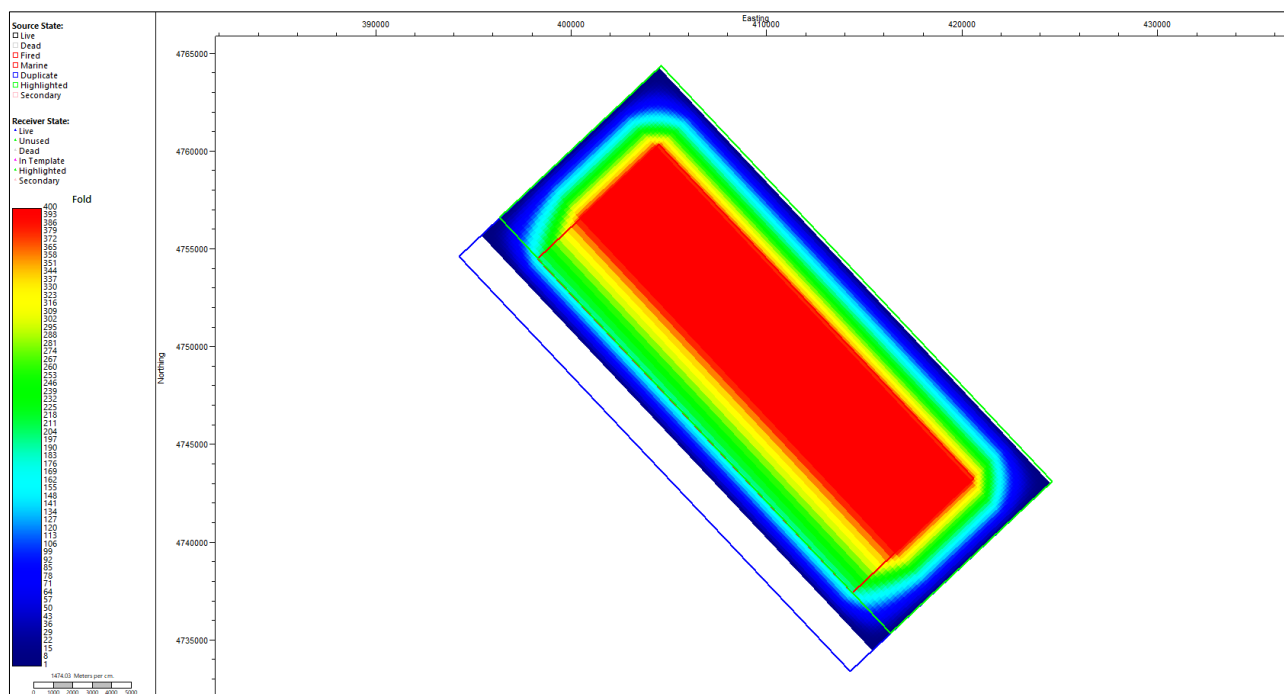


Рисунок 18. Карта номинальной кратности. Вариант 300x300 м, $X_{\max} = 6000$ м, с ограничениями по раскладке ПП.

Карта номинальной кратности существенно изменяется и площадь покрытия максимальной номинальной кратностью смещается от границы РК-РФ, что показано на рисунке 18.

Для данного варианта была рассчитана скатерограмма номинальной кратности с шагом $X_{\max} = 600$ м. Скатерограмма приведена на рисунках ниже.

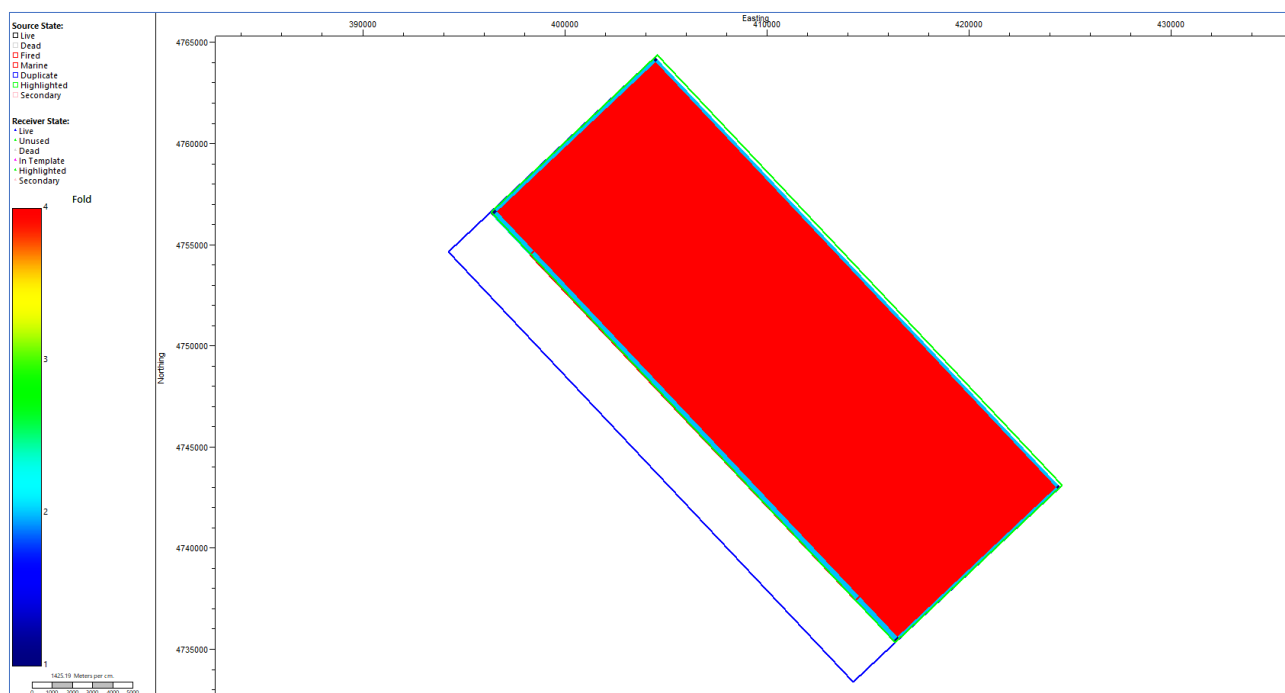


Рисунок 19. Карта номинальной кратности. Вариант 300x300 м, $X_{\max} = 600$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

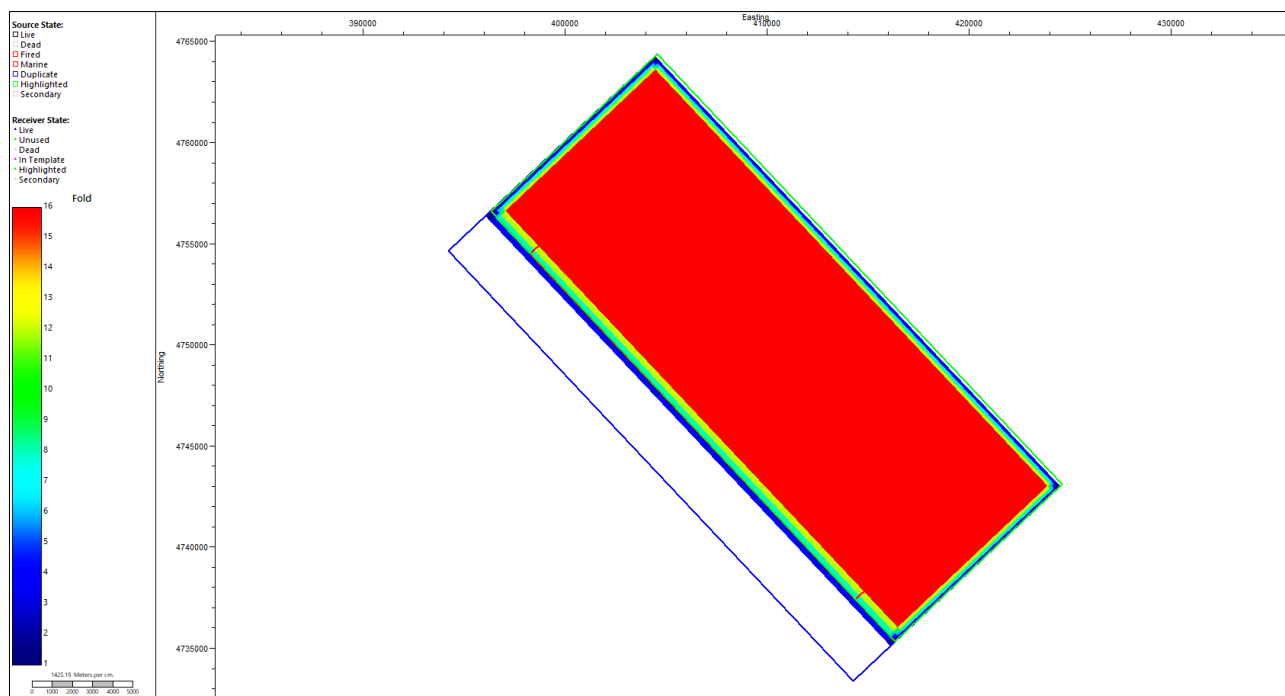


Рисунок 20. Карта номинальной кратности. Вариант 300x300 м, $X_{\max} = 1200$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

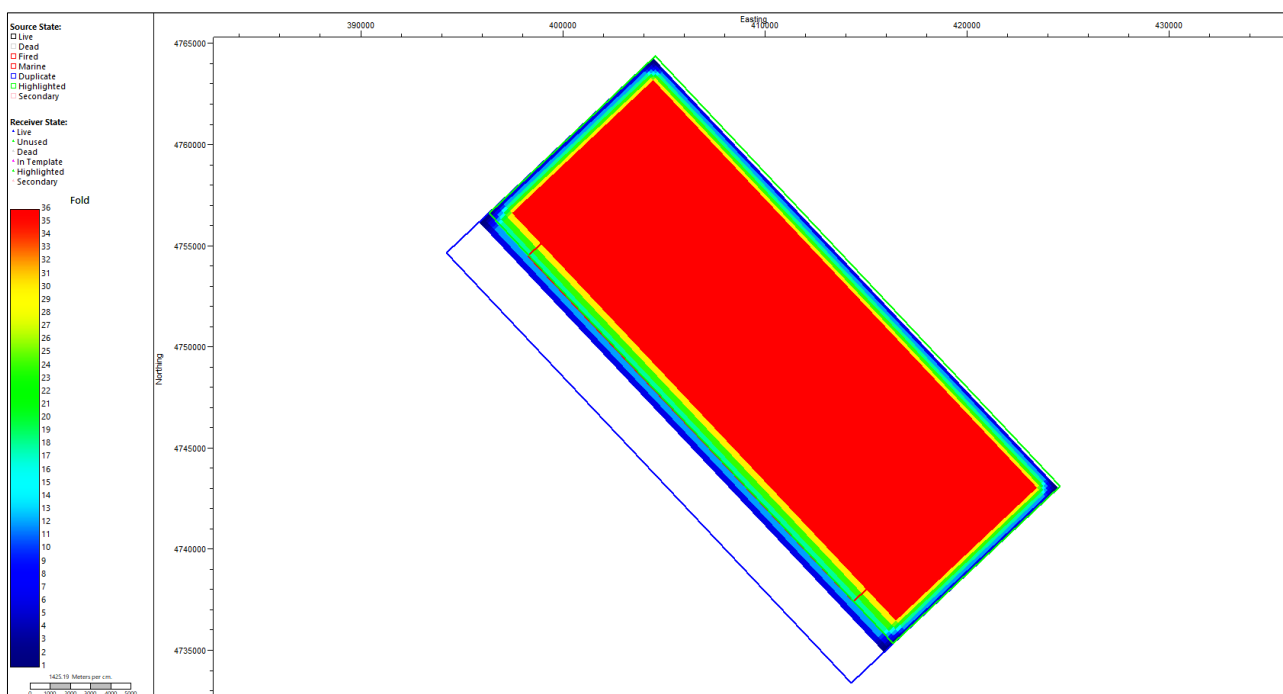


Рисунок 21. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 1800$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

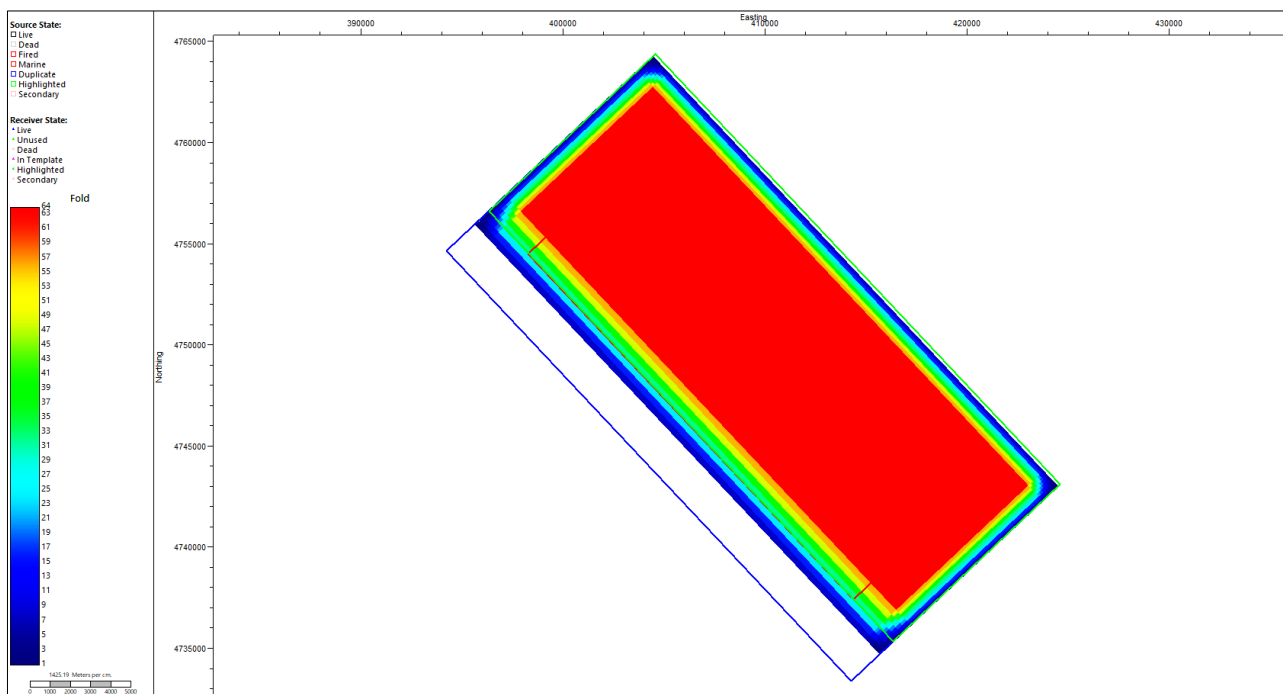


Рисунок 22. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 2400$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

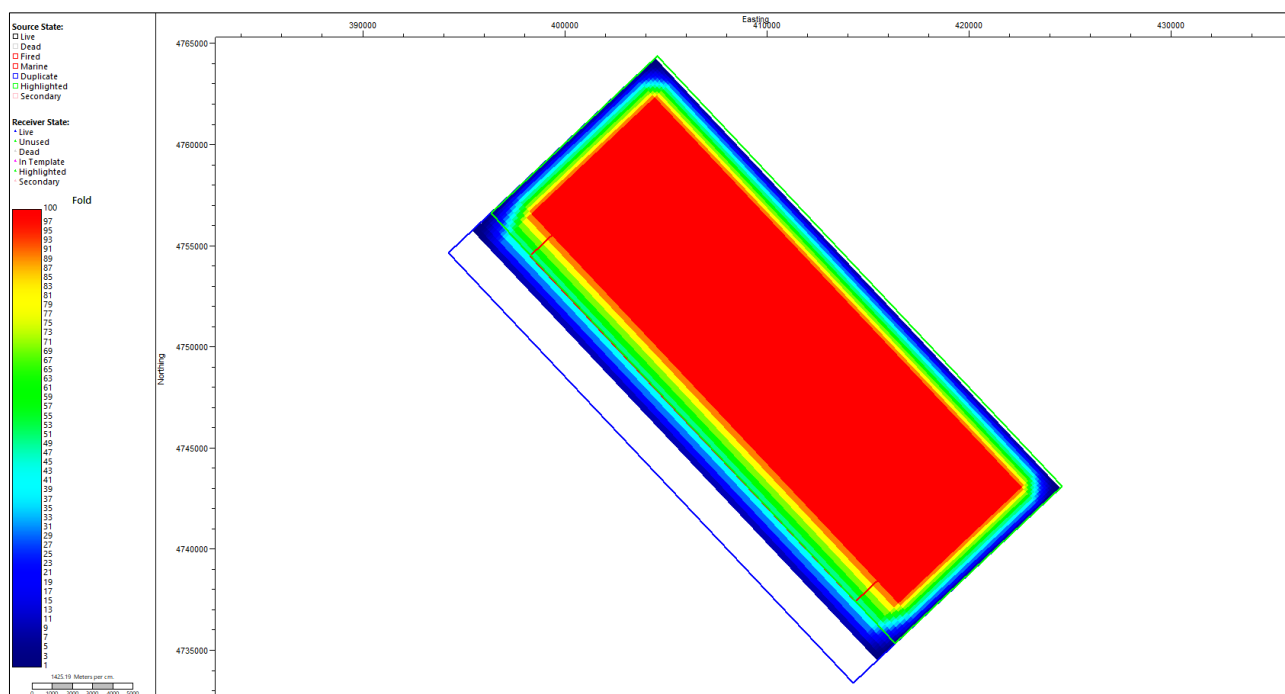


Рисунок 23. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 3000$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

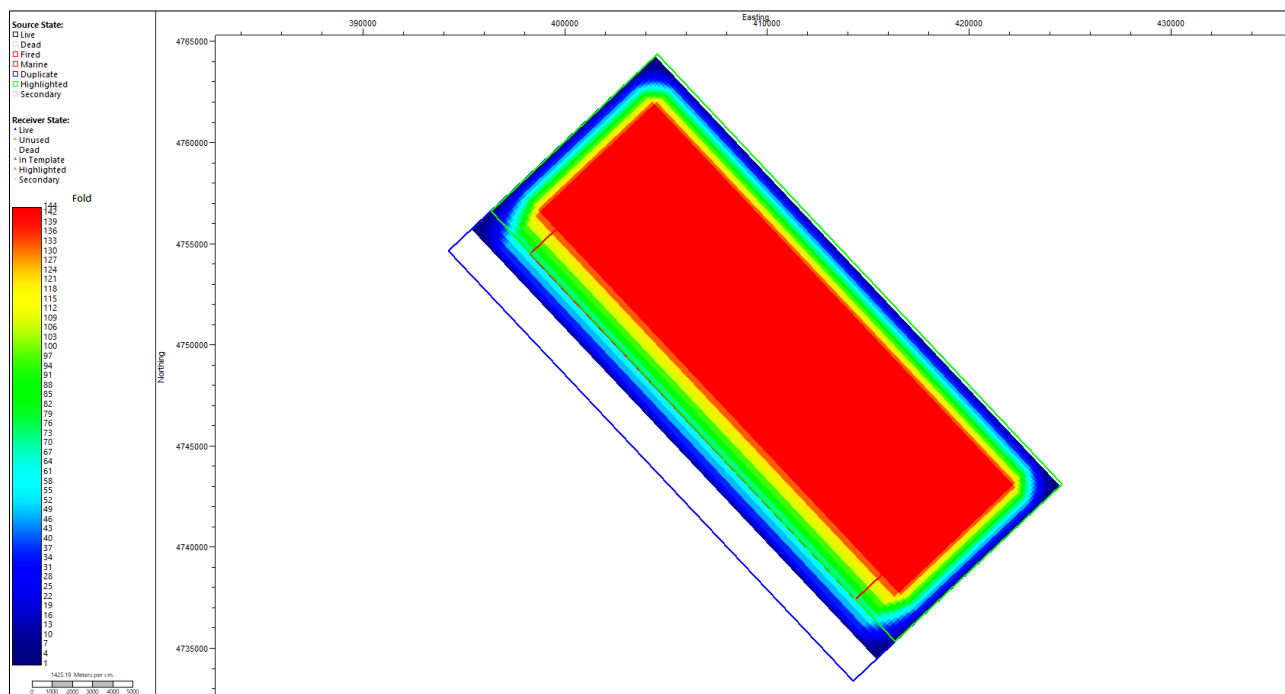


Рисунок 24. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 3600$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

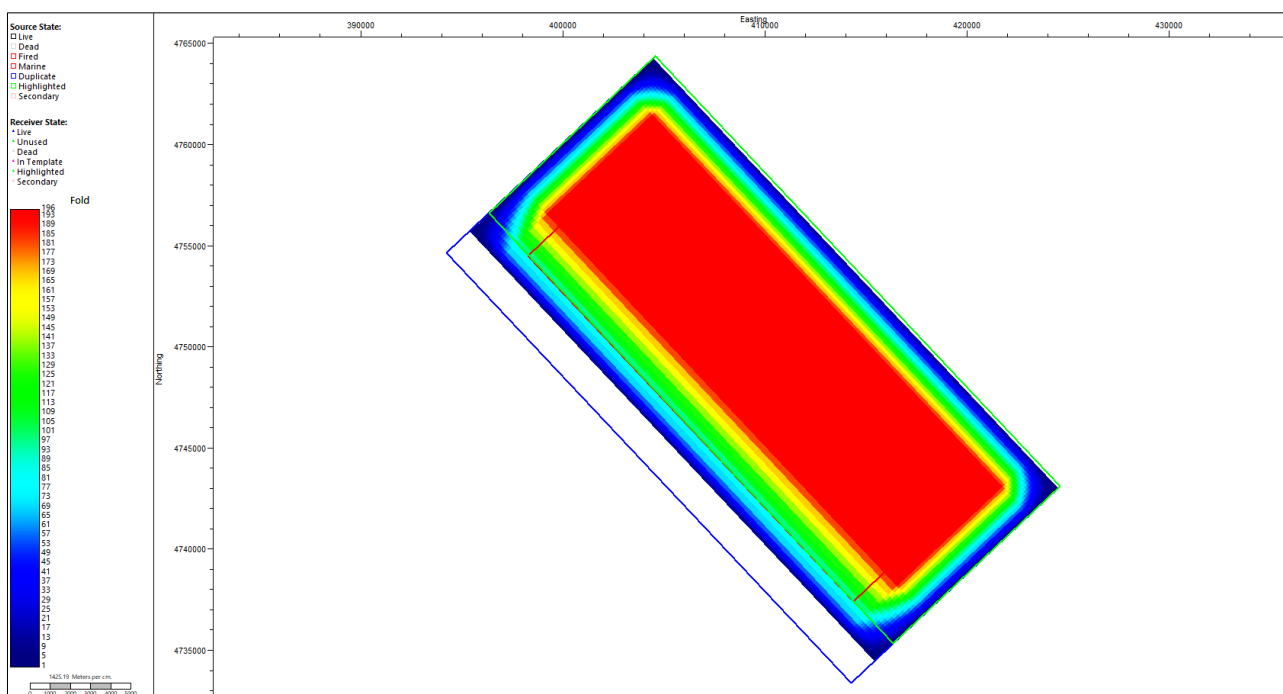


Рисунок 25. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{max} = 4200$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

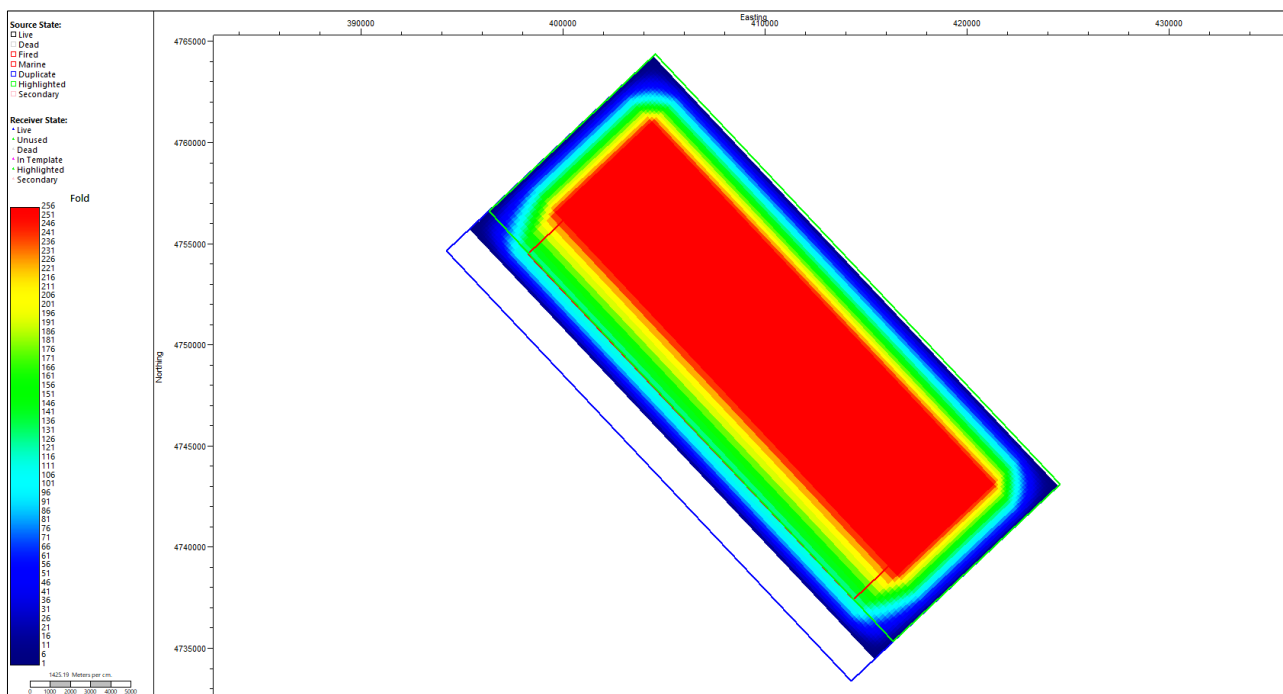


Рисунок 26. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{max} = 4800$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

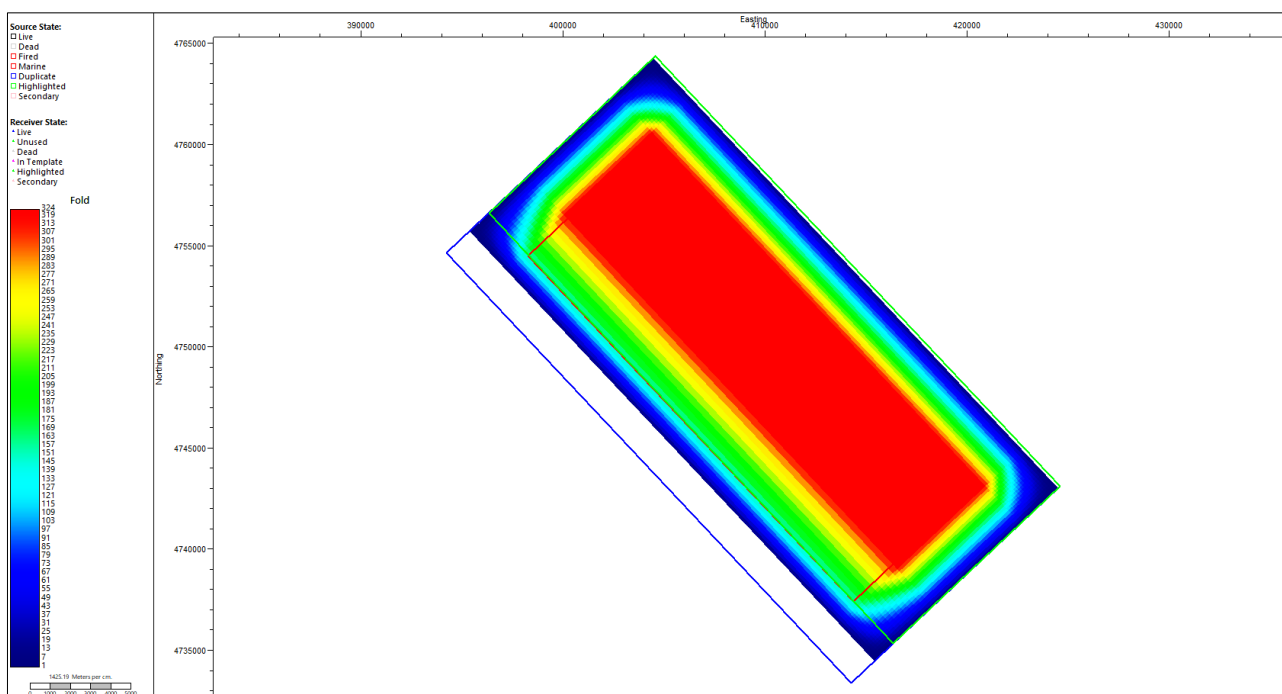


Рисунок 27. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{max} = 5400$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

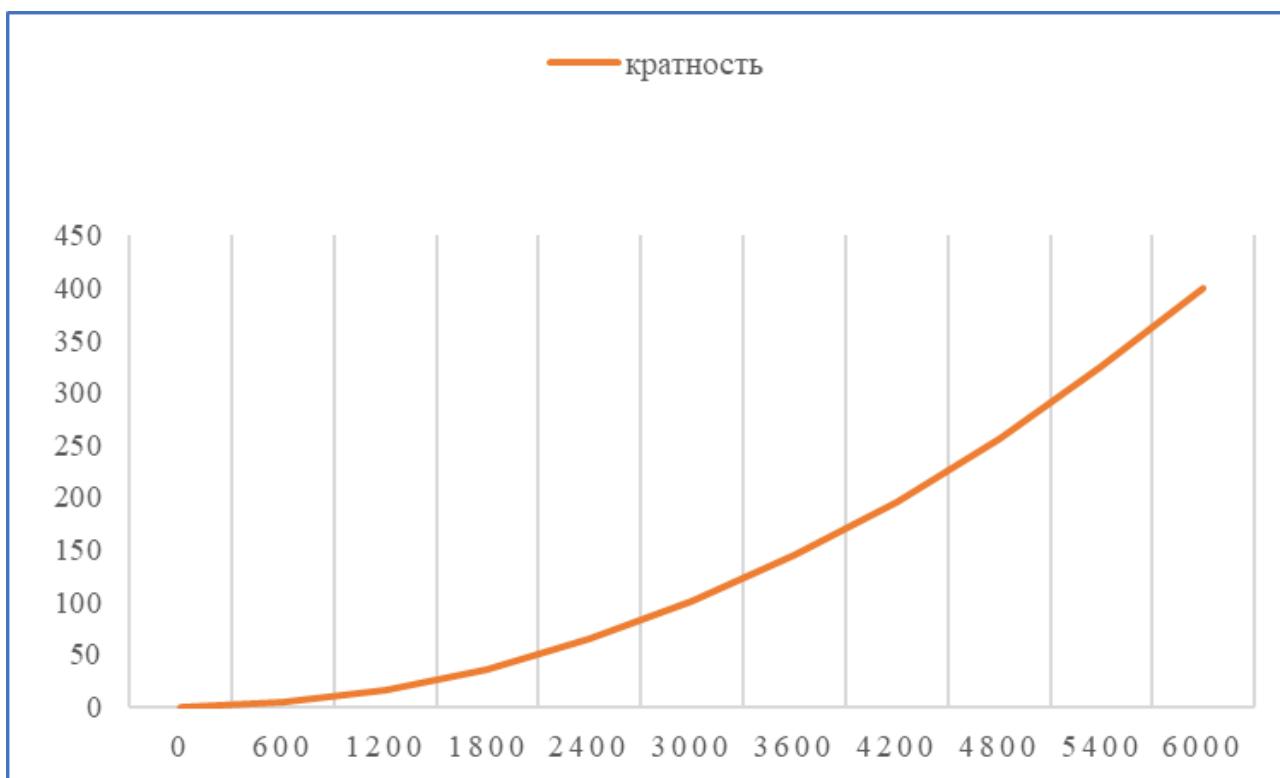


Рисунок 28. График зависимости номинальной полной кратности от X_{max} . Шаг ПП=шаг ЛПП=300 метров.

График зависимости номинальной полной кратности приведен на рисунке 28. Для данного типа расстановки график будет иметь тот же характер для всех вариантов. При уменьшении X_{max} график будет обрезан по оси X (ось X_{max}), а при увеличении шага ЛПП график будет иметь более пологий характер, что будет показано позже при рассмотрении вариантов с шагом ЛПП = 400 метров.

8.2.1.3. Шаг ПП = 300 м, $X_{\max} = 4800$ м, с ограничениями по раскладке ПП

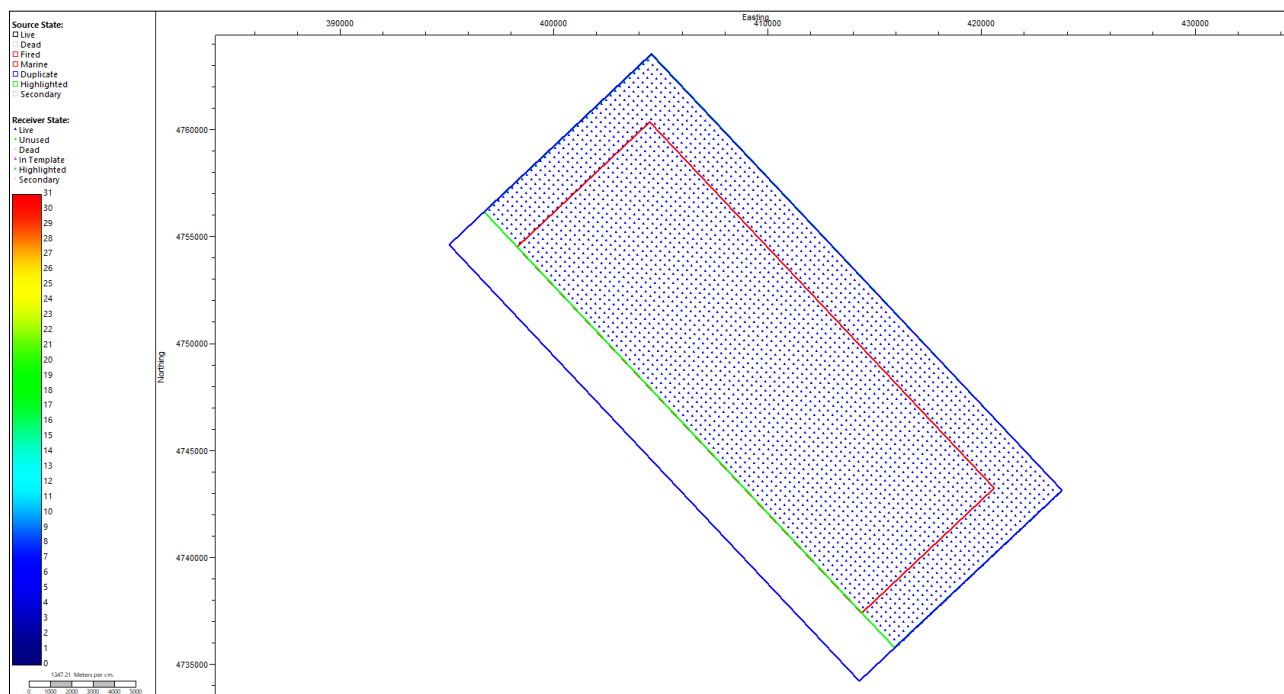


Рисунок 29. Заполнение площади съемки ПП. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 4800$ м, с ограничением раскладки ПП. Синий контур – площадь работ. Красный контур – площадь блока (площадь заполнения максимальной номинальной кратностью). Зеленый контур – зона раскладки ПП. Синие треугольники – ПП

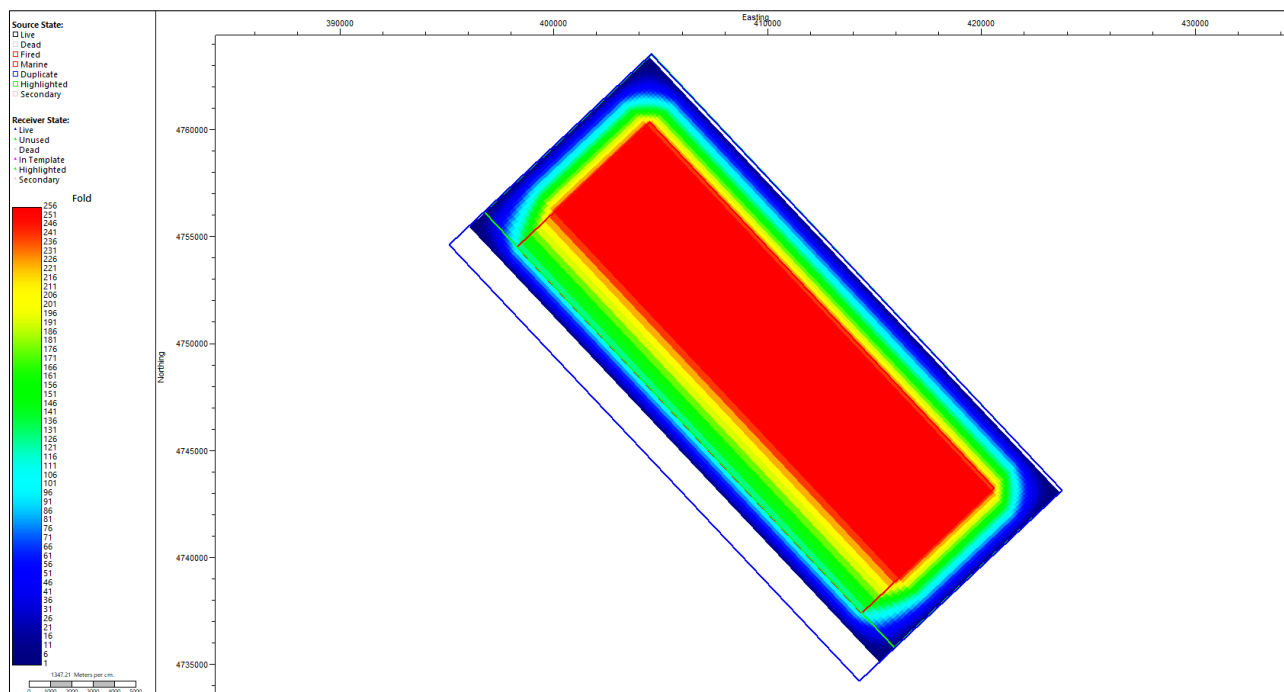


Рисунок 30. Карта номинальной кратности. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 4800$ м, с ограничениями по раскладке ПП.

При изменении $X_{\max}$ также изменится площадь работ (площадь раскладки ПП и площадь покрытия ПВ) из-за изменения размера зоны набора кратности. При уменьшении $X_{\max}$ уменьшится ширина зоны набора кратности. В случае $X_{\max}=4800$ м и шага ЛПП = 300м

ширина зоны набора кратности будет равна $2400 - 150 = 2250$ метров, что на 600 метров уже чем при $X_{\max} = 6000$ м.

Очевидно, что карта номинальной полной кратности повторяет карту из скатерограммы для $X_{\max} = 4800$ м.

8.2.1.4. Шаг ПП = 300 м, $X_{\max} = 7200$ м, с ограничением по раскладке ПП

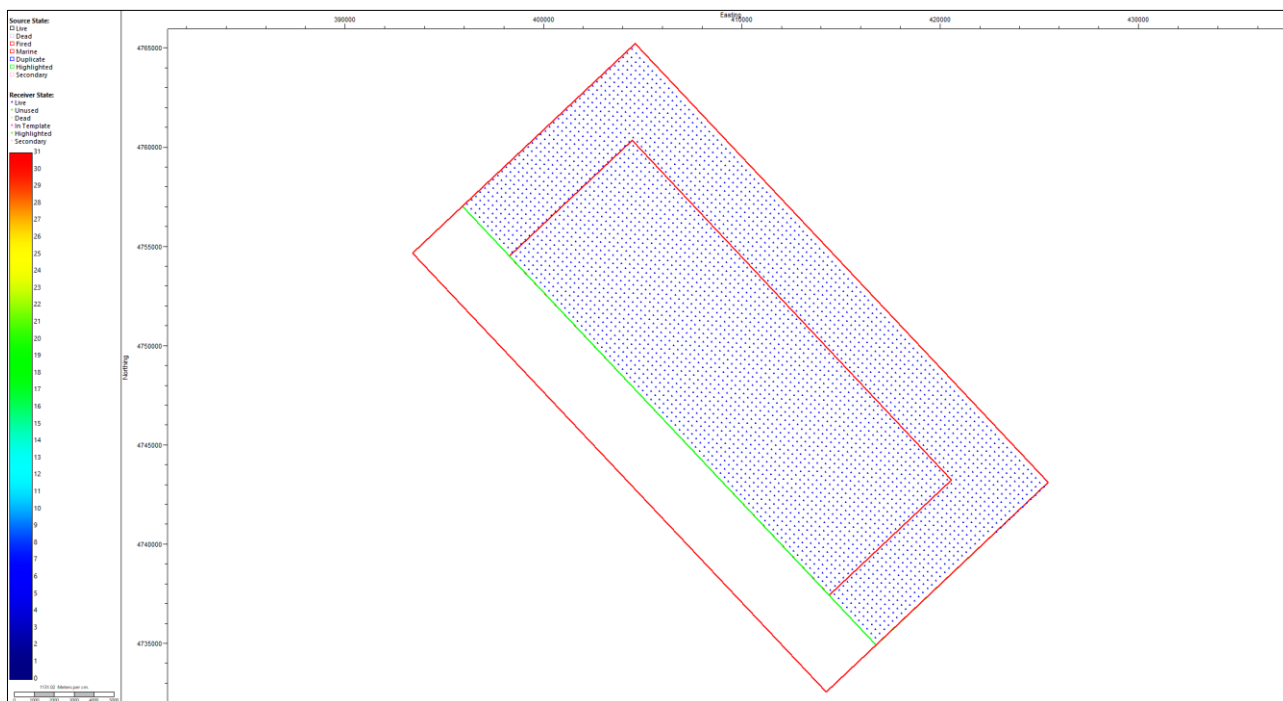


Рисунок 31. Заполнение площади съемки ПП. Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 7200$ м, с ограничением раскладки ПП. Синий контур – площадь работ. Красный контур – площадь блока (площадь заполнения максимальной номинальной кратностью). Зеленый контур – зона раскладки ПП. Синие треугольники – ПП.

При $X_{\max} = 7200$ м ширина зоны набора кратности существенно возрастает до значения в 3450 метров. Соответственно существенно возрастает площадь работ.

Данный вариант моделировался с целью показать, что такие значения удалений уже излишни, как и значения максимальной номинальной кратности.

Карта номинальной кратности показана на рисунке 32. Можно отметить, что даже на границе блока значения номинальной кратности равны 264 и быстро возрастают при удалении от границы, несмотря на ограничения по раскладке ПП.

Карта номинальной кратности при $X_{\max} = 7200$ м показана на рисунке 32, а на рисунке 33 показан увеличенный фрагмент карты в зоне границы блока.

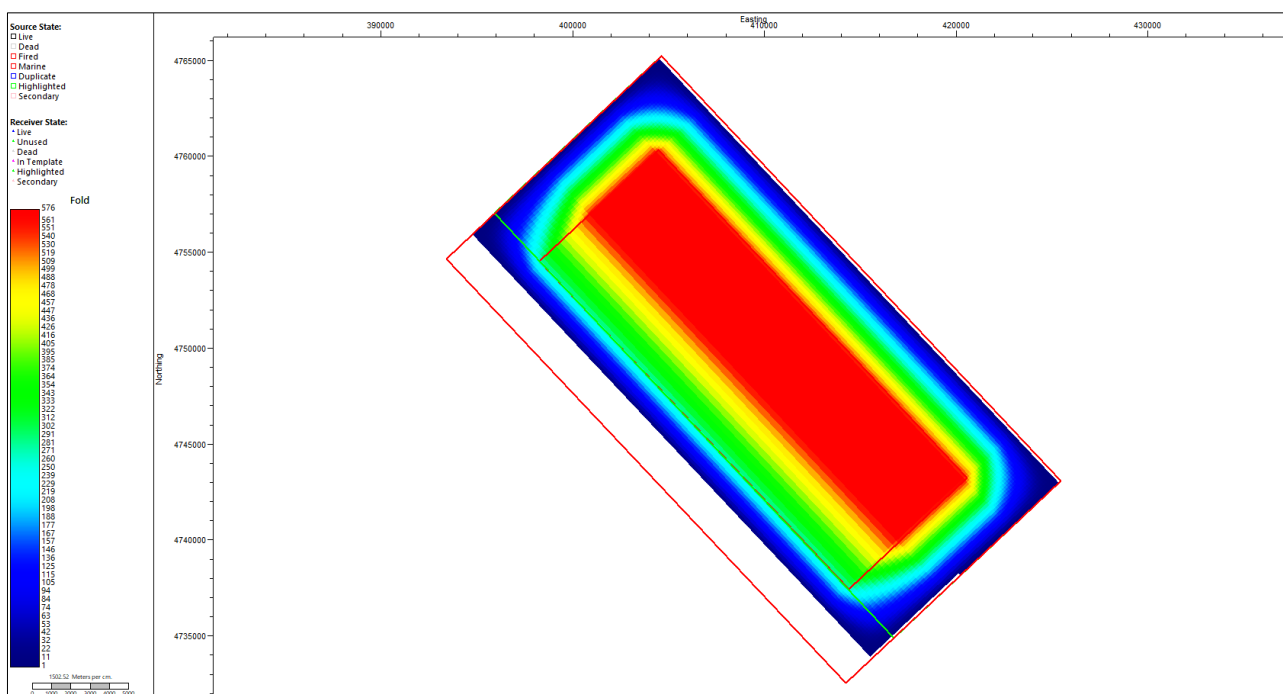


Рисунок 32. Карта номинальной кратности. Вариант 300x300 м, $X_{\max} = 7200$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

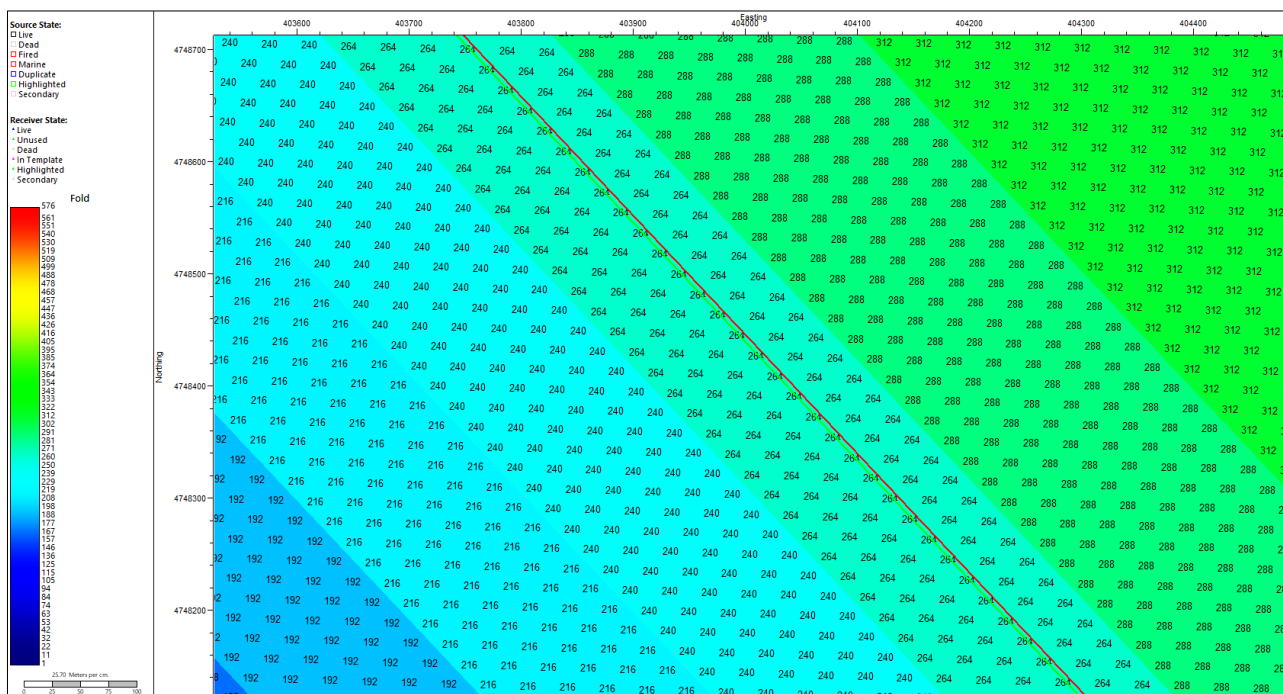


Рисунок 33. Увеличенный фрагмент карты номинальной кратности в зоне границы блока (красный контур). Вариант 300x300 м, $X_{\max} = 7200$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

8.2.1.5. Шаг ПП = 400 м, $X_{\max} = 6000$ м, без ограничений по раскладке ПП

Моделирование с шагом ПП было выполнено с целью оказать, что с увеличением шага ПП съемка по-прежнему имеет достаточно высокие значения кратности позволяющие решать поставленную задачу структурных построений и существенно улучшать соотношение сигнал/помеха.

Как известно улучшение соотношения сигнал помеха за счет кратности равно квадратному корню из значения кратности и в нашем случае для шага ПП в 300 м соотношение сигнал помеха возрастает в 20 раз, а для шага ПП в 400 метров в 15 раз.

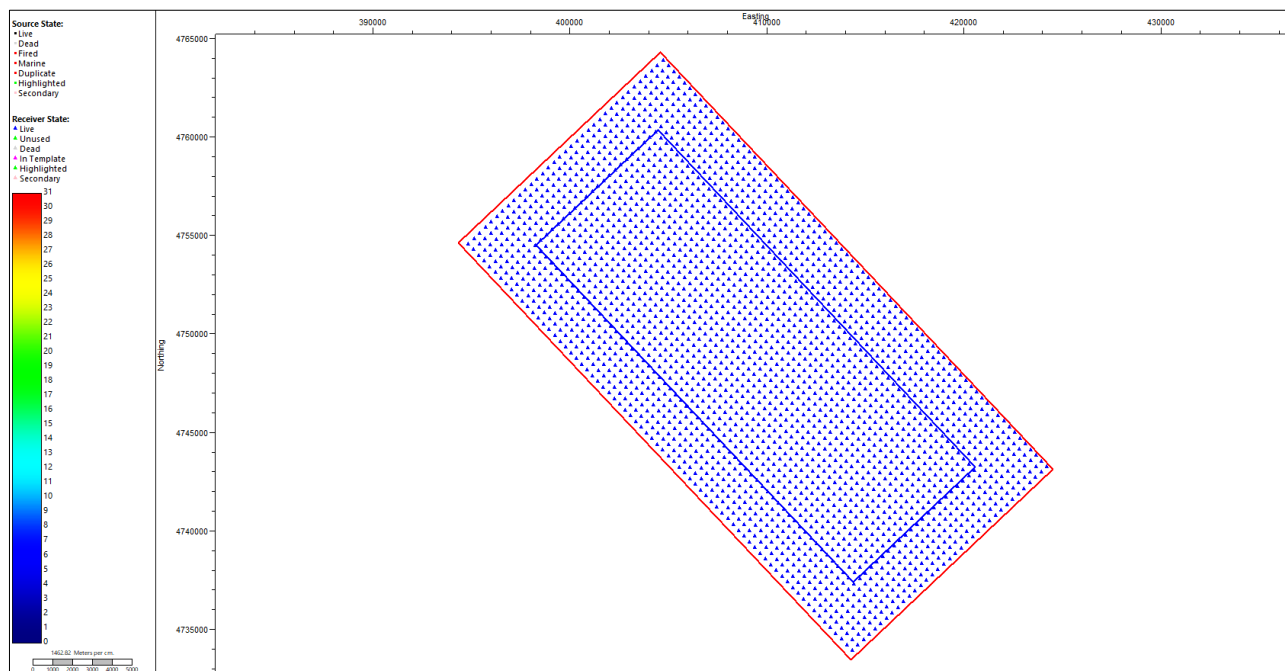


Рисунок 34. Заполнение площади съемки ПП. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 6000$ м, без ограничений раскладки ПП.
Синий контур – площадь блока (площадь заполнения максимальной номинальной кратностью). Красный контур – площадь работ. Синие треугольники – ПП.

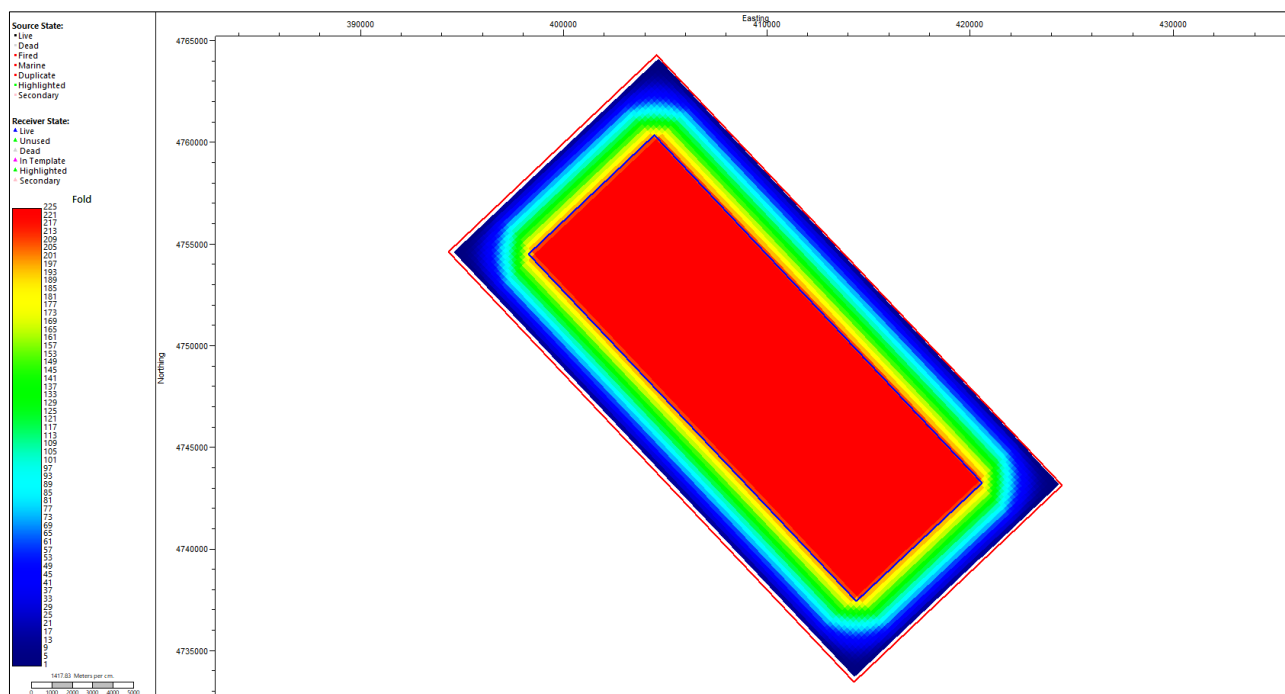


Рисунок 35. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 6000$ м, без ограничений по раскладке ПП.

Карты заполнения площади работ ПП и карта номинальной кратности для данного варианта показаны на рисунках 34 и 35 соответственно.

8.2.1.6. Шаг ПП = 400 м, $X_{\max} = 6000$ м, с ограничениями по раскладке ПП

Данный вариант, как будет показано ниже, оказался оптимальным с точки зрения решения задачи структурных построений, времени, требуемого на выполнение работ и минимального количества оборудования, требуемого для выполнения работ.

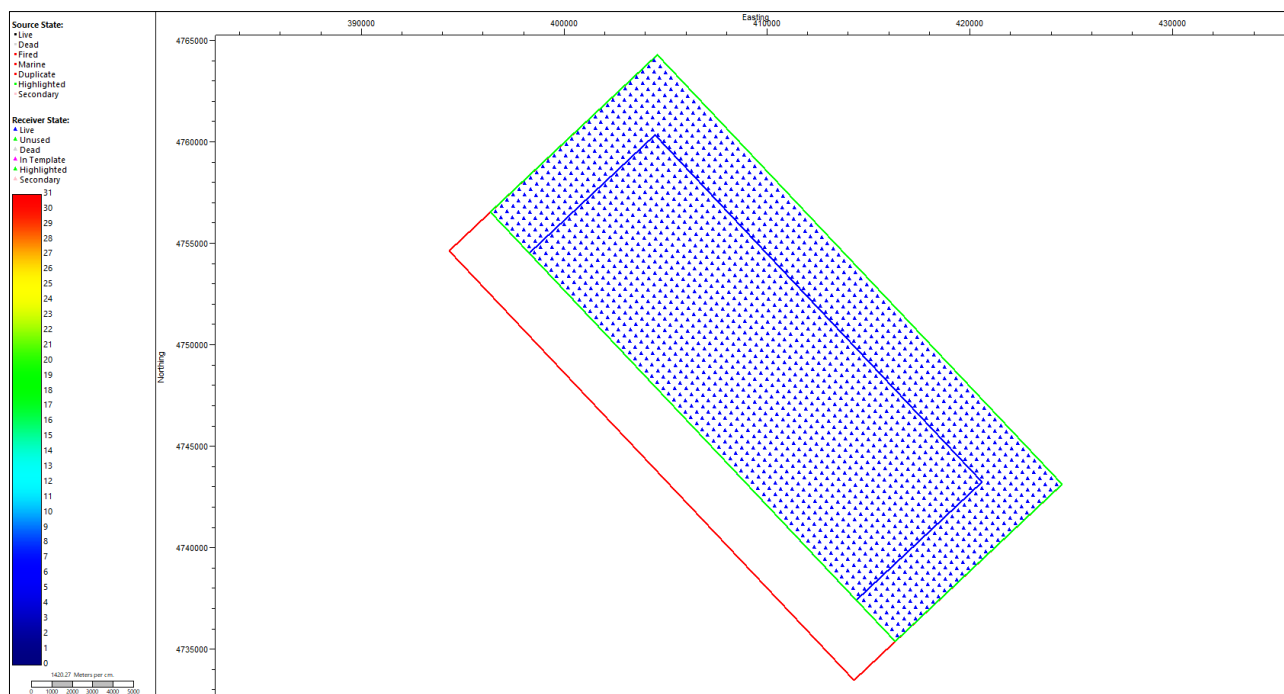


Рисунок 36. Заполнение площади съемки ПП. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 6000$ м, с ограничением раскладки ПП. Красный контур – площадь работ. Синий контур – площадь блока (площадь заполнения максимальной номинальной кратностью). Зеленый контур – зона раскладки ПП. Синие треугольники – ПП.

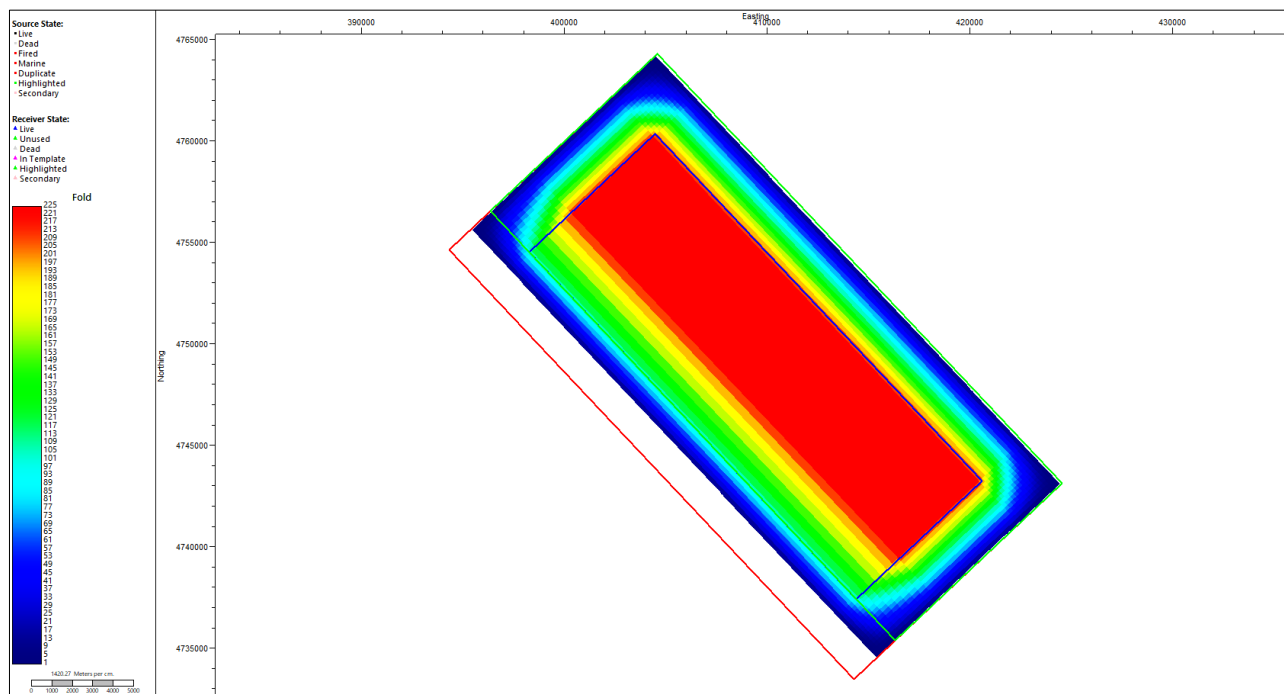


Рисунок 37. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 6000$ м, с ограничениями по раскладке ПП.

Для этого варианта также была рассчитана скатерограмма набора кратности с шагом $X_{\max} = 800$ м.

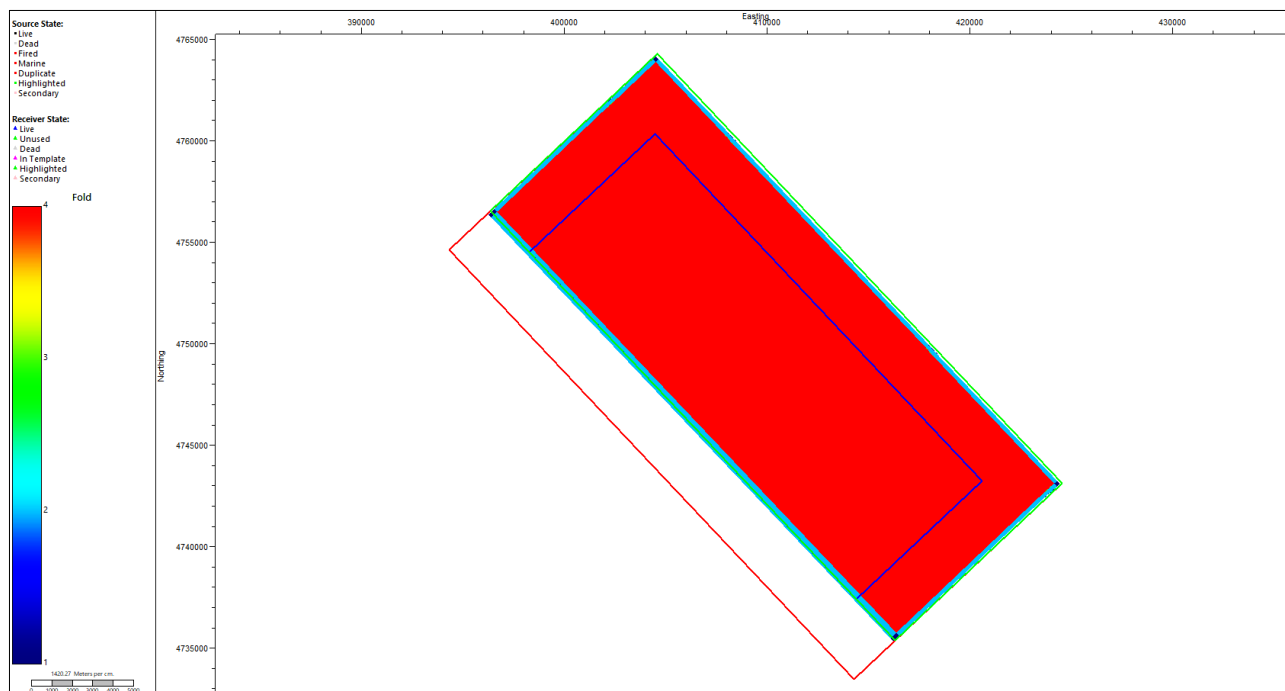


Рисунок 38. Карта номинальной кратности. Вариант 400x400 м, $X_{\max} = 800$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

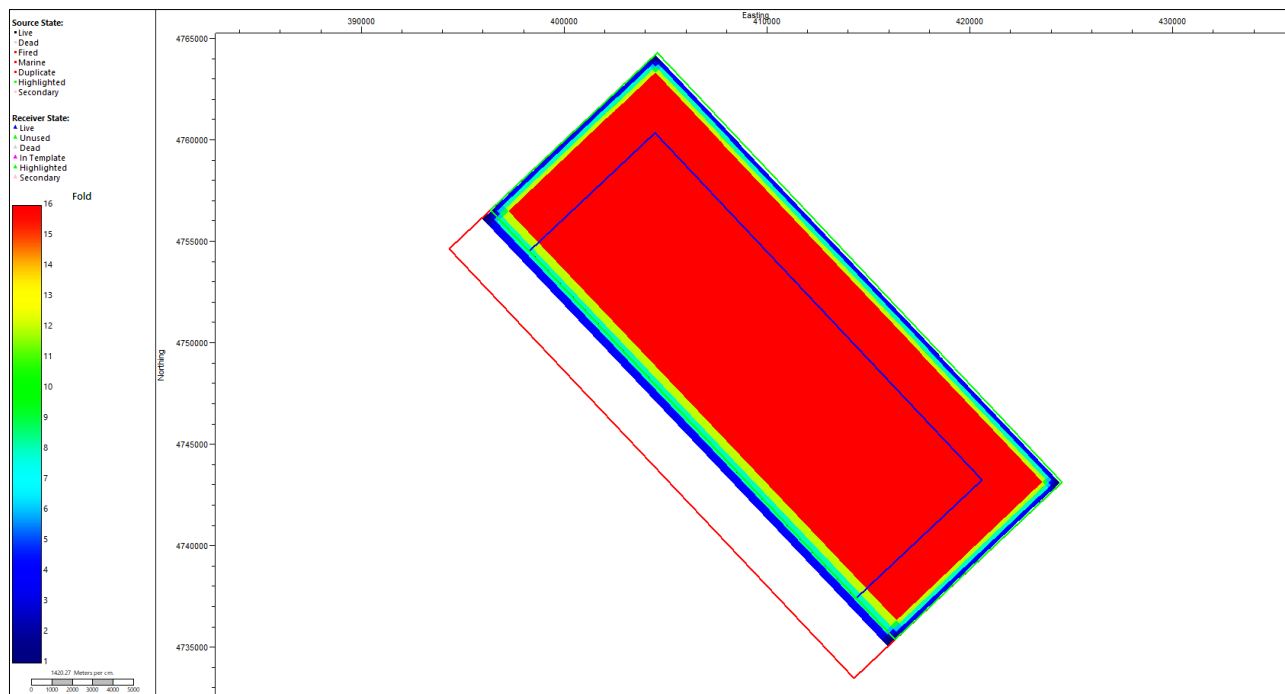


Рисунок 39. Карта номинальной кратности. Вариант 400x400 м, $X_{\max} = 1600$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

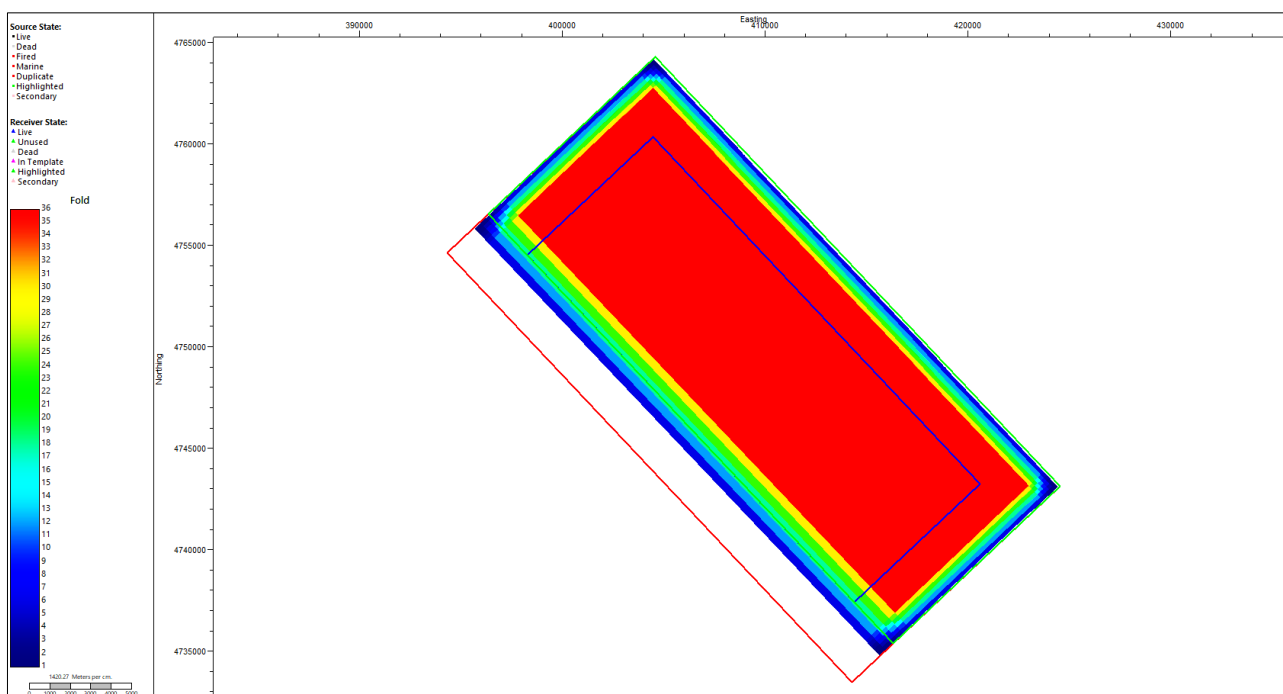


Рисунок 40. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 2400$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

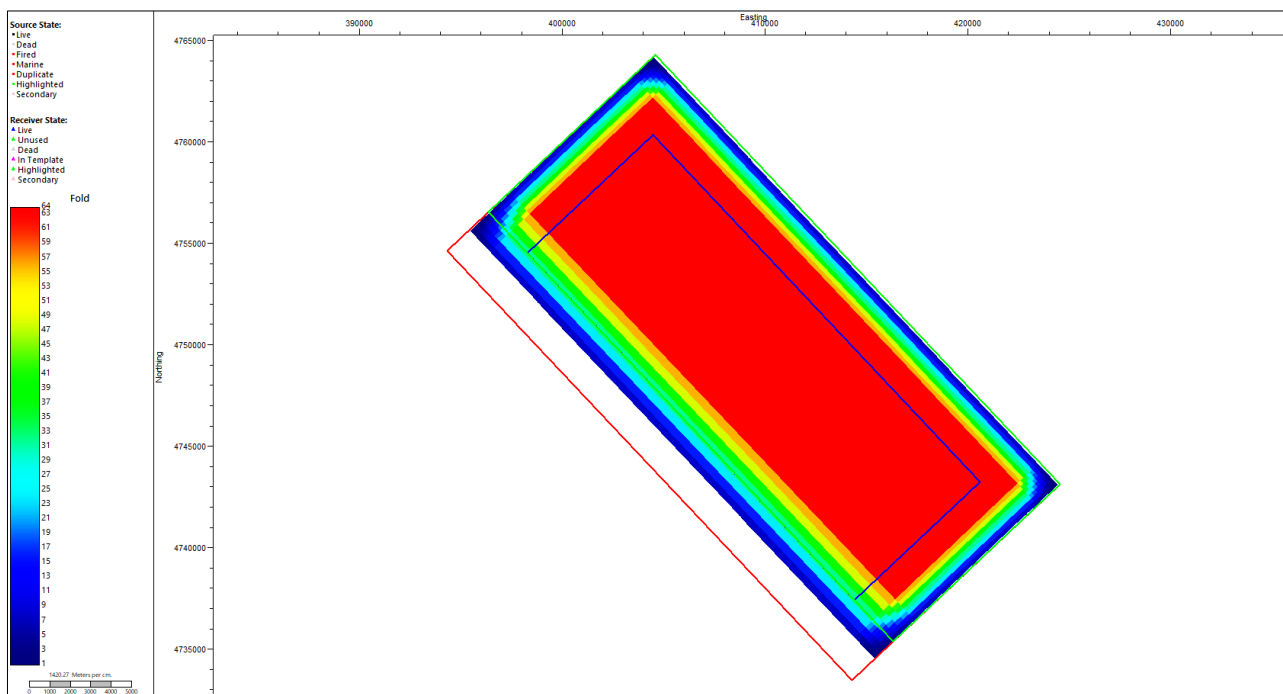


Рисунок 41. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 3200$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

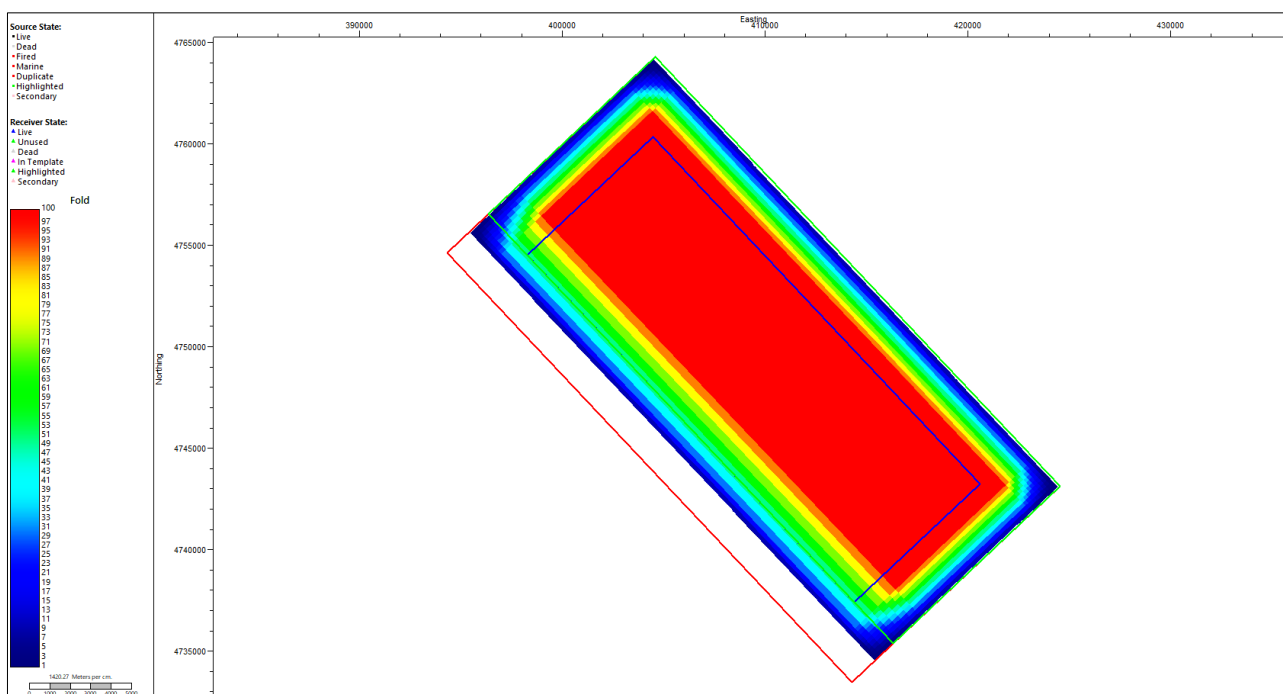


Рисунок 42. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 4000$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

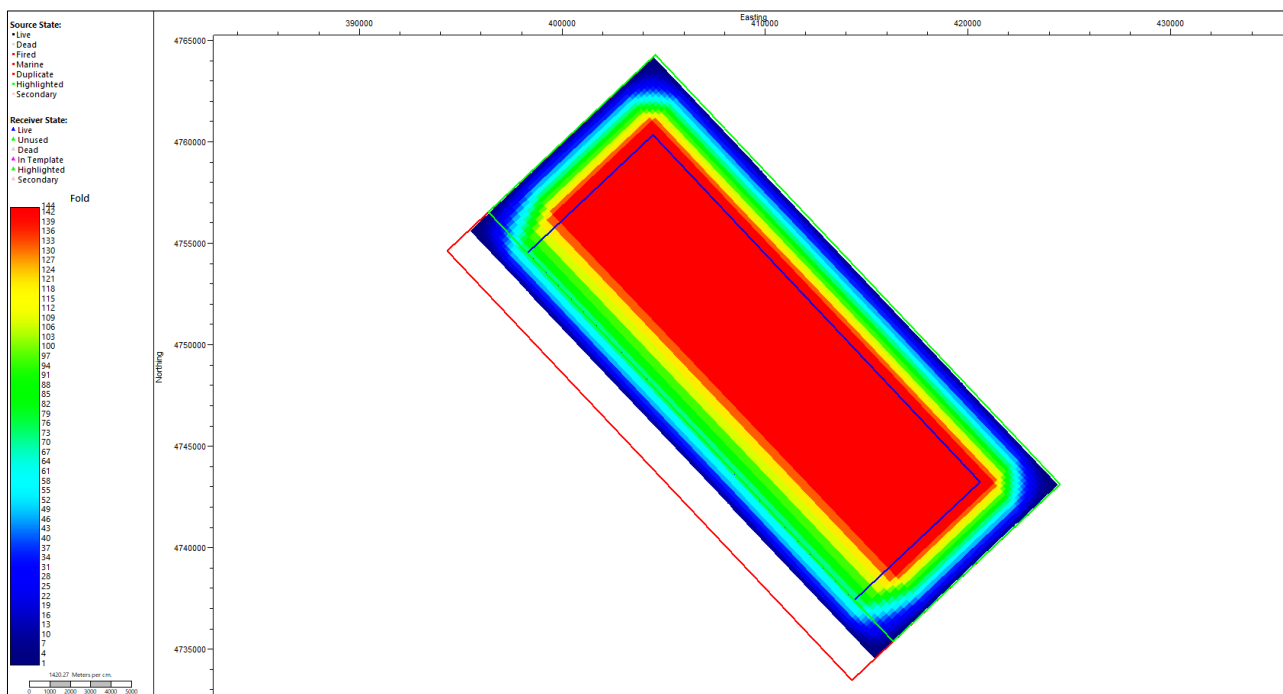


Рисунок 43. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 4800$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

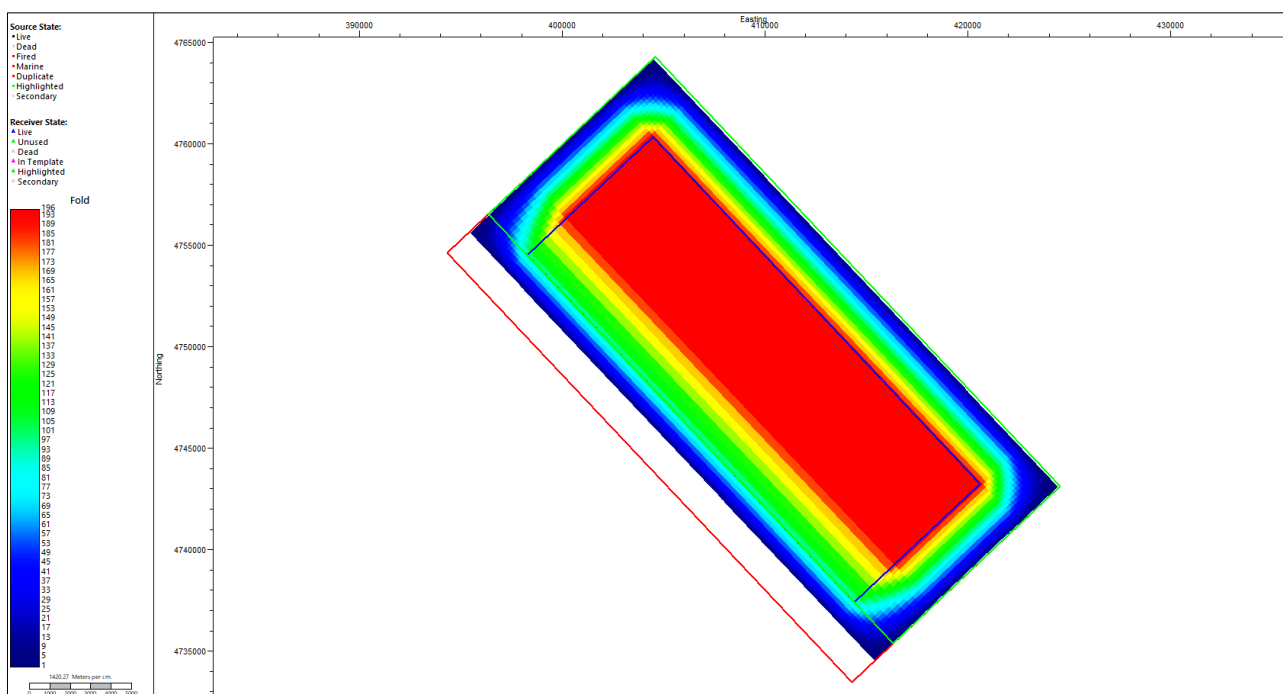


Рисунок 44. Карта номинальной кратности. Вариант 400х400 м, $X_{\max} = 5600$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

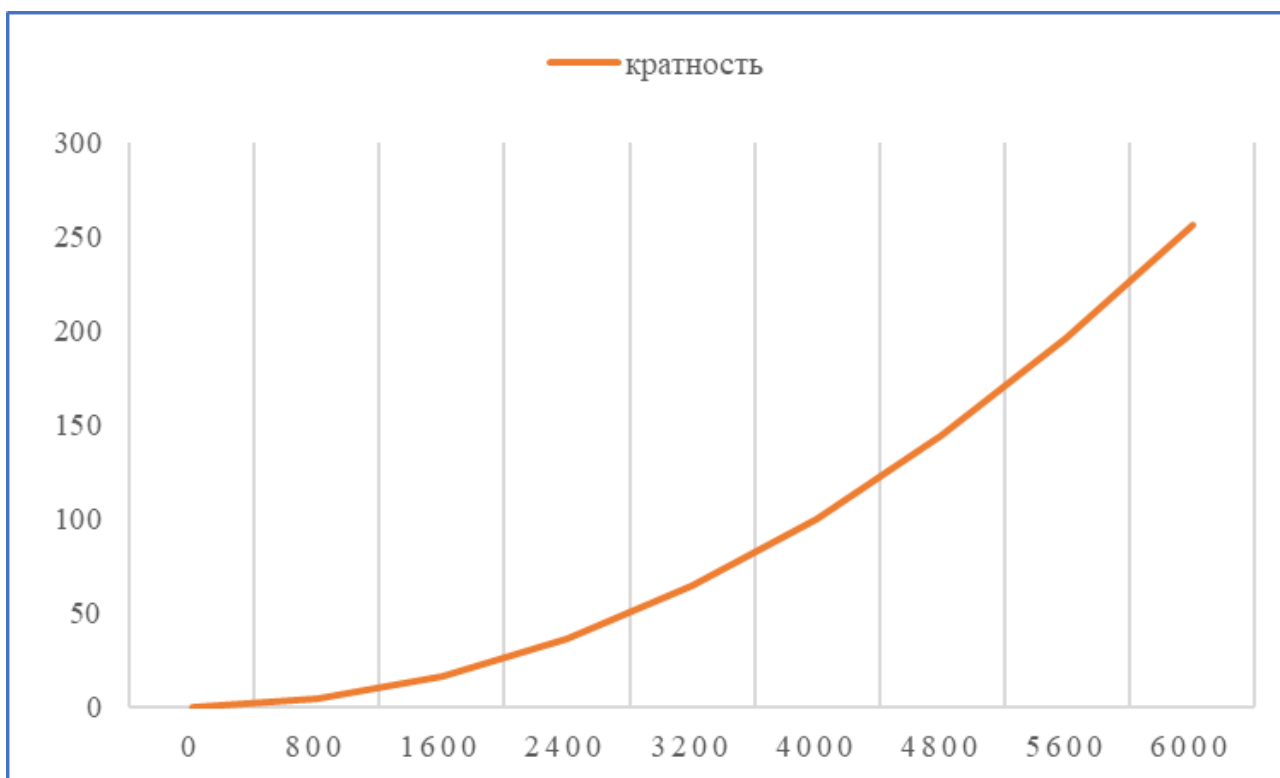


Рисунок 45. График зависимости номинальной полной кратности от $X_{\max}$. Шаг ПП = шаг ЛПП=400 метров.

8.2.2. Площадь 225 км²

Моделирование на площади 225 км² было выполнено с целью сравнения площади работ и оценки увеличения минимального количества оборудования необходимого для выполнения работ.

Карты номинальной кратности и карты заполнения площади работ выглядят практически идентичными с картами для тех же параметров на площади 200 км² с той разницей что площадь возрастает на 12,5%. Карты для двух вариантов шага ПП показаны ниже.

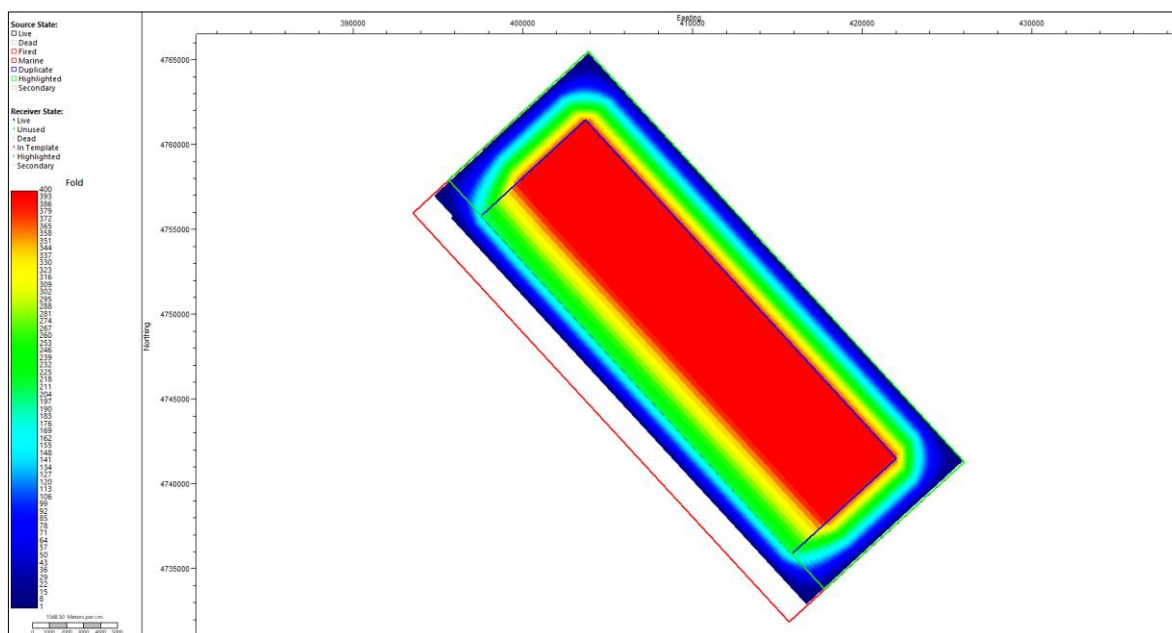


Рисунок 46. Карта номинальной кратности для площади 225 км². Вариант 300x300 м, X_{max} = 6000 м. с ограничениями по раскладке ПП.

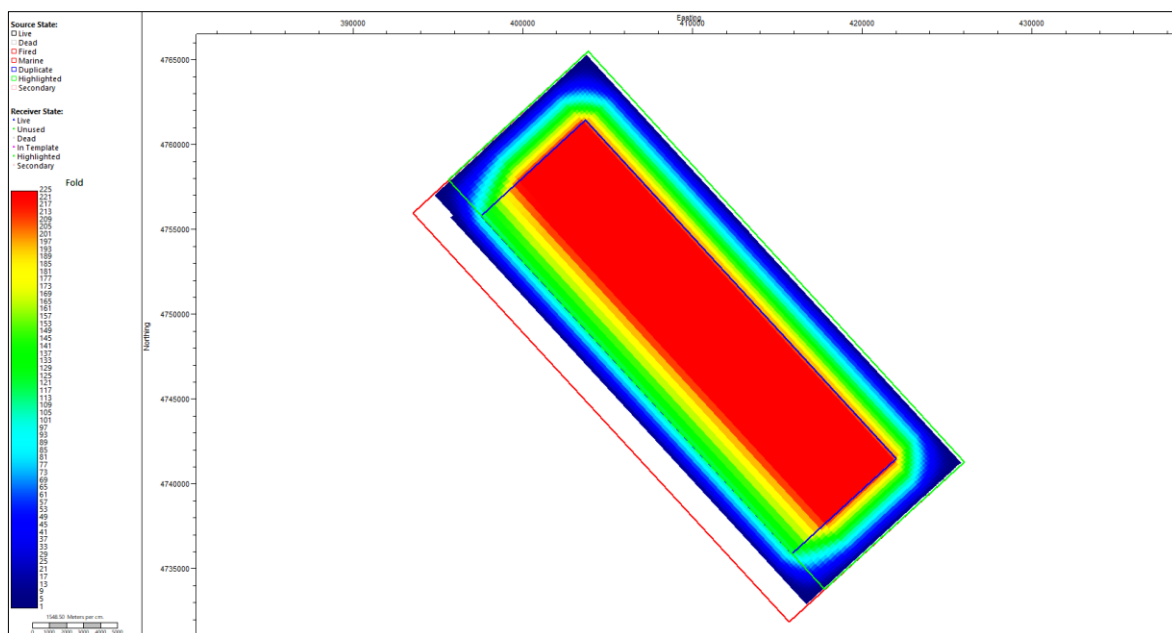


Рисунок 47. Карта номинальной кратности для площади 225 км². Вариант 400x400 м, X_{max} = 6000 м. с ограничениями по раскладке ПП.

Характер карт идентичен за исключением максимального значения номинальной полной кратности и полностью повторяет характер карт для 200 км² с идентичными параметрами.

8.3. Диаграммы распределения азимутов и удалений

Для всех вариантов были рассчитаны диаграммы распределения азимутов и удалений. Расчеты диаграмм проиллюстрированы на рисунках ниже.

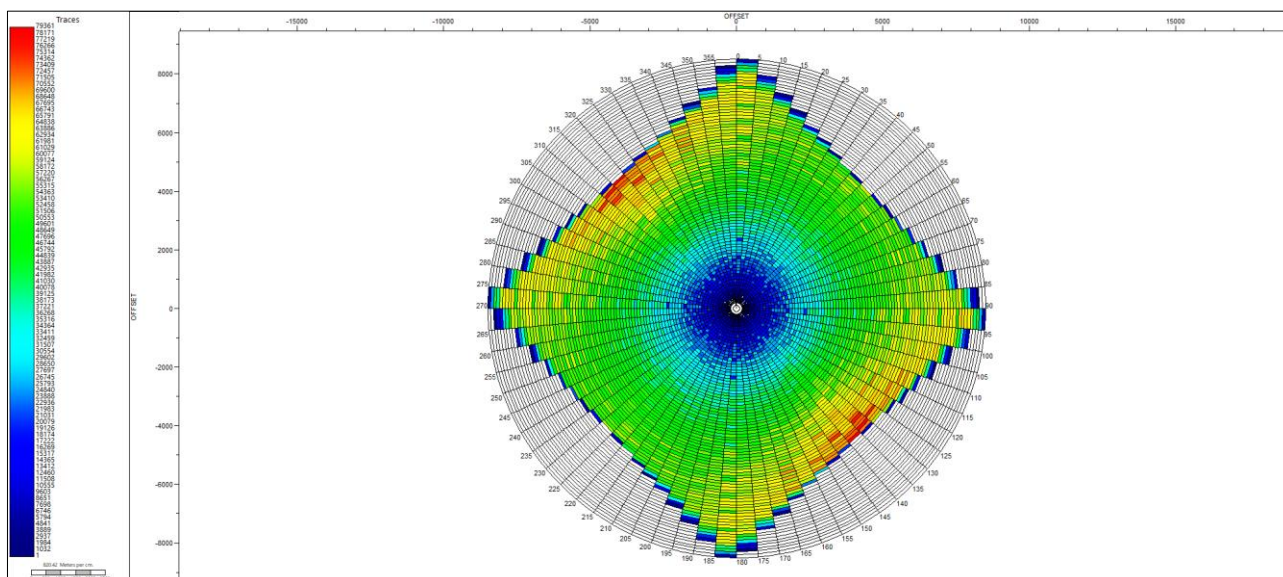


Рисунок 48. Диаграмма распределения азимутов для площади 200 км². Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 6000$ м. без ограничений по раскладке ПП.

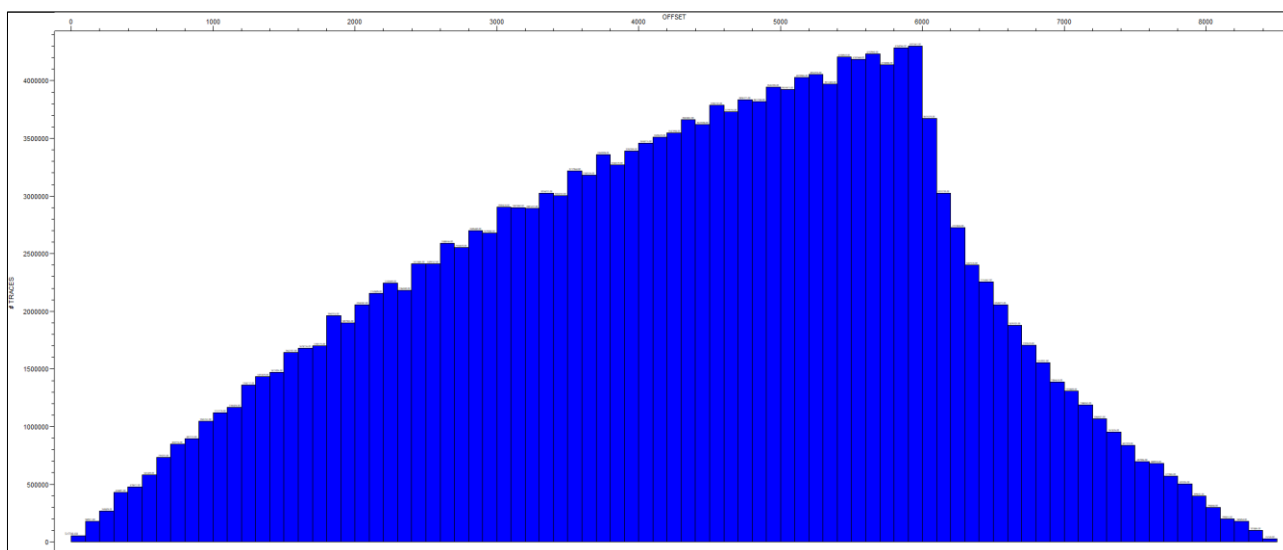


Рисунок 49. Диаграмма распределения удалений источник-приемник для площади 200 км². Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 6000$ м. без ограничений по раскладке ПП.

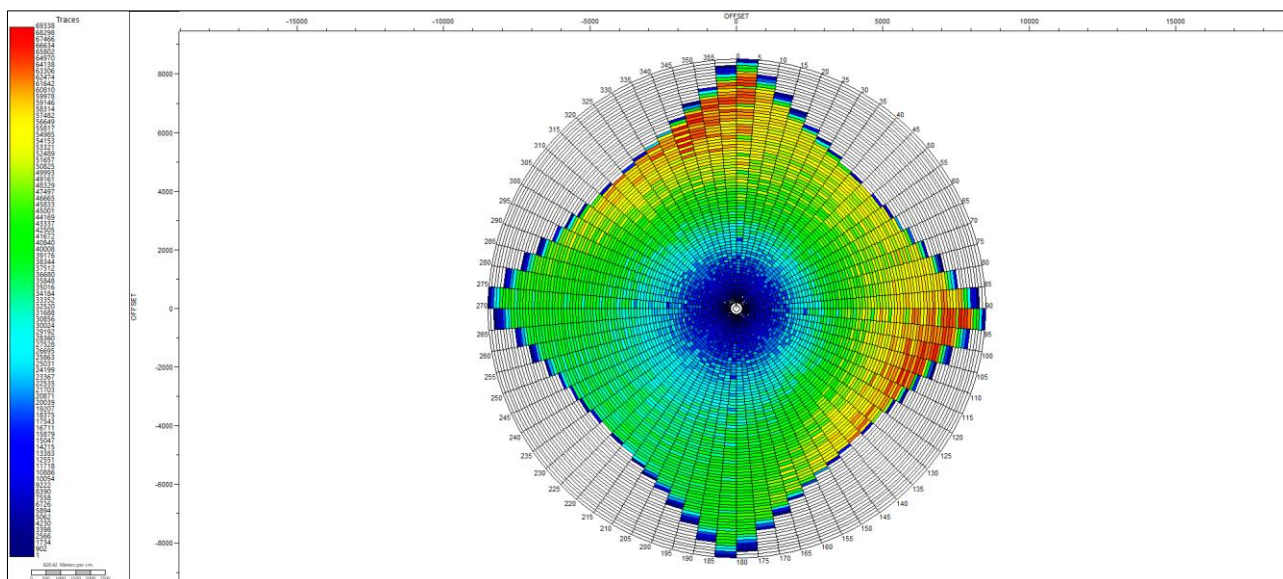


Рисунок 50. Диаграмма распределения азимутов для площади 200 км². Вариант 300х300 м, X_{max} = 6000 м. с ограничениями по раскладке ПП.

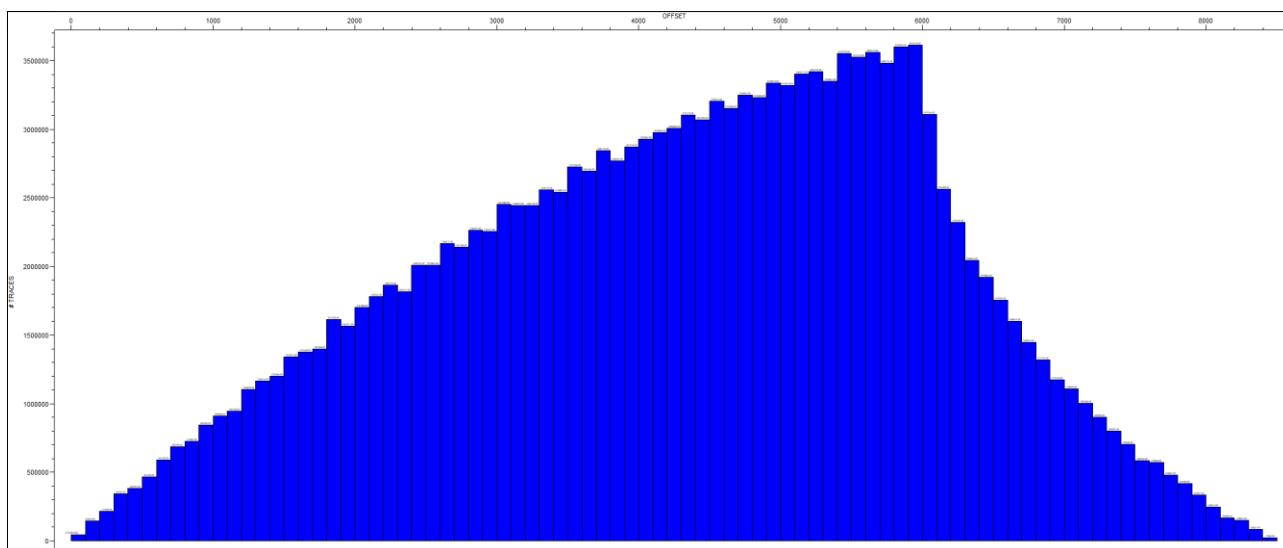


Рисунок 51. Диаграмма распределения удалений источник-приемник для площади 200 км². Вариант 300х300 м, X_{max} = 6000 м. с ограничениями по раскладке ПП.

По характеру диаграммы азимутов и диаграммы распределения удалений очень близки для вариантов, имеющих различие только в ограничении раскладки ПП. Диаграммы азимутов заметно различаются из-за ограничений в раскладке ПП на офсетах выше 6000 м, но на меньших офсетах это различие не существенно.

Диаграммы распределения удалений приемник-источник различаются только количеством трасс для каждого из значений удалений, но характер распределения практически идентичен.

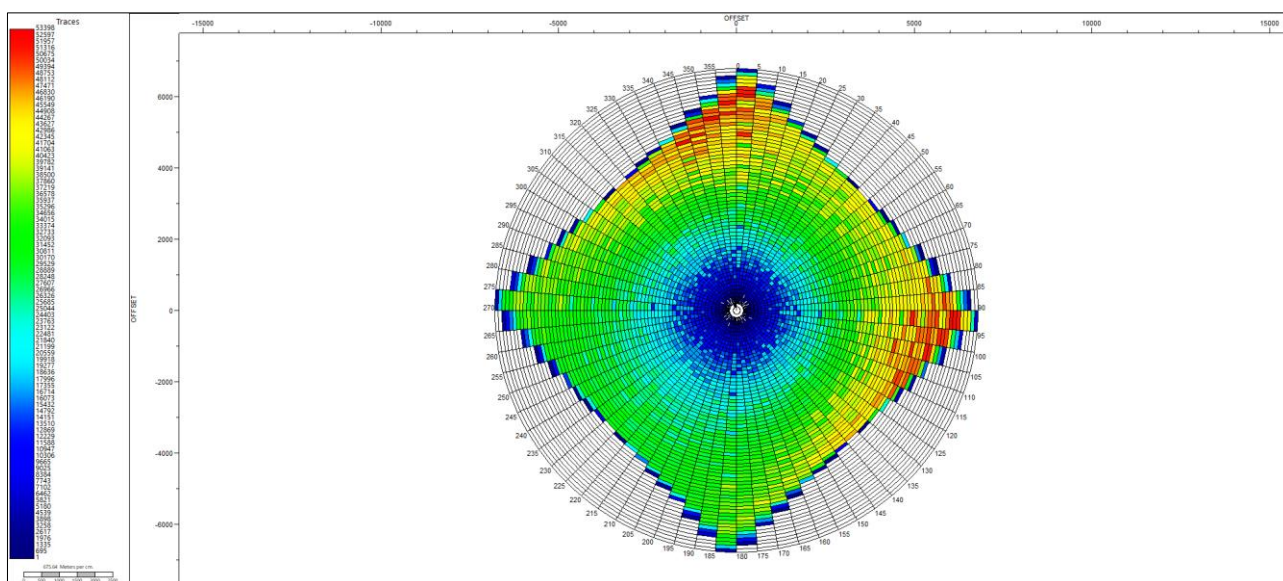


Рисунок 52. Диаграмма распределения азимутов для площади 200 км². Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 4800$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

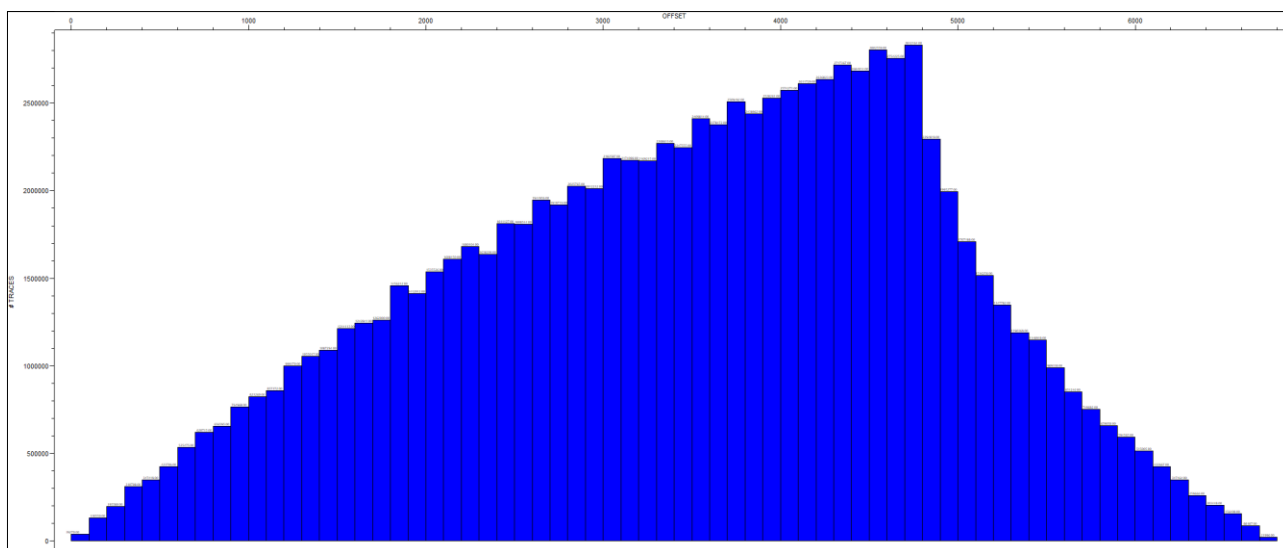


Рисунок 53. Диаграмма распределения удалений источник-приемник для площади 200 км². Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 4800$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

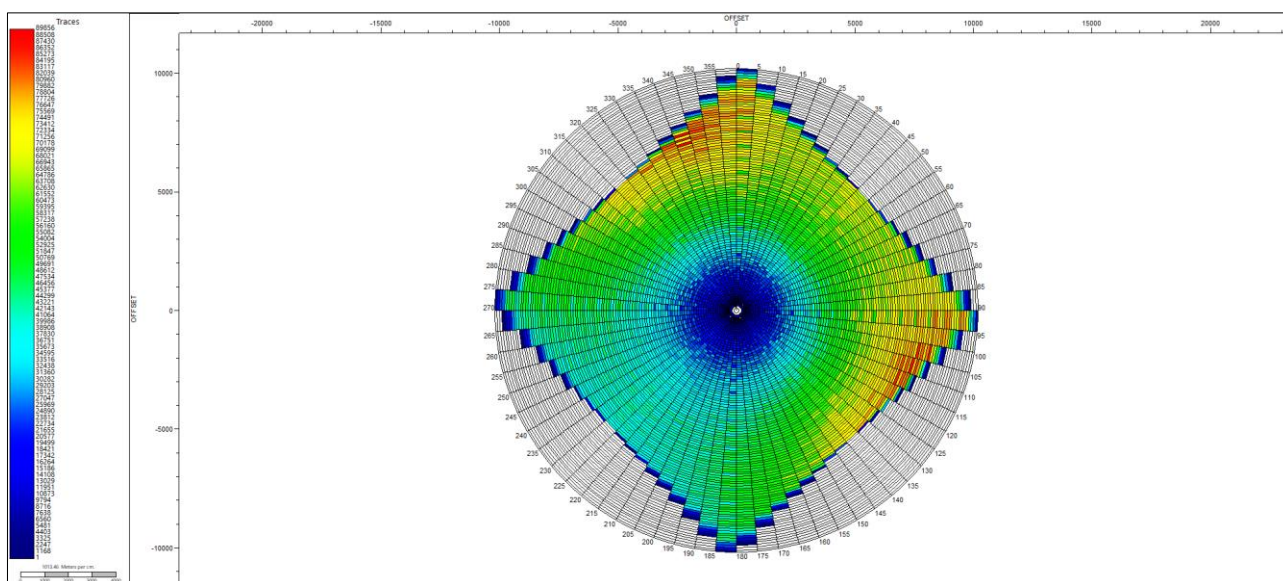


Рисунок 54. Диаграмма распределения азимутов для площади 200 км². Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 7200$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

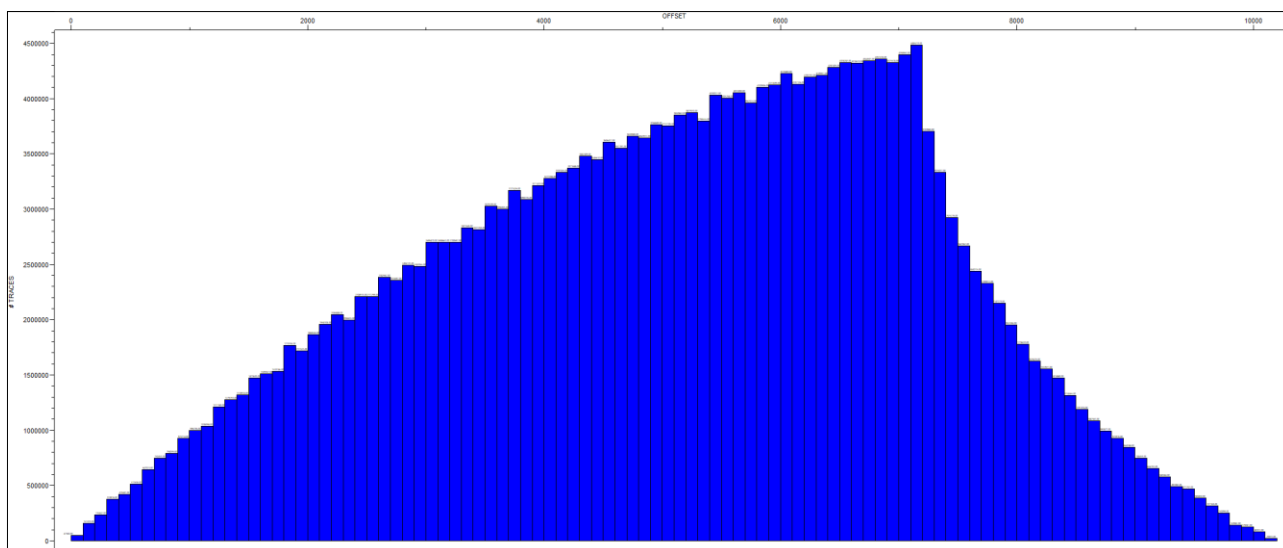


Рисунок 55. Диаграмма распределения удалений источник-приемник для площади 200 км². Вариант 300х300 м, $X_{\max} = 7200$ м. с ограничениями по раскладке ПП.

Характер диаграмм с различными $X_{\max}$ с идентичными параметрами раскладки ПП и параметрами отстрела ПВ по характеру идентичны, но различаются значениями, связанными с удалениями источник-приемник – количество трасс на различных азимутах и удалениях и максимальным значением удалений на диаграммах.

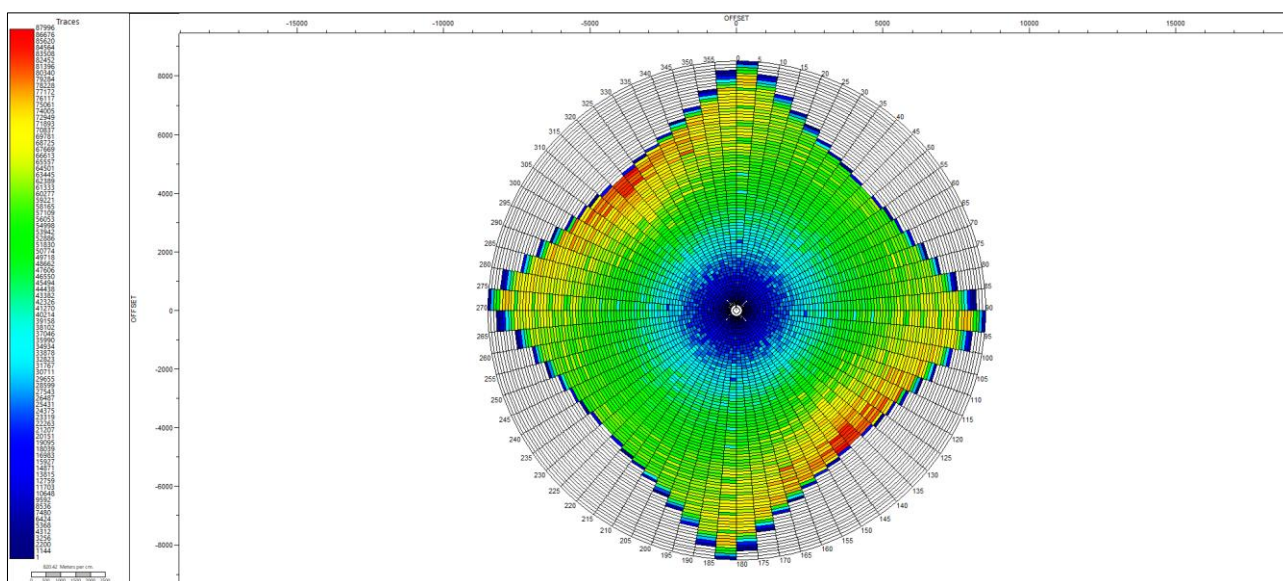


Рисунок 56. Диаграмма распределения азимутов для площади 225 км². Вариант 400х400 м, X_{max} = 6000 м. без ограничений по раскладке ПП.

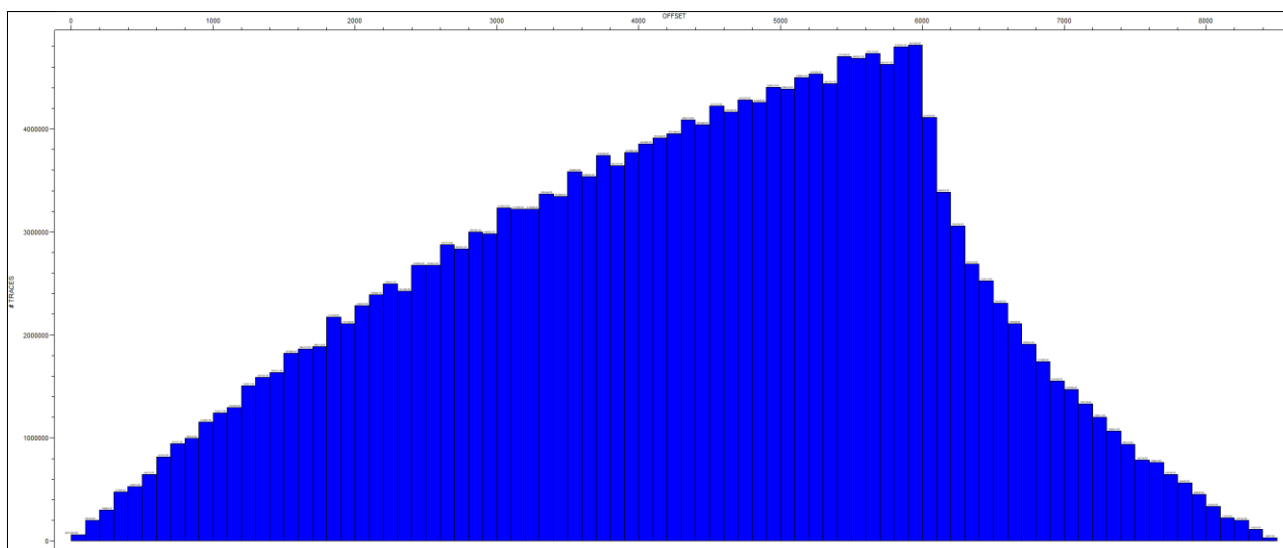


Рисунок 57. Диаграмма распределения удалений источник-приемник для площади 225 км². Вариант 400х400 м, X_{max} = 6000м. без ограничений по раскладке ПП.

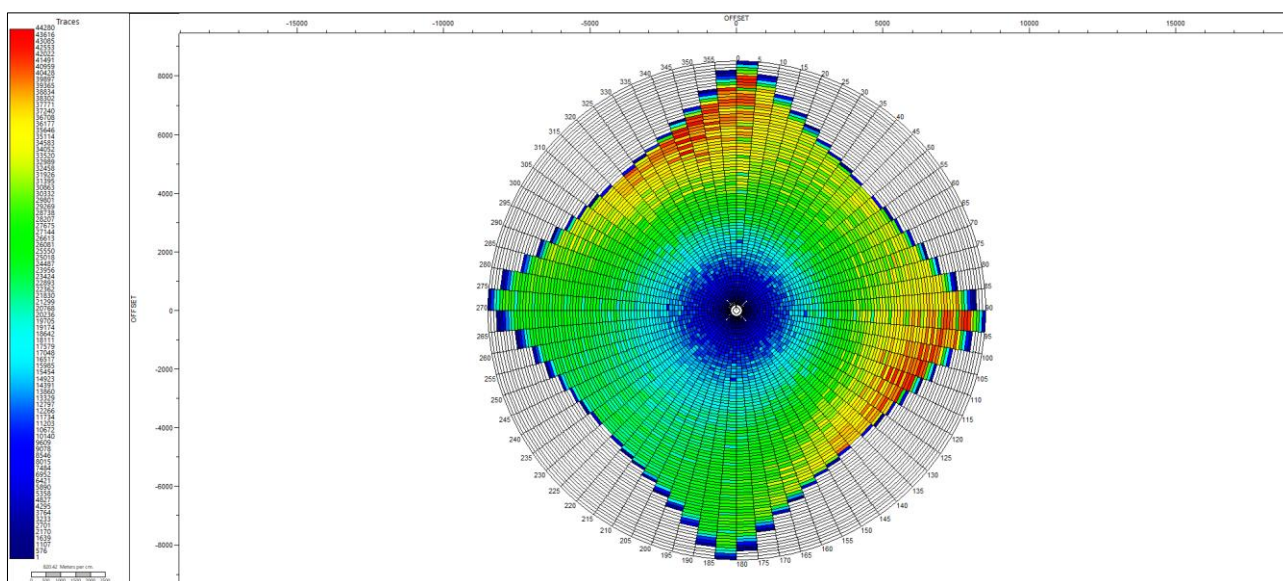


Рисунок 58. Диаграмма распределения азимутов для площади 225 км². Вариант 400х400 м, X_{max} = 6000 м. с ограничениями по раскладке ПП.

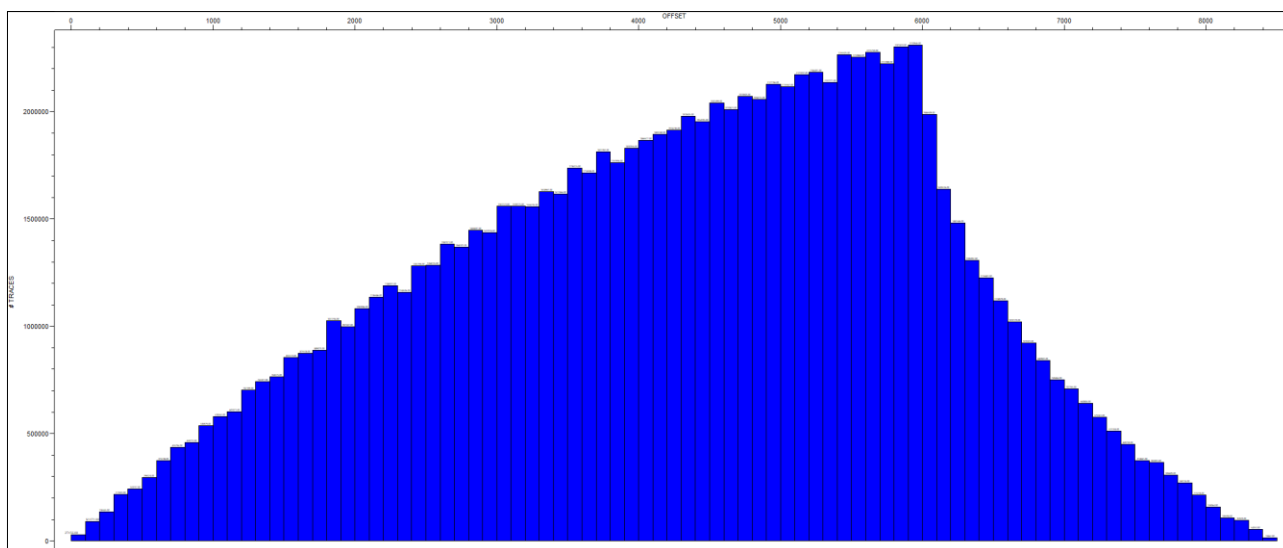


Рисунок 59. Диаграмма распределения удалений источник-приемник для площади 225 км². Вариант 400х400 м, X_{max} = 6000 м. с ограничениями по раскладке ПП.

Диаграммы распределения азимутов и диаграммы распределения удалений для разных по размеру площадей, но с одинаковой геометрией совершенно идентичны.

Анализ диаграмм распределения азимутов показывает, что в рамках проектных удалений все рассмотренные варианты съемки являются почти идеально полно-азимутальными т.е. количество трасс на одинаковых удалениях равно для разных азимутов.

8.4. Номенклатура и карты горизонтов для моделирования

На начальном этапе моделирования с заказчиком были согласованы горизонты, для которых будут выполняться расчеты лучевых трассировок и построение карт освещенности. Для всех этих горизонтов заказчиком были переданы grids глубин в формате X, Y, Z карты интервальных скоростей и значения средних скоростей.

Горизонты, включенные в расчеты:

- Дно моря
- N_1
- P_1
- K_{1al}
- K_{1nc}
- J_{3tt}
- J_{2c}
- Tr

На основании полученных данных были построены карты горизонтов и 3D модель горизонтов показанная на рисунке

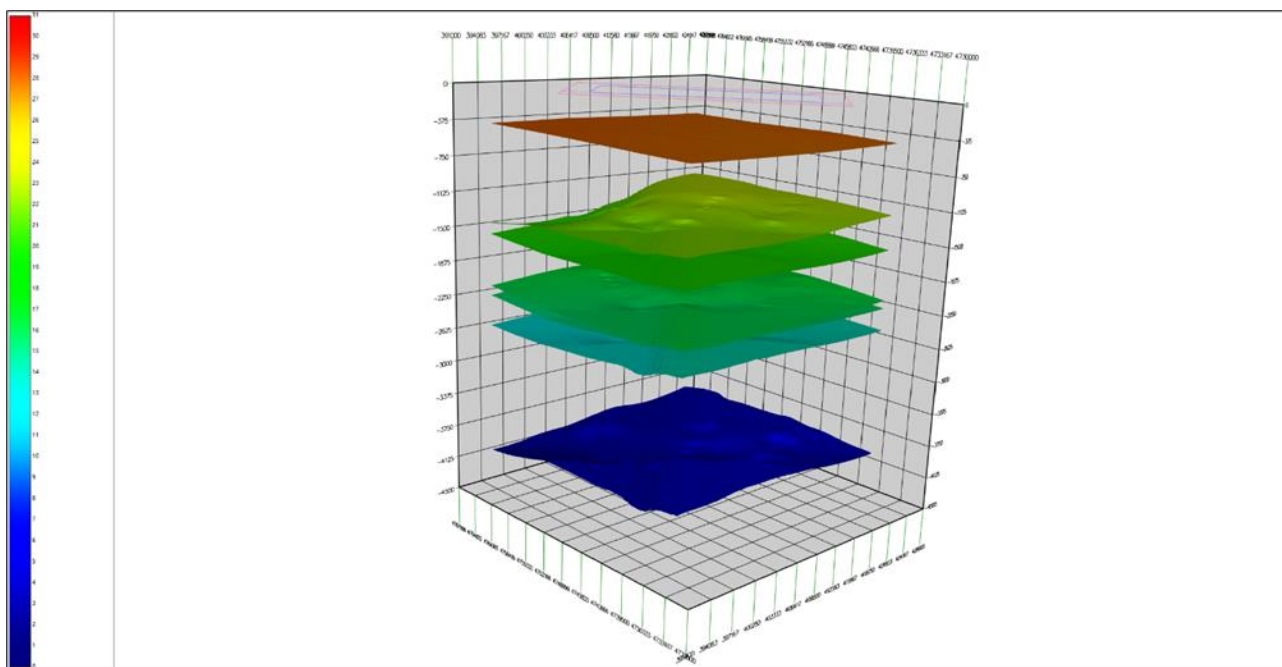


Рисунок 60. 3D модель основных горизонтов.

Карты по всем горизонтам показаны на рисунках ниже. Из карт и 3D модели видно, что модель выглядит достаточно простой без ярко выраженных структур и осложнений, за исключением выклинивания горизонта P_1 .

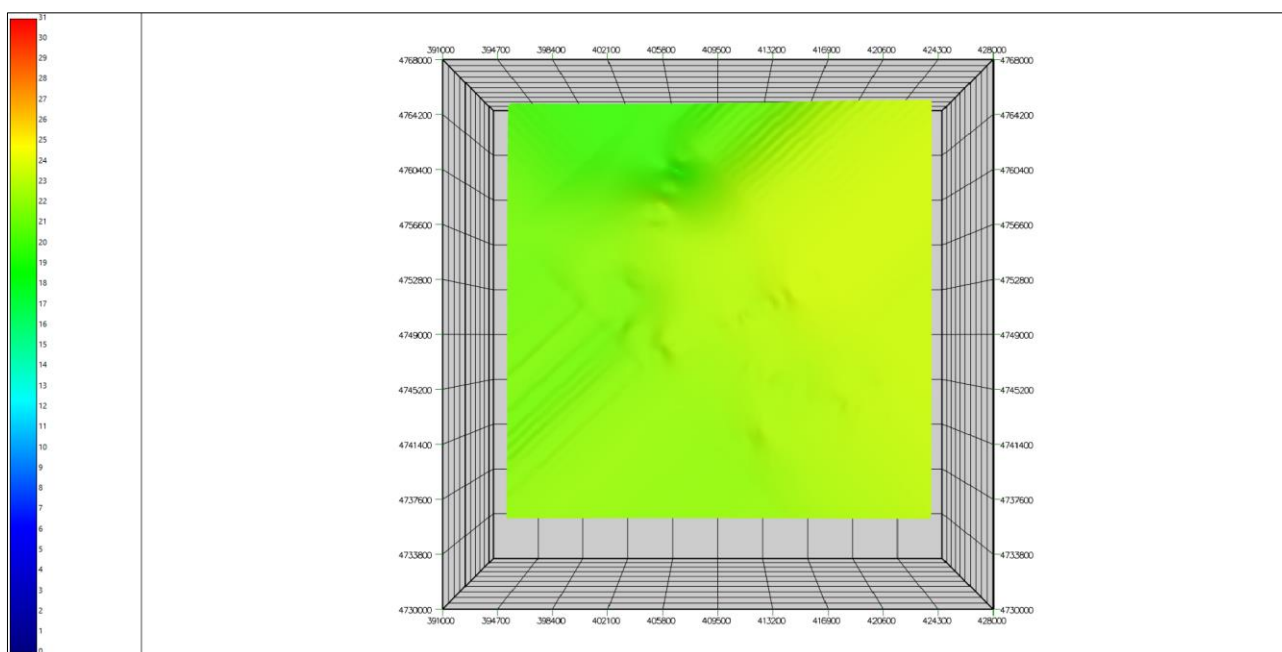


Рисунок 61. Карта по горизонту N1.

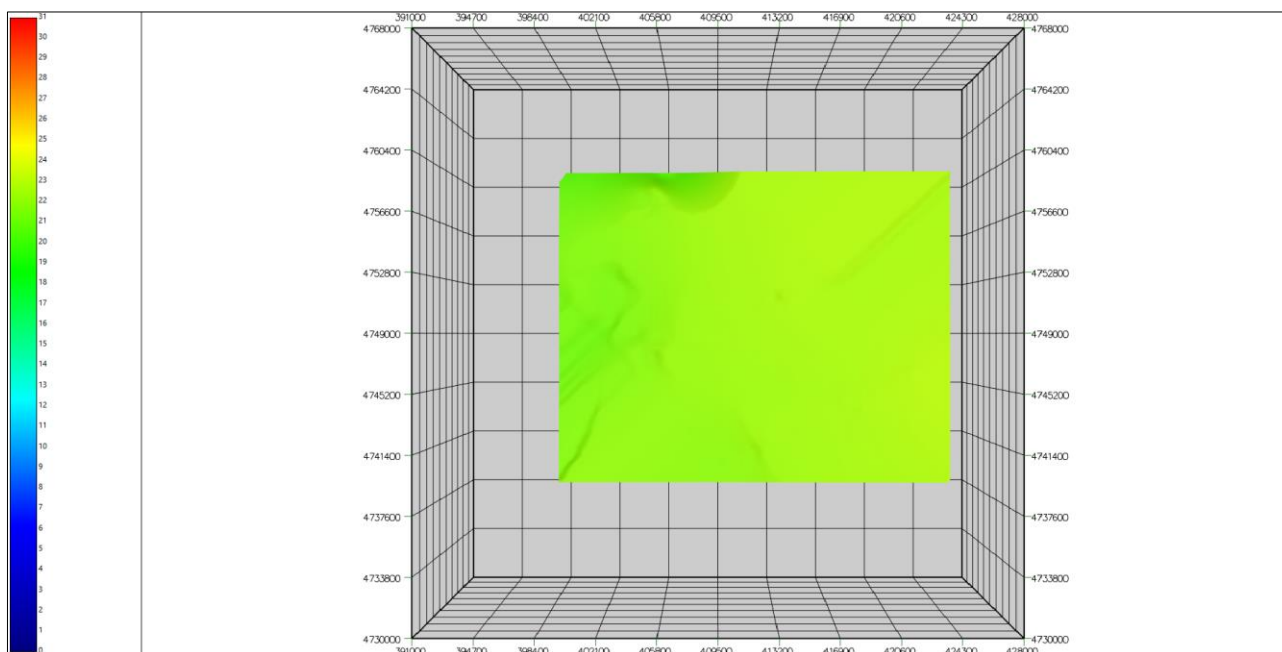


Рисунок 62. Карта по горизонту P1.

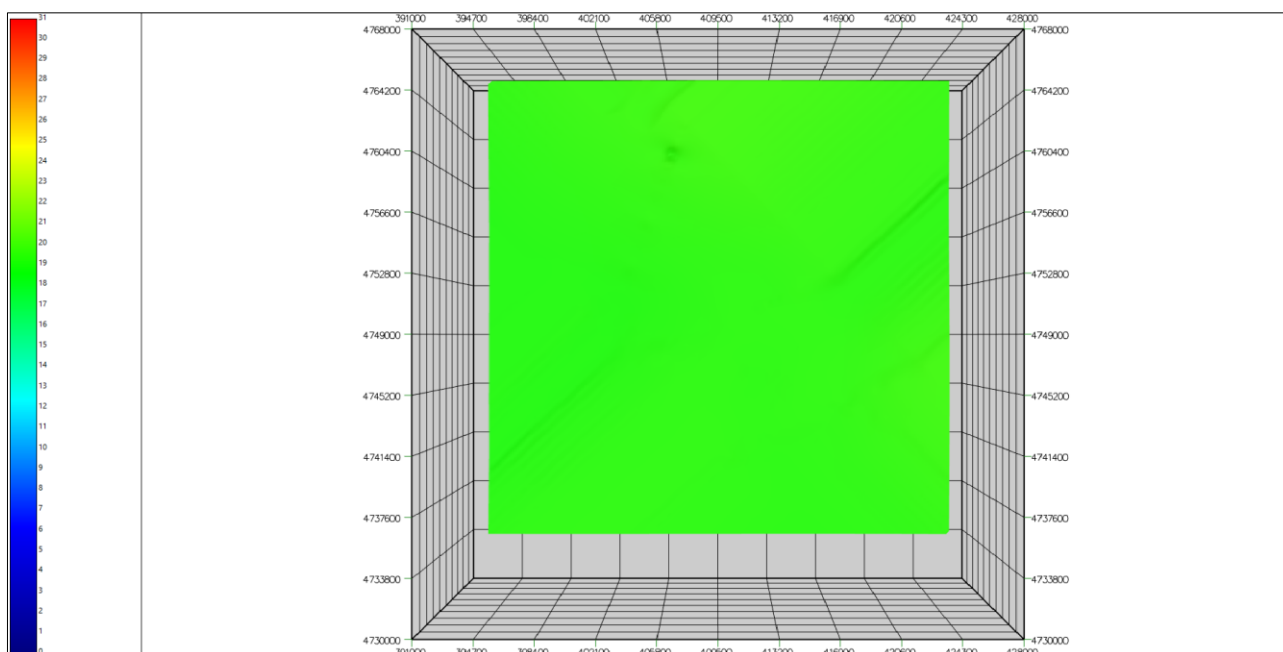


Рисунок 63. Карта по горизонту K1a1.

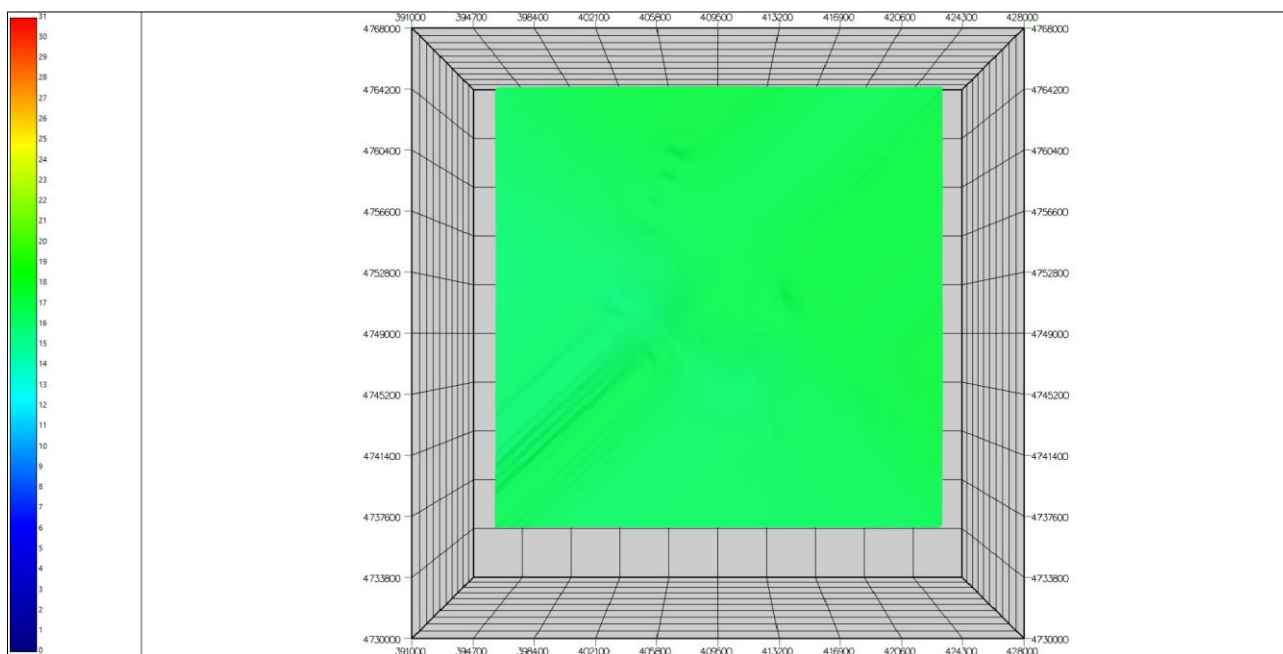


Рисунок 64. Карта по горизонту K1nc.

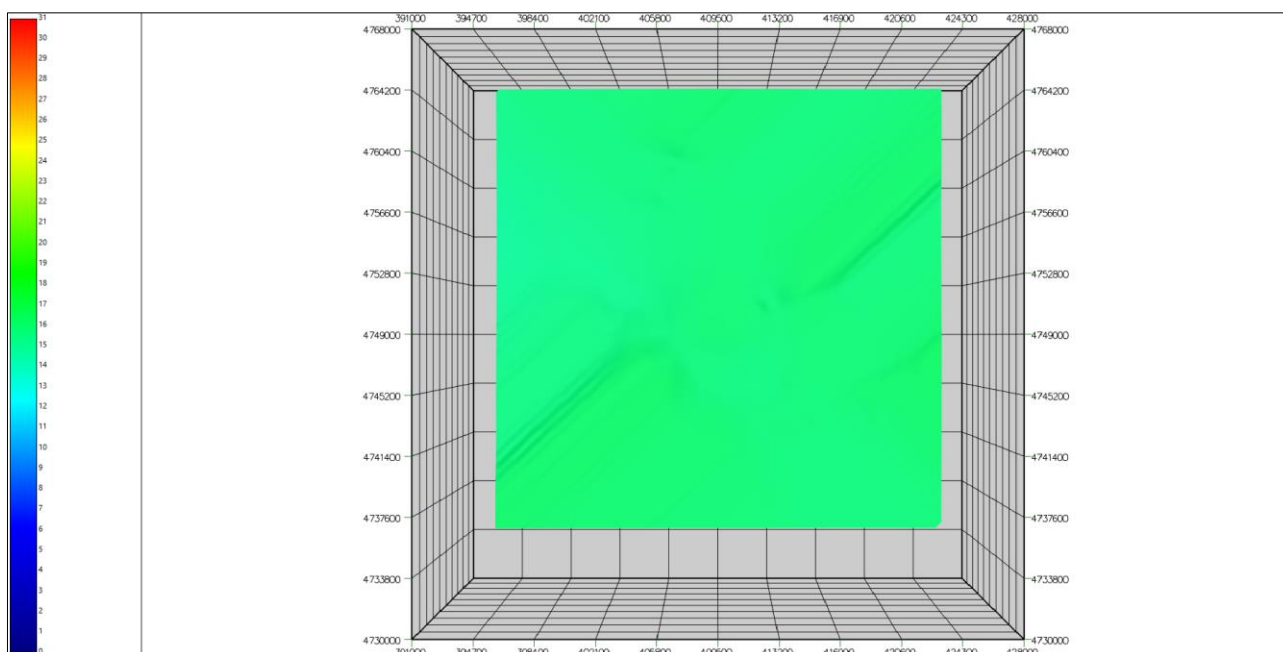


Рисунок 65. Карта по горизонту J3tt.

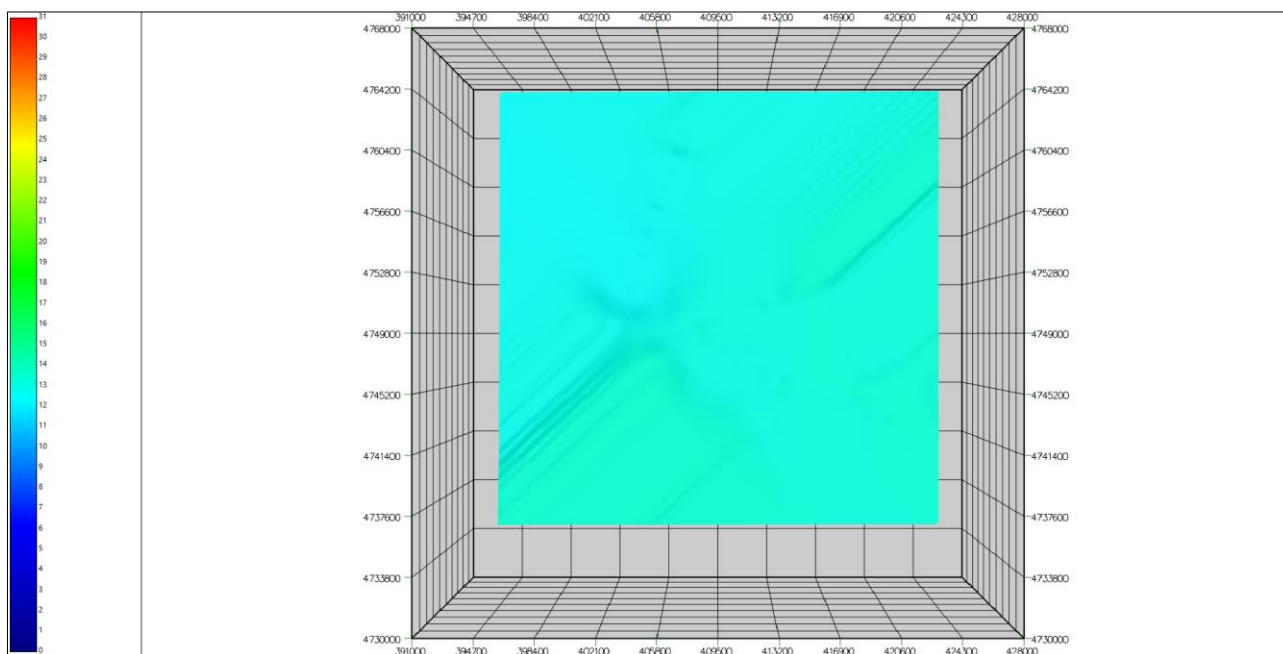


Рисунок 66. Карта по горизонту J2c.

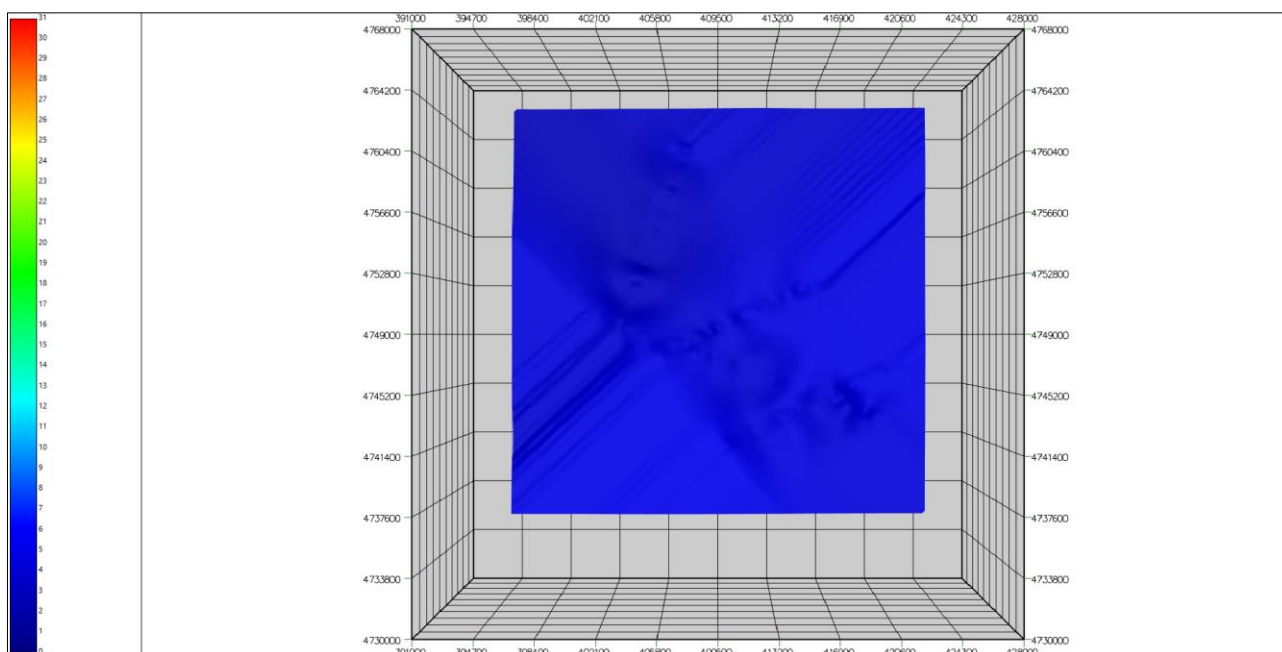


Рисунок 67. Карта по горизонту Tr.

Данные карты были построены по результатам 2D съемки и частично по результатам узко-азимутальной 3D съемки выполненной компанией RXT в 2008-2009 годах и как следствие на картах присутствуют артефакты расстановок и съемок, явившихся основой.

8.5. Скоростные характеристики и глубинно скоростная модель

На основании данных о скоростях, полученных от заказчика, была построена глубинно-скоростная модель, которая была использована для расчета лучевых трассировок и карт освещенности.

Данные о скоростях приведены в таблице ниже.

Таблица 8. Данные о скоростях

Горизонт	t_0 (мс)	V_{avr} (м/с)	V_{int} (м/с)
Дно моря	600 – 620 (~ 610)	1440	1440
N1	1400 – 1460 (~1430)	1700	1930
P1	1500 – 1540 (~1520)	1700	2615
K1al	1680 – 1750 (~1710)	1890	3580
K1nc	2020 – 2100 (~2060)	2080	2870
J3tt	2120 – 2180 (~2150)	2100	3200
J2c	2250 – 2270 (~2260)	2200	3365
Tr	2950 – 3050 (~3000)	2620	3975

Глубинно-скоростная модель в графическом виде, использованная при расчетах приведена на рисунке 68 ниже.

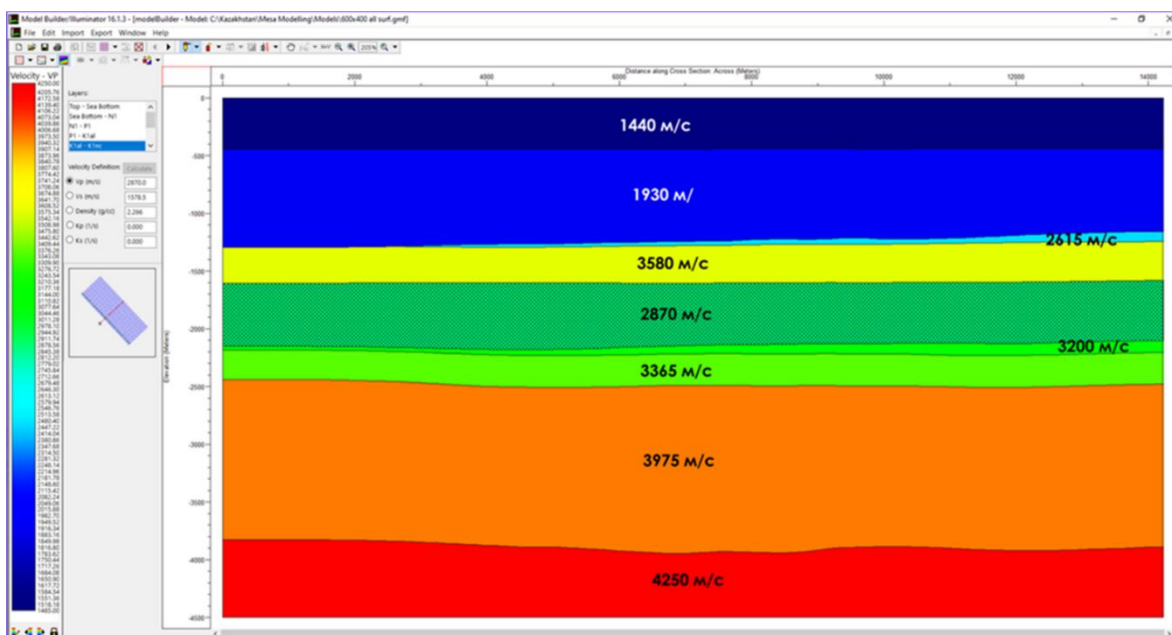


Рисунок 68. Глубинно-скоростная модель, использованная при расчетах.

С целью нивелирования вышеупомянутых артефактов перед построением модели к структурным картам было применено сглаживание по сетке 300X300 метров.

На рисунке 69 представлены альтитуды и углы наклонов исходно переданного горизонта J_{2c}.

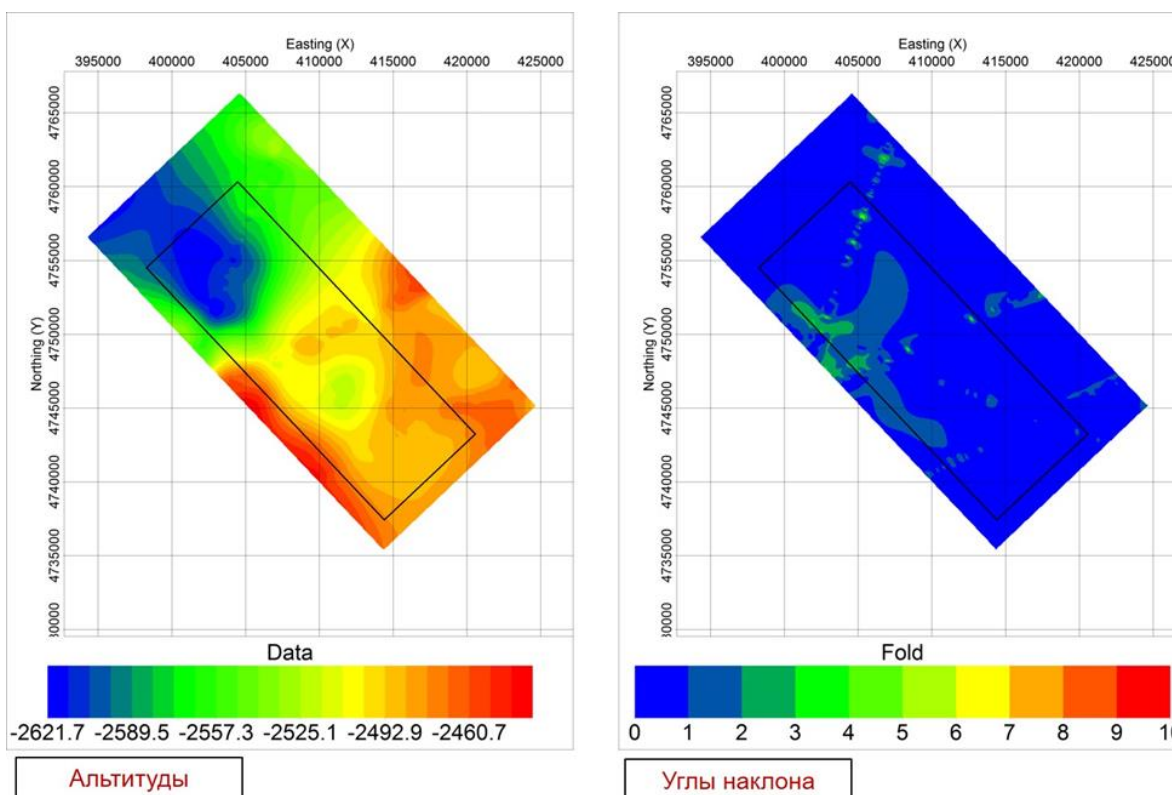


Рисунок 69. Исходные данные по горизонту J_{2c}.

На карте углов наклона хорошо просматривается набор линий с повышенными углами наклона. Данные линии – артефакты интерполяции, полученные при пересчете набора 2D профилей в структурную карту. Так как алгоритм лучевых трассировок для определения углов выхода отраженных лучей использует нормаль к горизонту в точке отражения – данные артефакты будут видны на картах иллюминации. Поэтому данные горизонты перед построением модели были сглажены по следующему алгоритму:

- Пересчет исходных данных на крупную сетку 300 х 300 метров;
- Сглаживание полученных данных фильтром скользящего среднего по сетке 3 х 3;
- Обратная передискретизация полученных данных на сетку 25 х 25 метров.

Использование подобного алгоритма позволило в конечном итоге избавиться от линий с повышенными углами наклона (Рисунок 70).

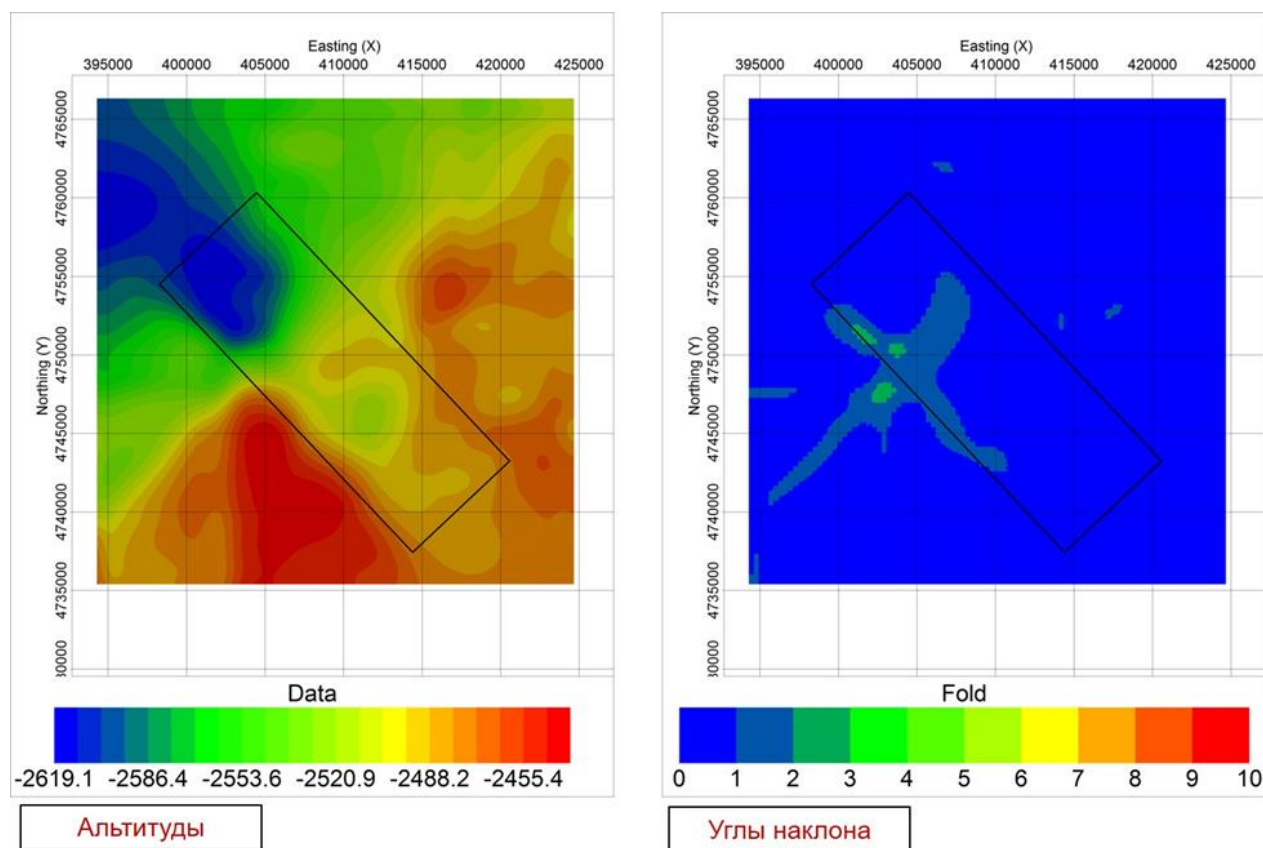


Рисунок 70. Сглаженные данные по горизонту J2с.

По результатам сглаживания каждого горизонта был проведен дополнительный контроль искажений исходных данных. Как видно по картам – изменение альтитуд составляет не более 4 метров, чем в рамках поставленной задачи можно пренебречь (рисунки 71 - 77 ниже).

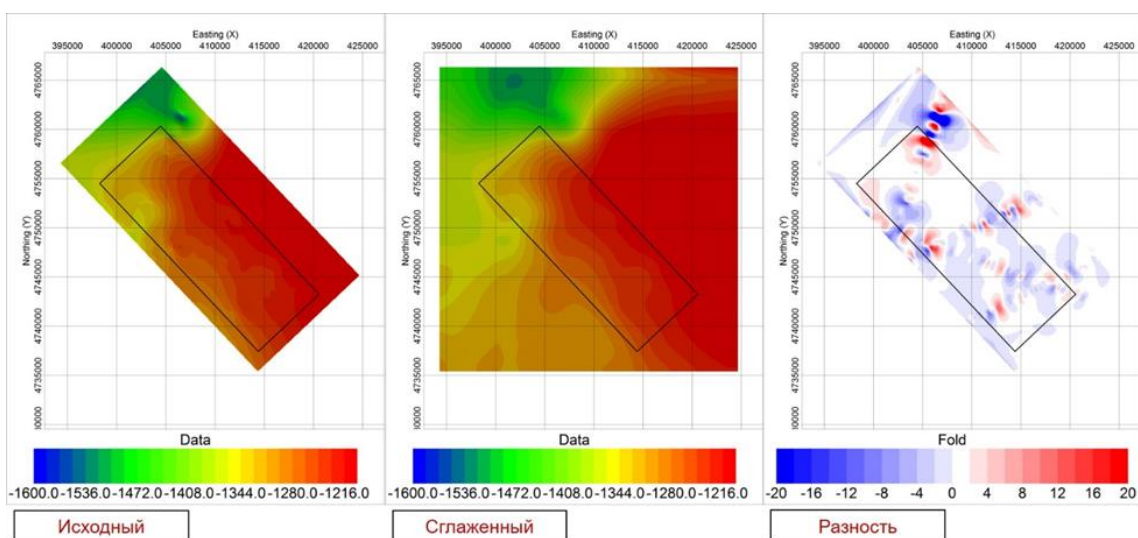


Рисунок 71. Результат сглаживания горизонта N1.

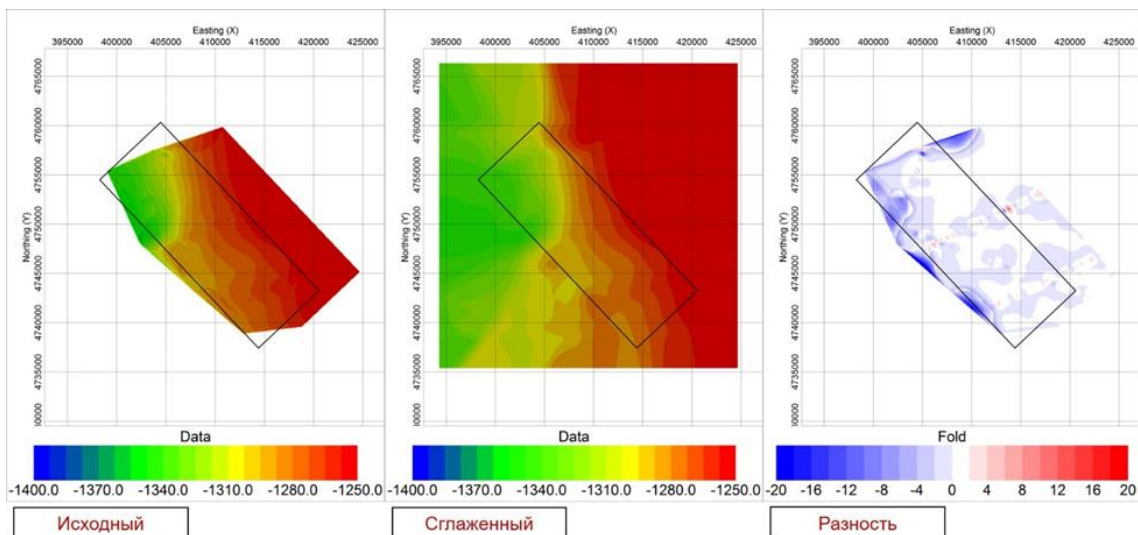


Рисунок 72. Результат сглаживания горизонта P1.

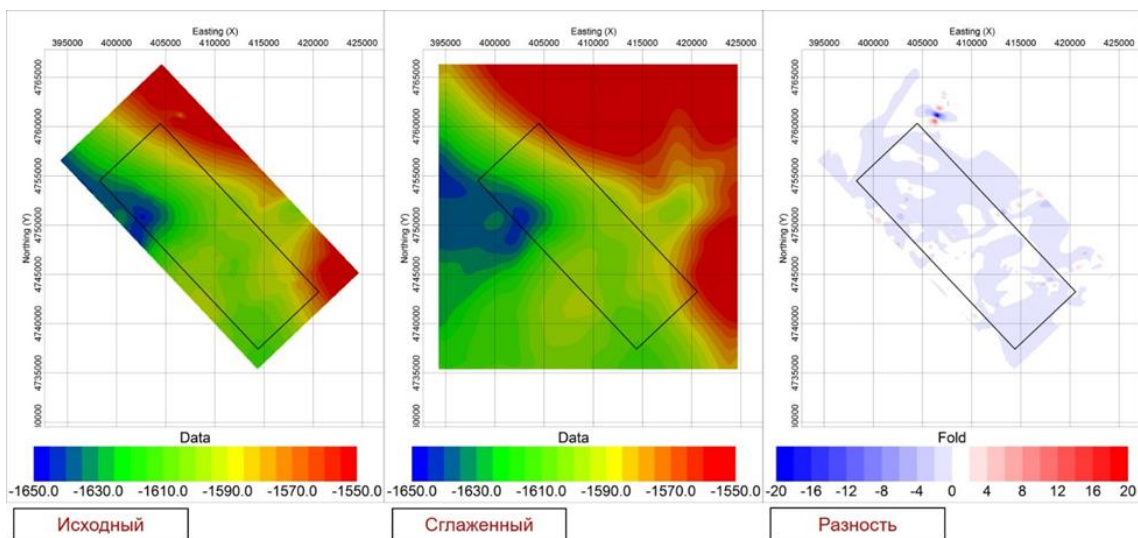


Рисунок 73. Результат сглаживания горизонта K1a1.

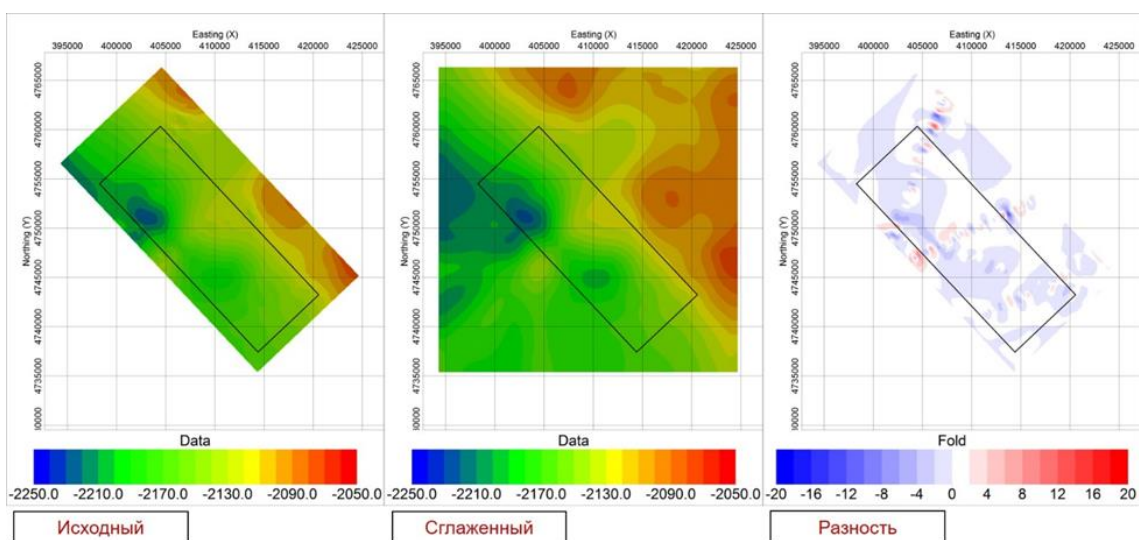


Рисунок 74. Результат сглаживания горизонта K1nc.

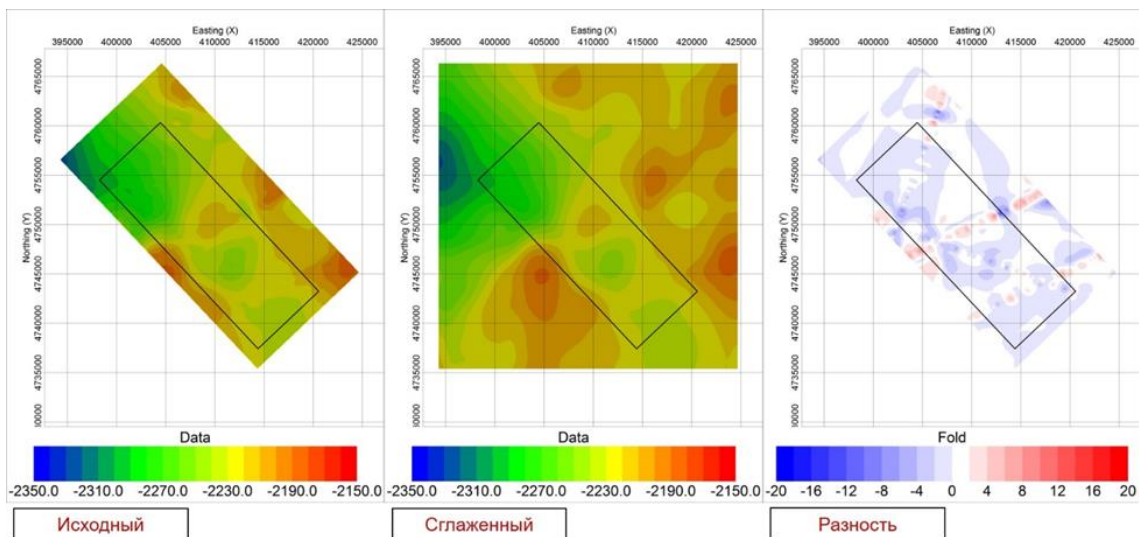


Рисунок 75. Результат сглаживания горизонта J3tt.

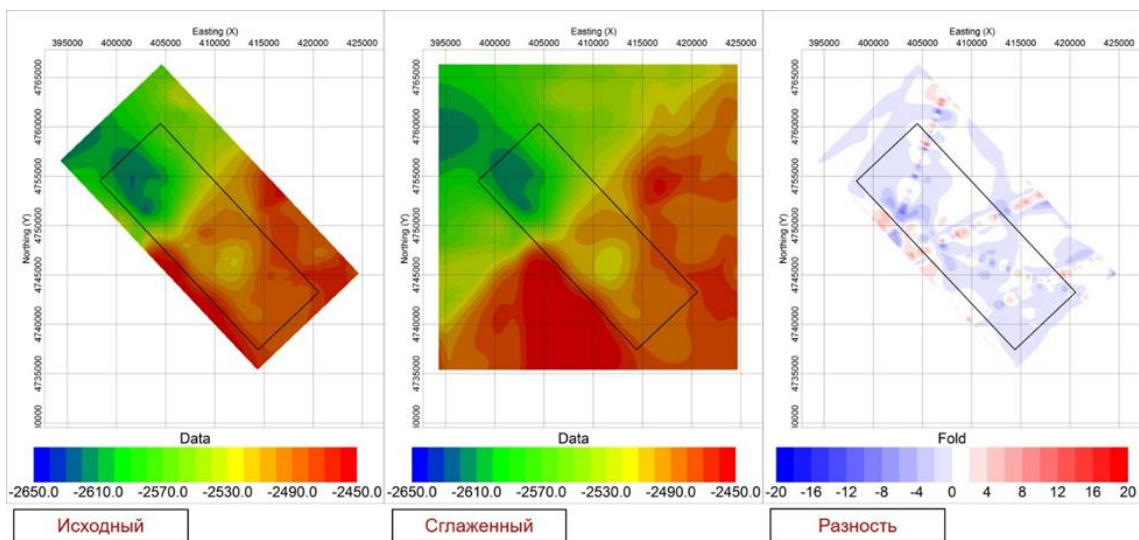


Рисунок 76. Результат сглаживания горизонта J2c.

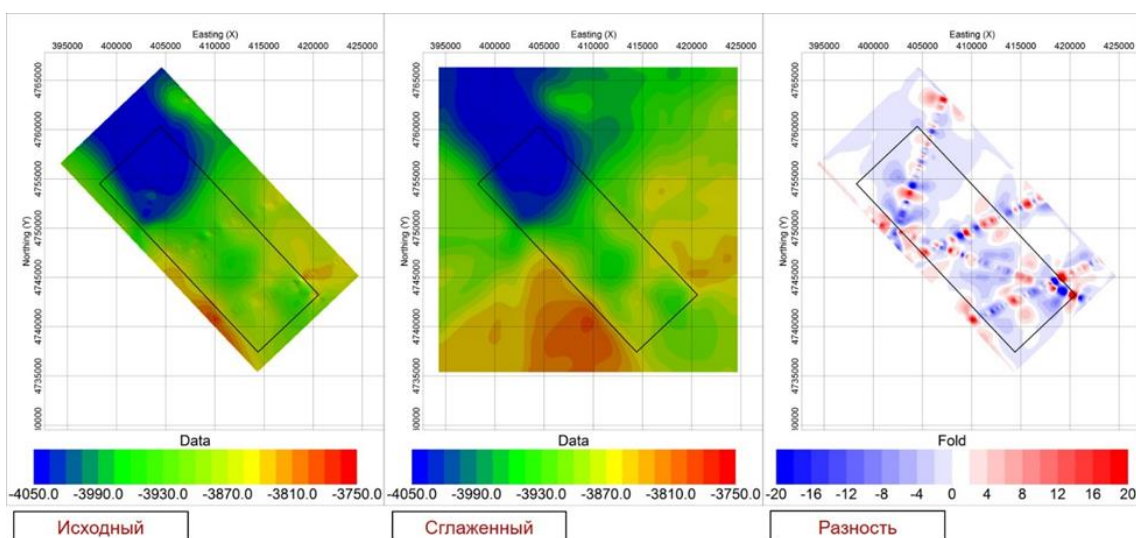


Рисунок 77. Результат сглаживания горизонта Tr.

Итоговая модель в 3D представлена на рисунке 78. В целом, данную модель можно охарактеризовать как горизонтально-слоистую. Единственными осложняющими факторами в данной модели являются выклинивание горизонта P1 (скорость 2615 м/с) и наличие инверсного слоя.

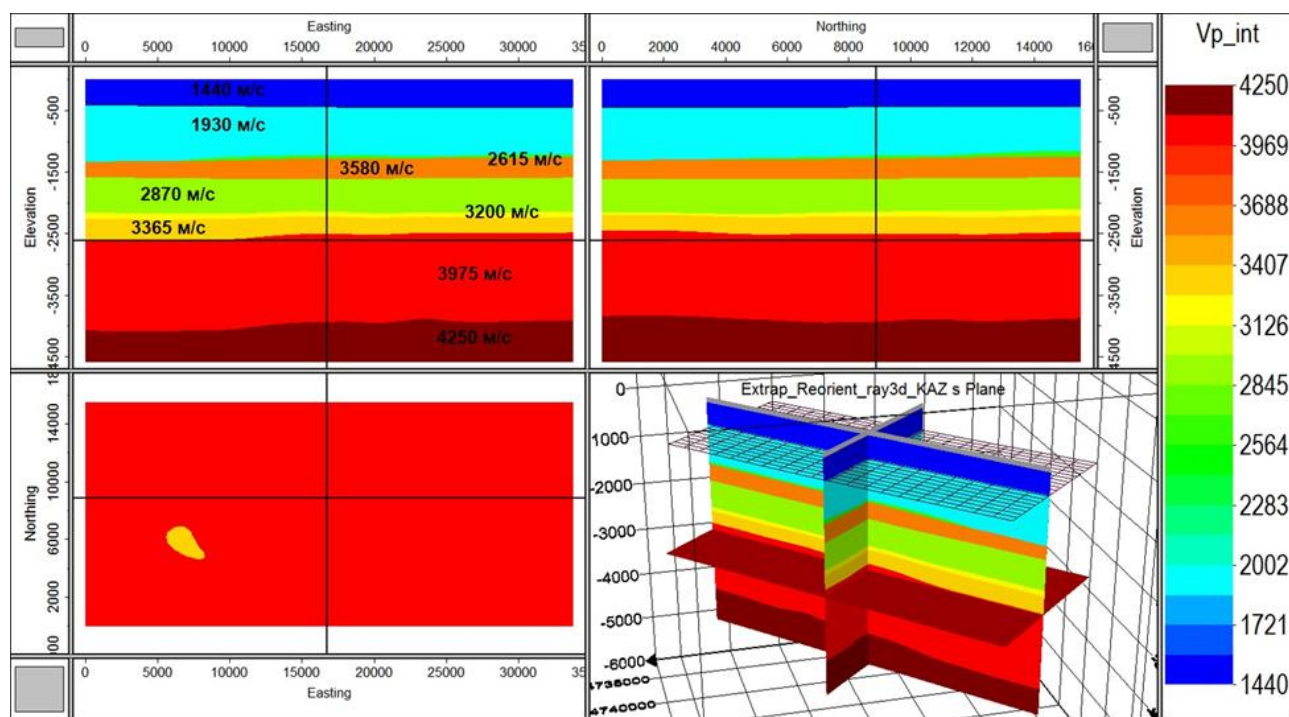


Рисунок 78. Глубинно-скоростная модель в 3D виде с сечениями вдоль длинной и короткой сторон блока.

8.6. Расчет лучевых трассировок для основных горизонтов

Существует несколько алгоритмов расчета освещенности, которые по итоговому результату можно поделить на карты кратности по суммарному кубу (Stacking fold) и по мигрированному кубу (Migration fold). Освещенность по суммарному кубу является, по сути, картой эффективной кратности по горизонту с учетом переменной глубины и в рамках поставленной задачи интереса представлять не может. Освещенность по мигрированному кубу

в то же время представляет из себя распределение точек отражения по горизонту для конкретной съемки, что позволяет оценить, подходит ли она для получения сейсмического изображения в сложных геологических средах (например, с большими углами наклонов горизонтов или большими контрастами скоростей). В свою очередь, migration fold по методам трассировок делится на simple- и complex-алгоритмы. Simple-алгоритмы учитывают преломление только в случае, если источники и приемники находятся на одной горизонтальной плоскости (что абсолютно не подходит для донных съемок), в противном случае луч рассчитывается в виде прямой линии, а скорость в среде усредняется вдоль этого луча. Complex-алгоритм трассирует луч через толсто-слоистую модель с постоянными скоростями в пластах, но учитывает реальное положение источников/приемников. Учитывая, что ранее построенная модель является в целом горизонтально-слоистой, лучевые трассировки выполнялись по complex алгоритму.

8.7. Расчет карт освещенности по основным горизонтам для вариантов съемки

Моделирование освещенности основных горизонтов было выполнено в несколько этапов:

- Расчет освещенности для вариантов съемки на площади 200 км² с шагом ПП и ЛПП равным 300 метров и с шагом ПП и ЛПП равным 400 метров, а также для площади 225 км² с шагом ПП и ЛПП равным 300 метров без учета эффективных удалений;
- Расчет освещенности для вариантов съемки на площади 200 км² с шагом ПП и ЛПП равным 300 метров и с шагом ПП и ЛПП равным 400 метров, а также для площади 225 км² с шагом ПП и ЛПП равным 300 метров с учетом эффективных удалений;
- Сравнение карт освещенности съемкой с шагом ПП и ЛПП равным 400 метров с модельными картами освещенности съемки, выполненной в 2008-2009 годах компанией RXT;
- Сравнение карт освещенности съемкой с шагом ПП и ЛПП равным 300 метров с X_{max}=6000 метров со съемкой с шагом ПП и ЛПП равным 300 метров с X_{max}=4800 метров.

8.7.1. Расчет карт освещенности основных горизонтов без учета растяжения импульса

Результаты трассировок и расчета карт освещенности без учета растяжения импульса показаны на рисунках – ниже.

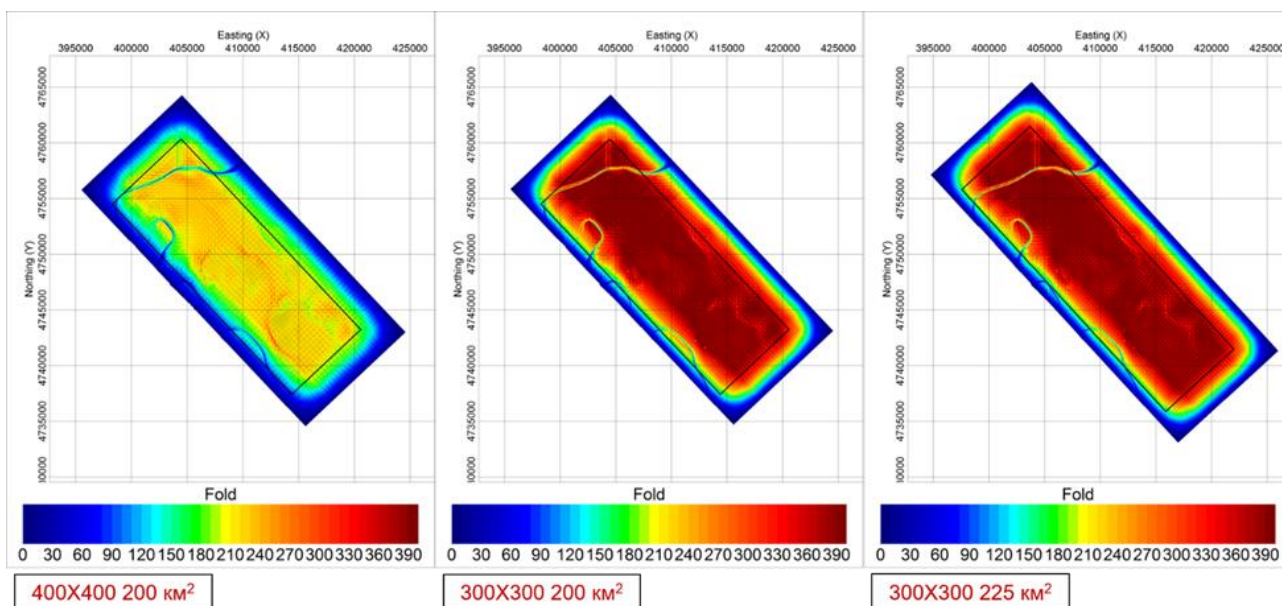


Рисунок 79. Карты освещенности для горизонта N1

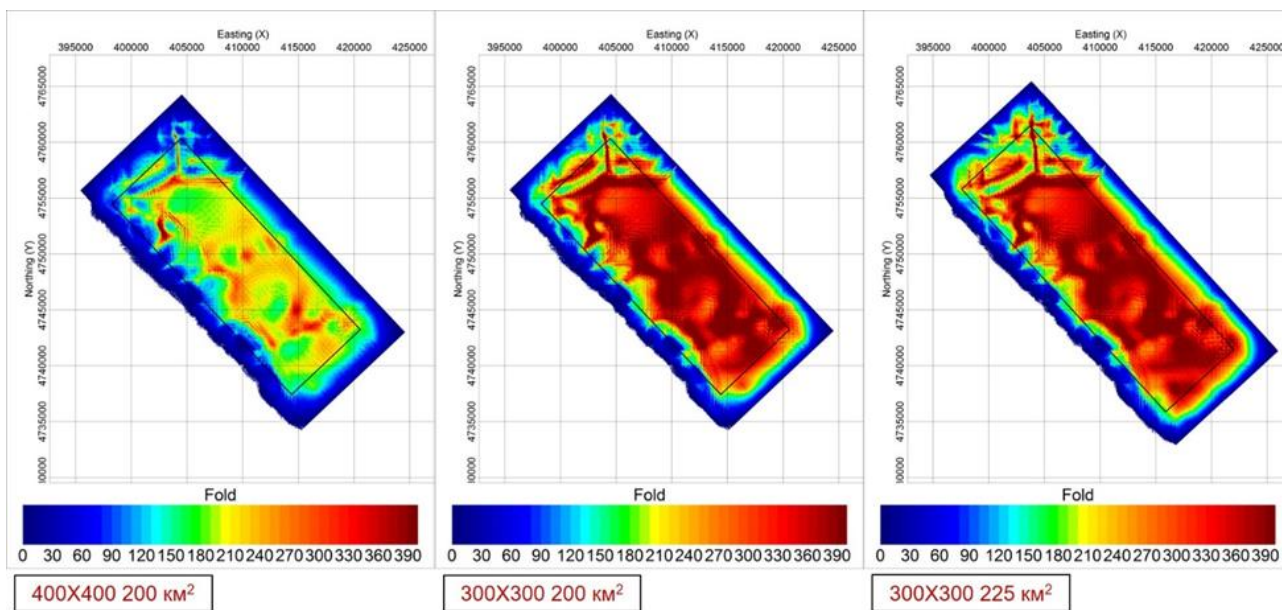


Рисунок 80. Карты освещенности для горизонта P1

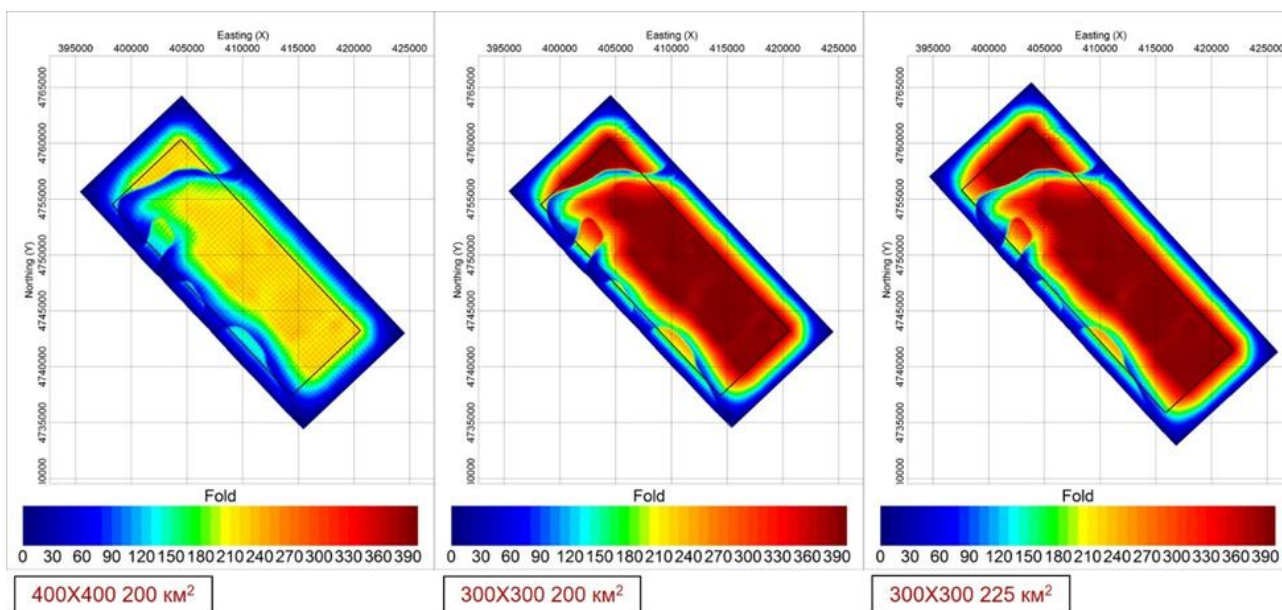


Рисунок 81. Карты освещенности для горизонта K1a1

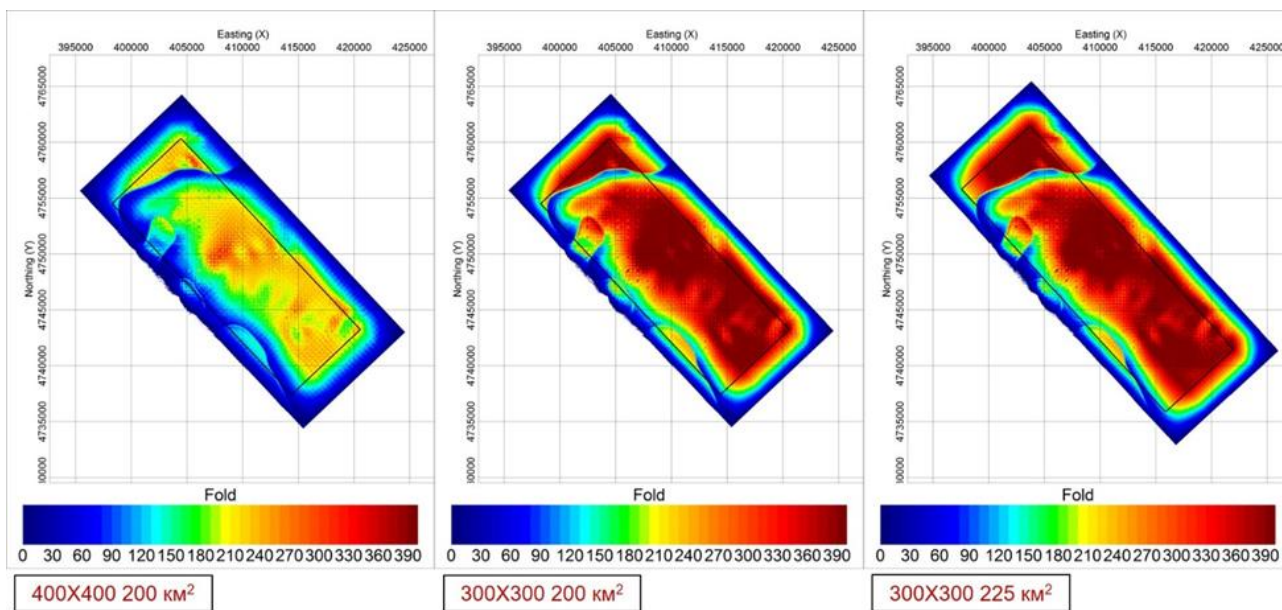


Рисунок 82. Карты освещенности для горизонта K1nc

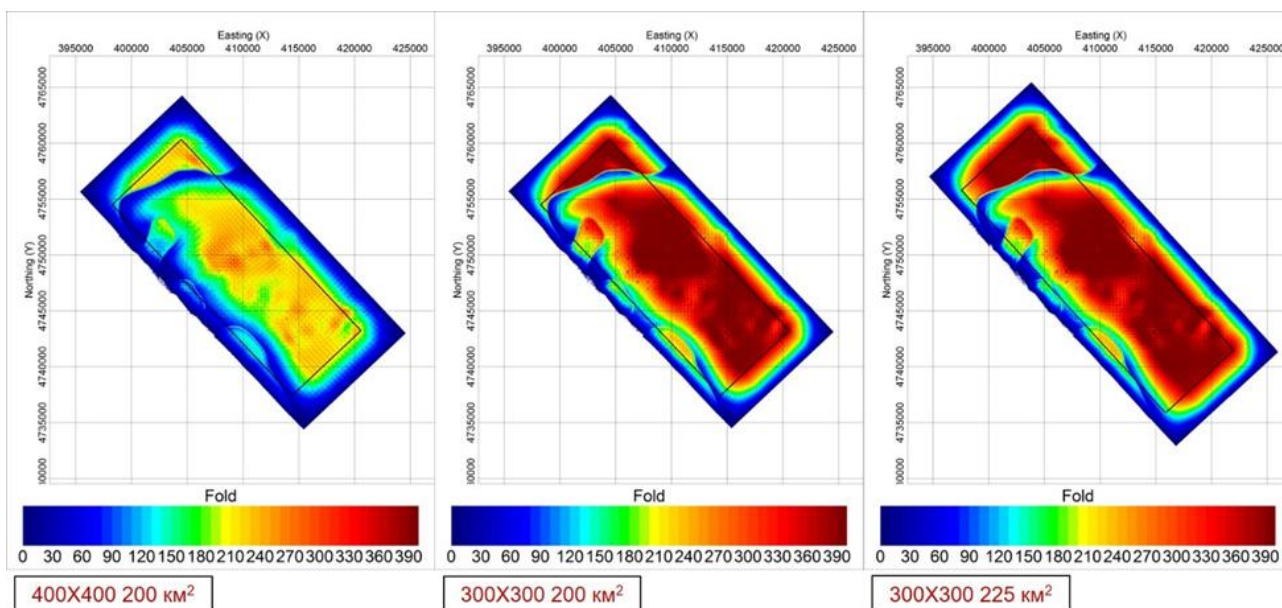


Рисунок 83. Карты освещенности для горизонта J3tt

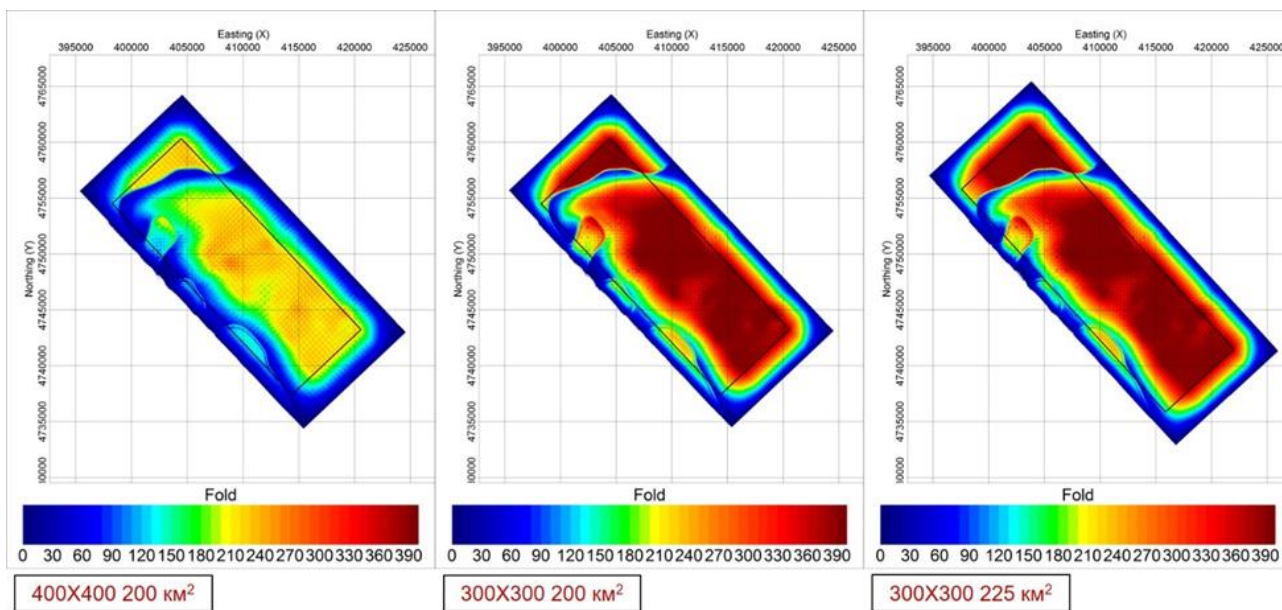


Рисунок 84. Карты освещенности для горизонта J2c

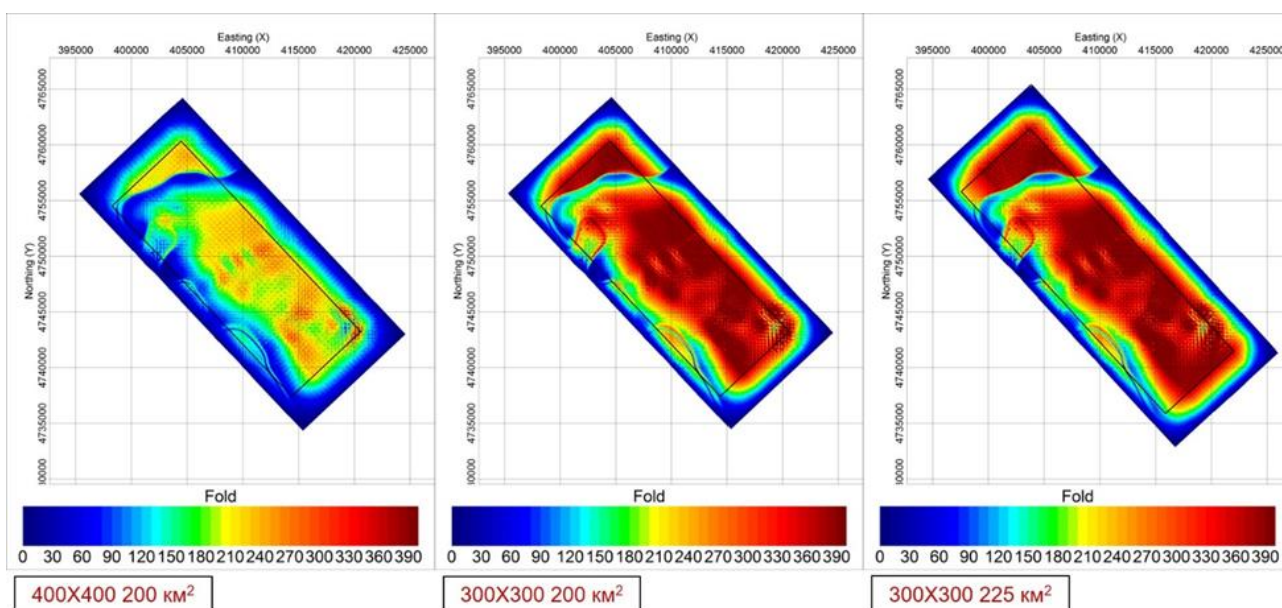


Рисунок 85. Карты освещенности для горизонта Tr

По результатам данных трассировок видно, что карты освещенности различаются только значением номинальной кратности. Хорошо заметен эффект расфокусировки на границе зоны выклинивания горизонта P1. Данный эффект проявляется в следствии появления дополнительной преломляющей границы сразу после границы выклинивания. В итоге получается зона с резкими различиями углов выхода отраженных лучей, что в свою очередь нарушает равномерность их регистрации на поверхности и формирования соответствующей «тени» на карте освещенности. Именно в данном месте видны различия съемки с шагом ПП=300 метров и съемки с шагом ПП=400 метров. За счет более высокой номинальной кратности съемка с шагом ПП=300 при относительно одинаковом понижении кратности гораздо более подробно освещает затененную зону.

На картах освещенности, построенных без учета растяжения импульса значения кратности на большинстве горизонтов, превышают значения номинальной кратности для Xmax равной глубине залегания горизонта.

Так же на картах освещенности, построенных без применения мьютинга за растяжения импульса заметны артефакты расстановки.

8.7.2. Расчет карт освещенности основных горизонтов без учета растяжения импульса

Несмотря на то, что в исходной модели целевой интервал расположен на глубинах 2500 – 4000 метров, Xmax проектируемых съемок составляет 6000 метров. В рамках решения только структурной задачи такие удаления можно считать несколько избыточными. В связи с этим отдельно проводился анализ освещенности с ограничениями учетом растяжения импульса и применением мьютинга за растяжение импульса (для анализа было взято значение мьютинга 25%).

Карты освещенности горизонтов с применением мьютинга за растяжение импульса приведены на рисунках – ниже.

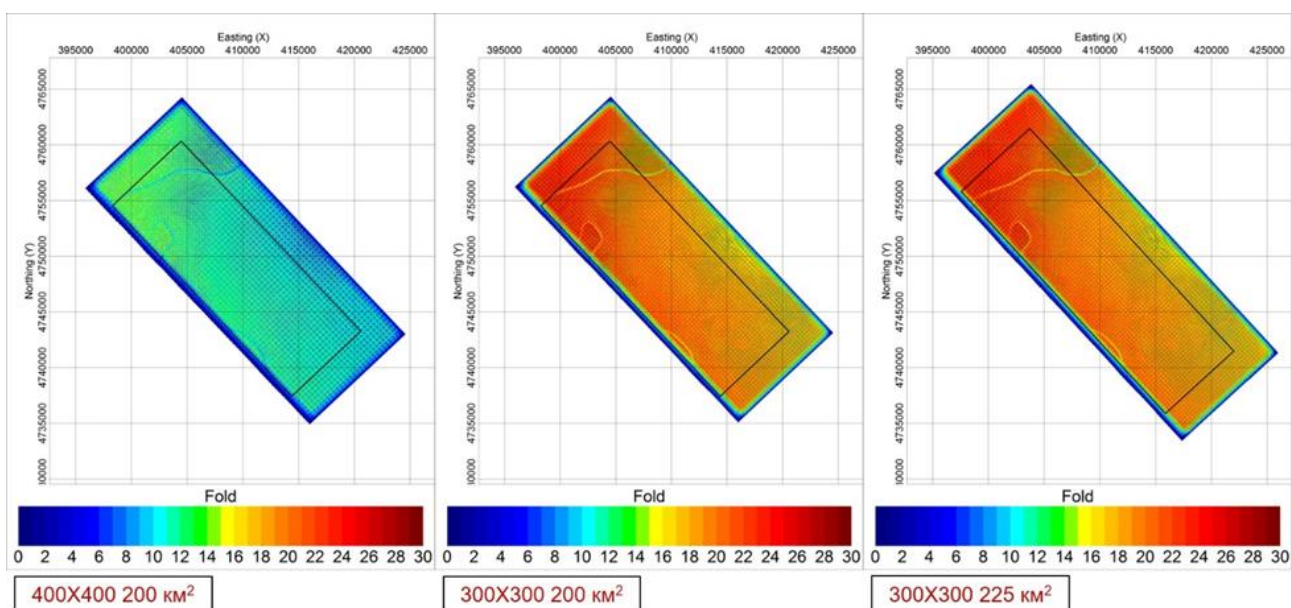


Рисунок 86. Карты освещенности для горизонта N1 с применением мьютинга за растяжение импульса 25%.

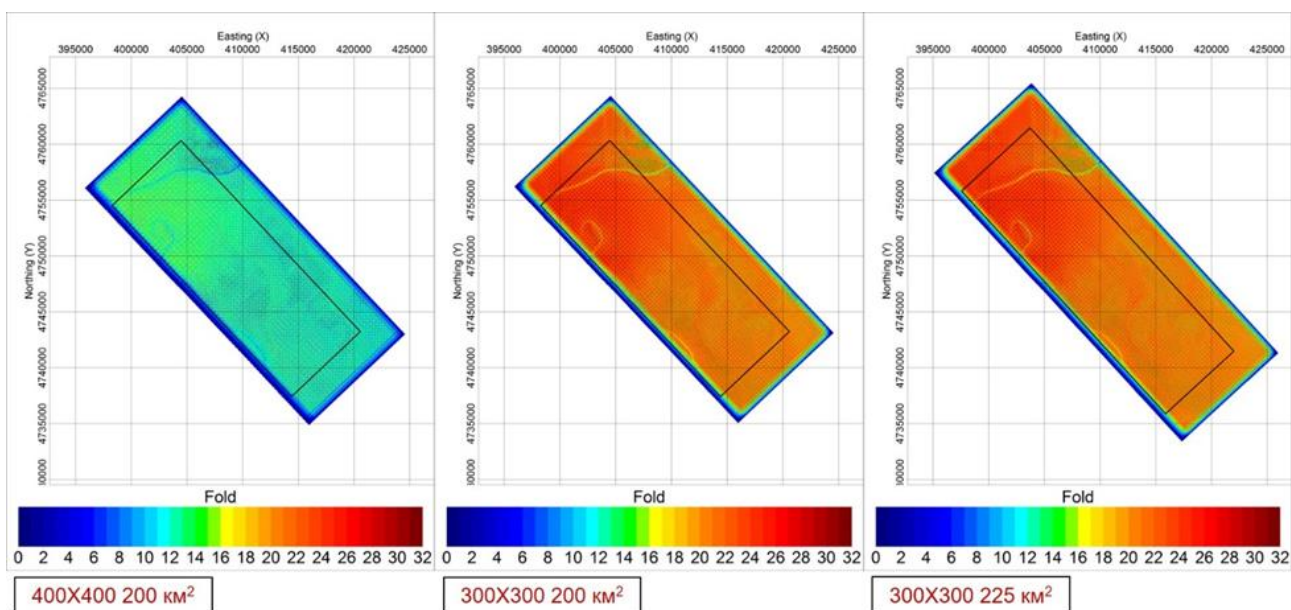


Рисунок 87. Карты освещенности для горизонта P1 с применением мьютинга за растяжение импульса 25%.

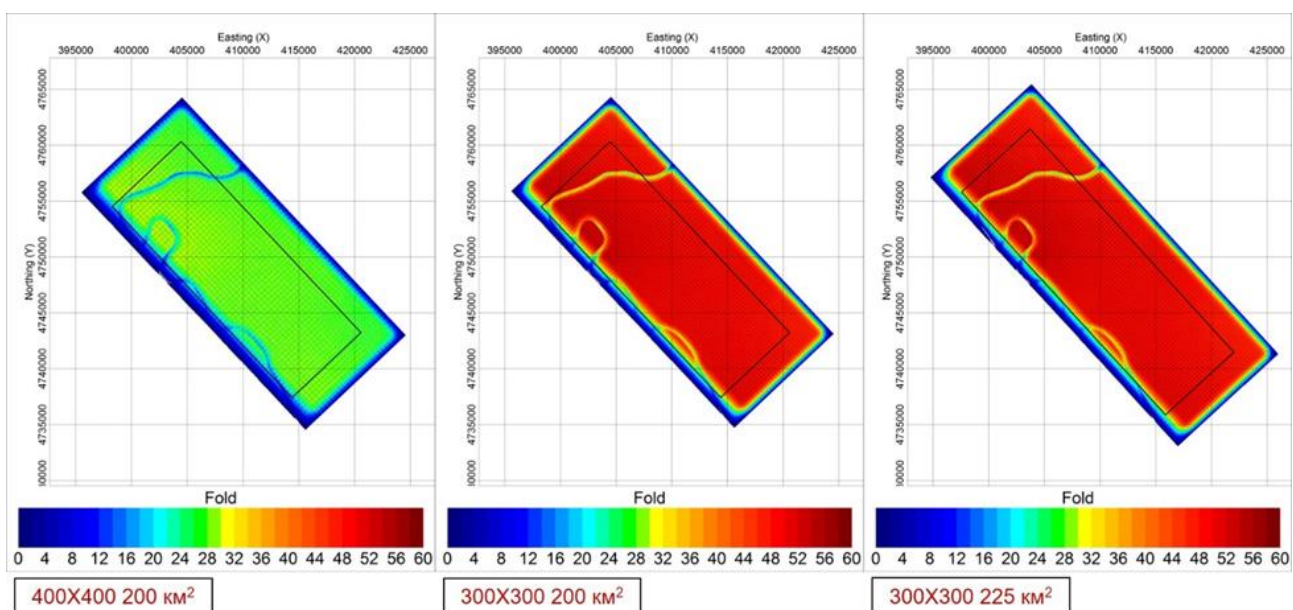


Рисунок 88. Карты освещенности для горизонта K1a1 с применением мьютинга за растяжение импульса 25%.

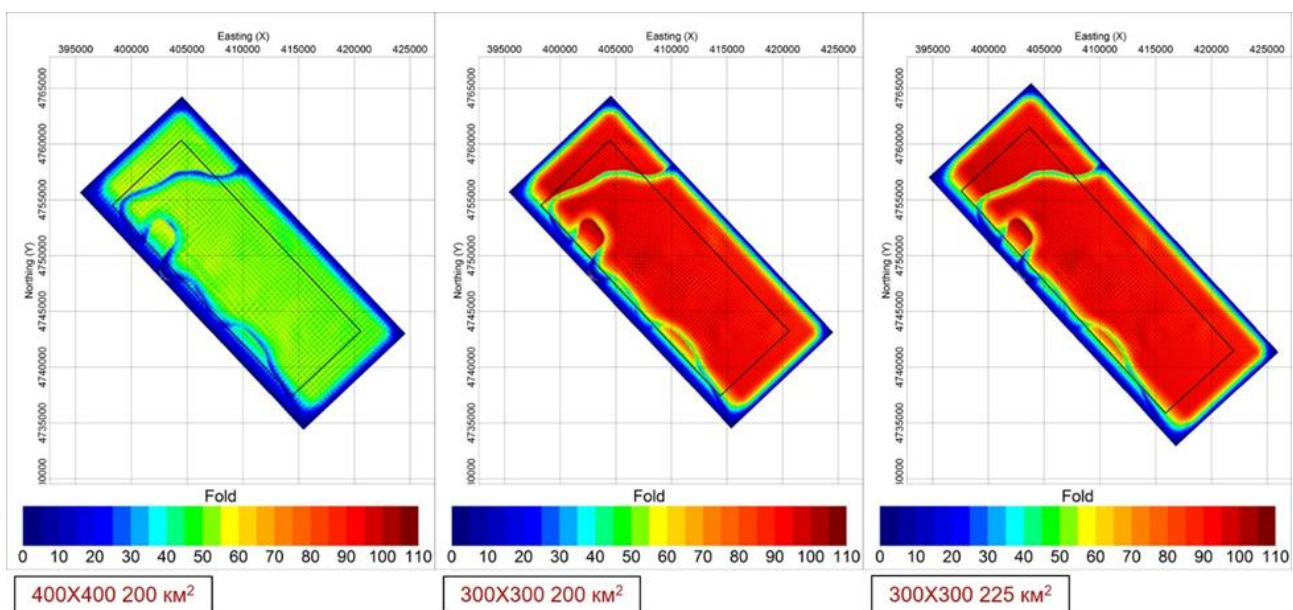


Рисунок 89. Карты освещенности для горизонта K1nc с применением мьютинга за растяжение импульса 25%.

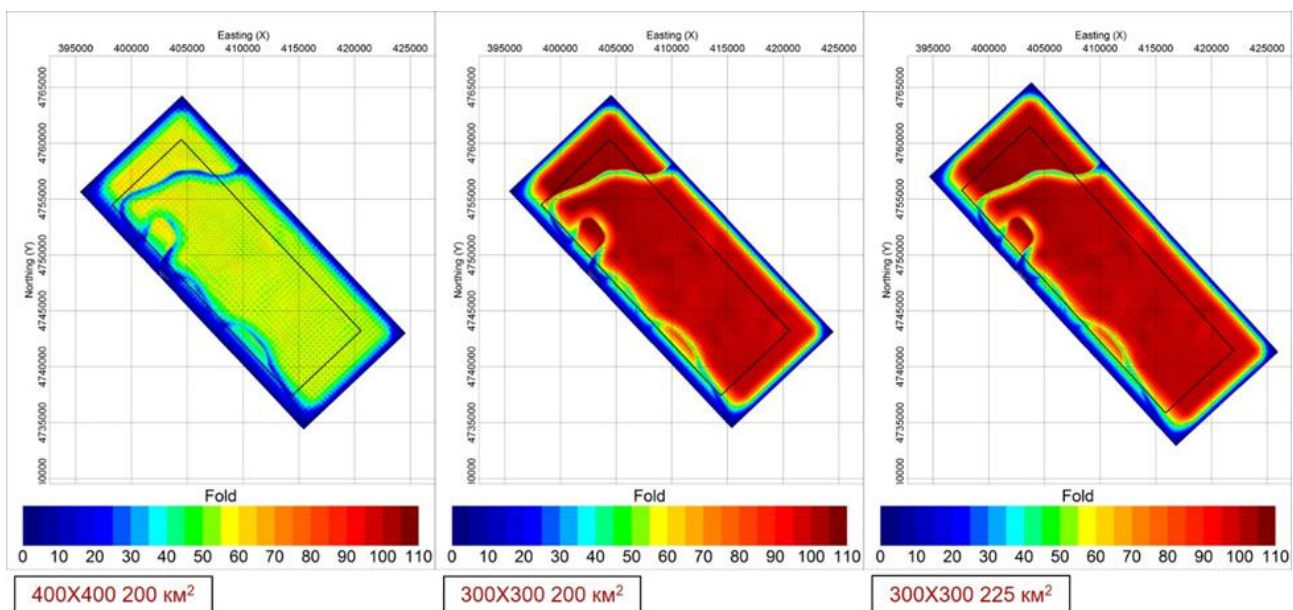


Рисунок 90. Карты освещенности для горизонта J3t с применением мьютинга за растяжение импульса 25%.

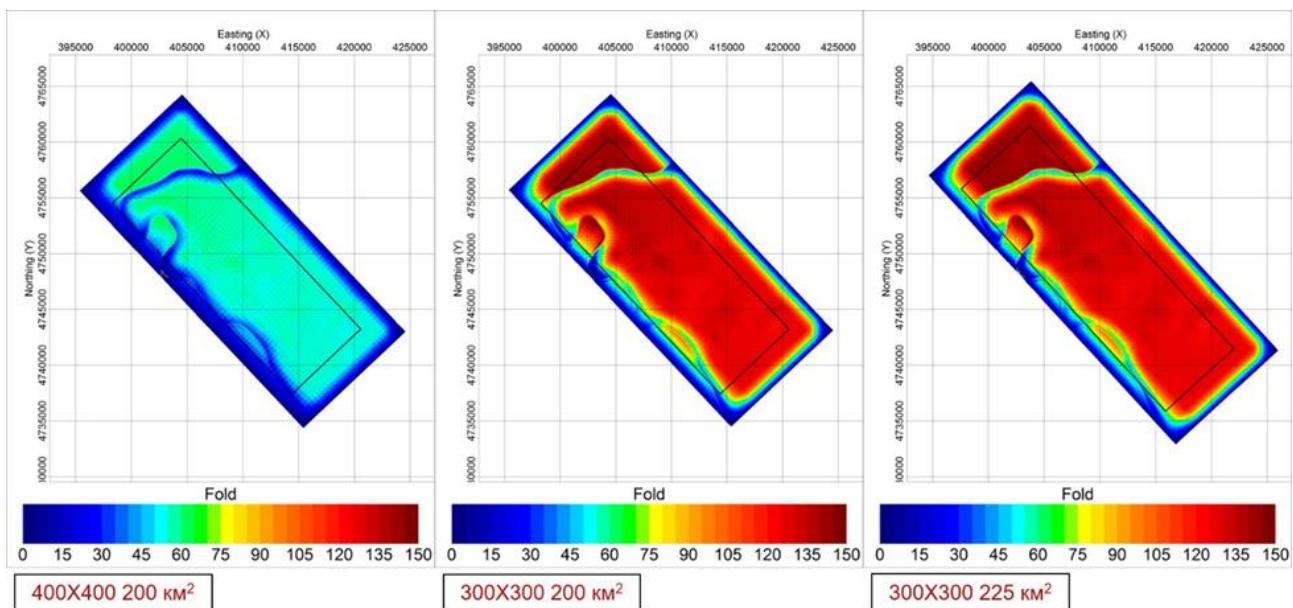


Рисунок 91. Карты освещенности для горизонта J2c с применением мьютинга за растяжение импульса 25%.

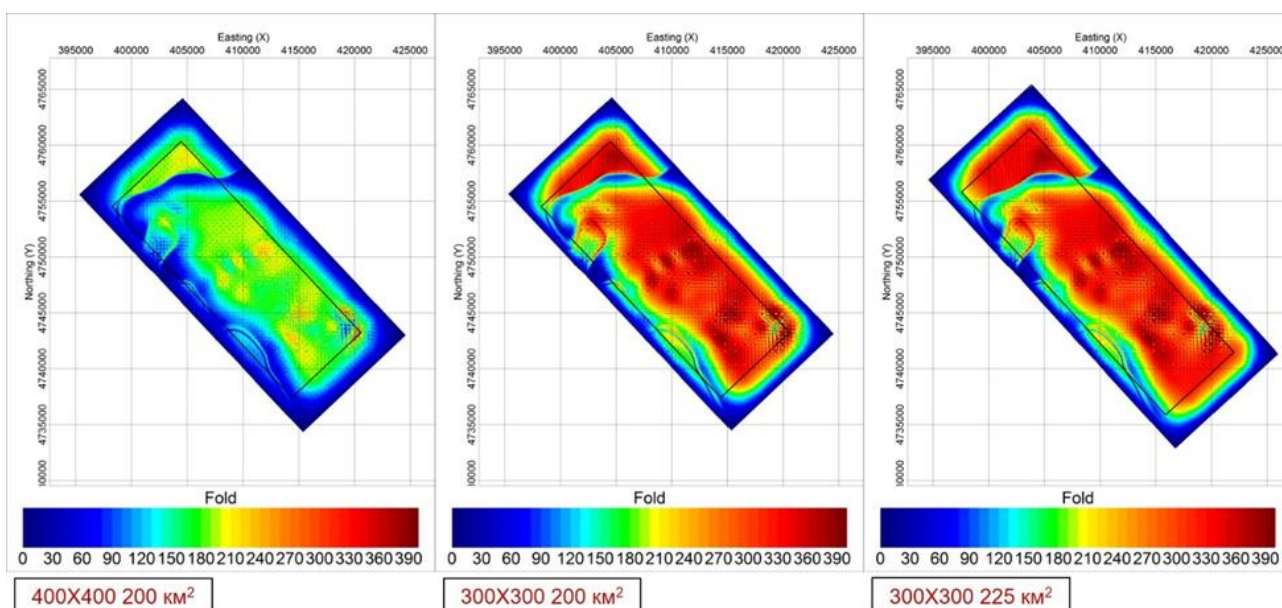


Рисунок 92. Карты освещенности для горизонта Tr с применением мьютинга за растяжение импульса 25%.

При учете растяжения импульса и применении мьютинга становятся гораздо более заметны артефакты расстановки (так называемые футпринты). Это связано с тем, что к эффектам неравномерного распределения удалений начинают добавляться эффекты неравномерного распределения кратностей. Также, начинает проявляться дополнительный эффект выклинивания слоя N1-P1. Если обратить внимание на характер карт выше границы выклинивания (условно «север») и ниже границы зоны выклинивания (условно «юг»), то можно увидеть, что в зоне «север» кратность прослеживания горизонта выше, чем в зоне «юг». Данный эффект можно объяснить наличием дополнительного преломления в зоне «юг», что увеличивает удаление выхода отраженного луча и приводит к выходу части точек отражения за пределы ограничений по удалениям.

По результатам анализа карт с построенных с применением мьютинга за растяжение импульса можно сказать, что съемка с шагом ПП равным 300 метров показывает не только гораздо более высокую кратность на основных целевых горизонтах, но и, благодаря более равномерной пространственной дискретизации по пунктам приема, обладает гораздо менее выраженными артефактами расстановки. Тем не менее, несмотря на более низкую кратность, съемка с шагом ПП равным 400 метров показывает достаточную освещенность (60-70) на целевых горизонтах (64 на горизонте J2с, что соответствует начальным условиям со стороны заказчика).

8.7.3. Сравнение карт освещенности съемкой с шагом ПП равным 400 метров с картами освещенности съемки выполненной компанией RXT

Отдельно было выполнено сравнение карт освещенности съемкой с шагом ПП равным 400 метров с картами освещенности съемки выполненной компанией RXT в 2008 – 2009 годах. Съемка, выполненная компанией RXT, рассматривается заказчиком как эталонная поскольку для данного района на сегодня сейсмические данные, полученные в ходе этой съемки, имеют наилучшее качество и информативность.

Для расчета карт освещенности была смоделирована геометрия съемки, выполненной RXT. По сути, узкоазимутальная съемка, выполненная RXT является съемкой 2D с широким

профилем. Вариант съемки с шагом ПП 400 метров был выбран для сравнения как наиболее близкий по значениям номинальной кратности.

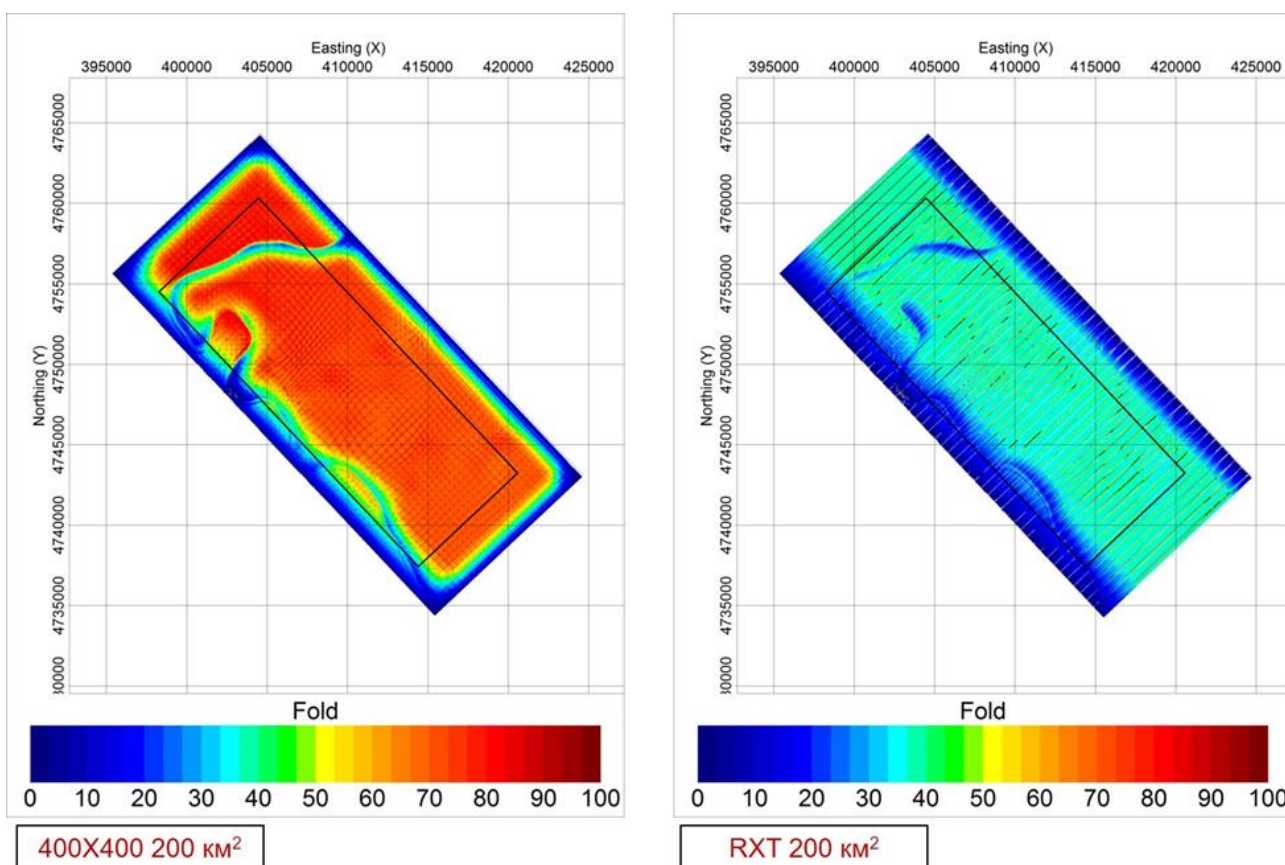


Рисунок 93. Сравнение карт освещенности горизонта J2с съемкой с шагом ПП = 400 метров и съемкой RXT. Обе модели рассчитаны с учетом мьютинга за растяжение импульса 25%.

Из анализа карт видно, что съемка с шагом ПП = 400метров имеет существенно более высокую кратность. Тем не менее, из-за большого различия данных съемок по азимутальности, дополнительно были проанализированы освещенности в различных азимутальных диапазонах. Это было сделано с целью количественного сравнения полно-азимутальной съемки с узко-азимутальной съемкой.

Карты в различных азимутальных диапазонах приведены на рисунках ниже.

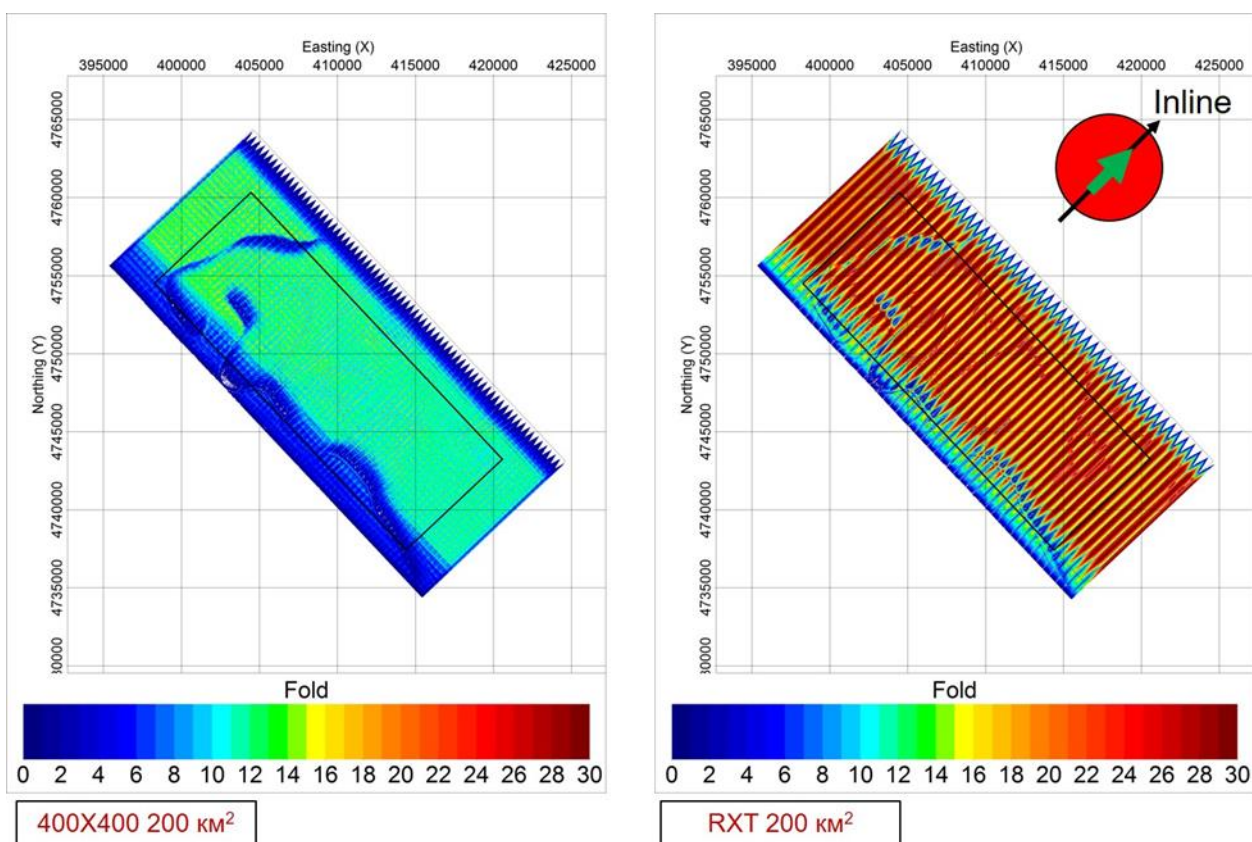


Рисунок 94. Сравнение карт освещенности горизонта J2с съемкой с шагом ПП = 400 метров и съемкой RXT в диапазоне азимутов 345 – 15 градусов относительно азимута линии ПП.

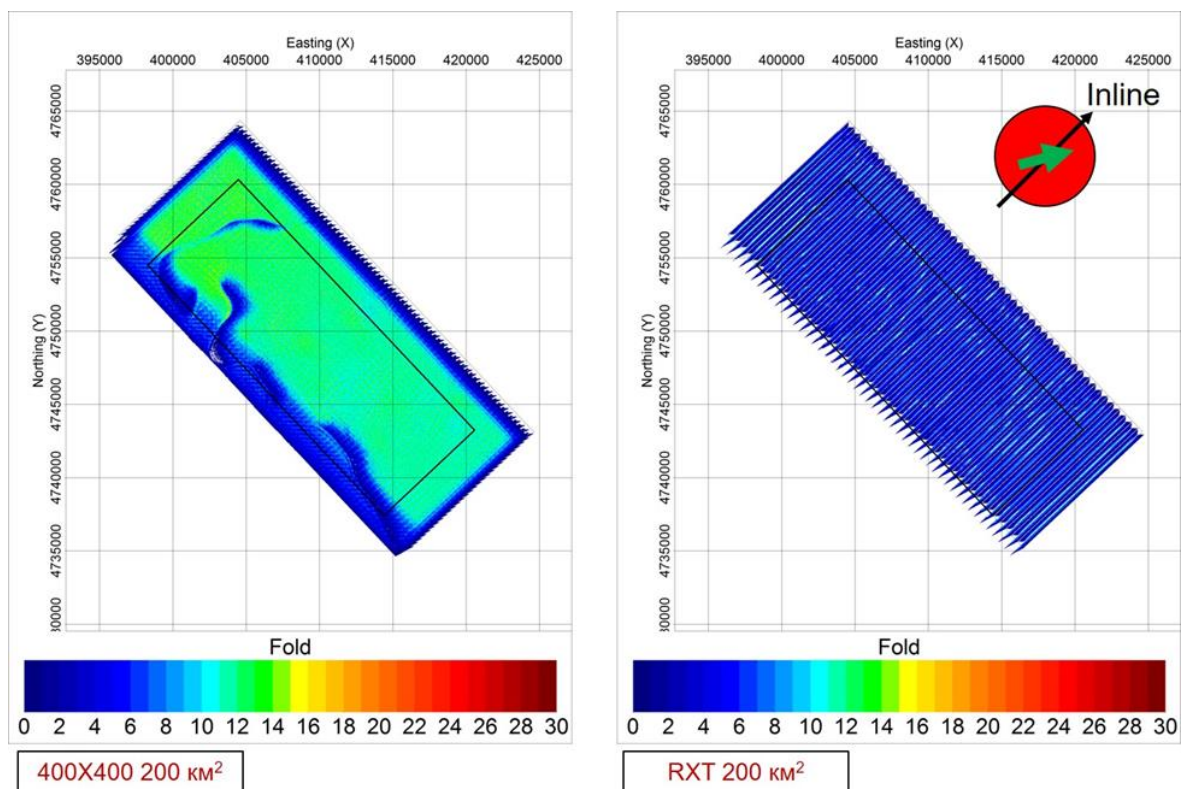


Рисунок 95. Сравнение карт освещенности горизонта J2с съемкой с шагом ПП = 400 метров и съемкой RXT в диапазоне азимутов 15 – 45 градусов относительно азимута линии ПП.

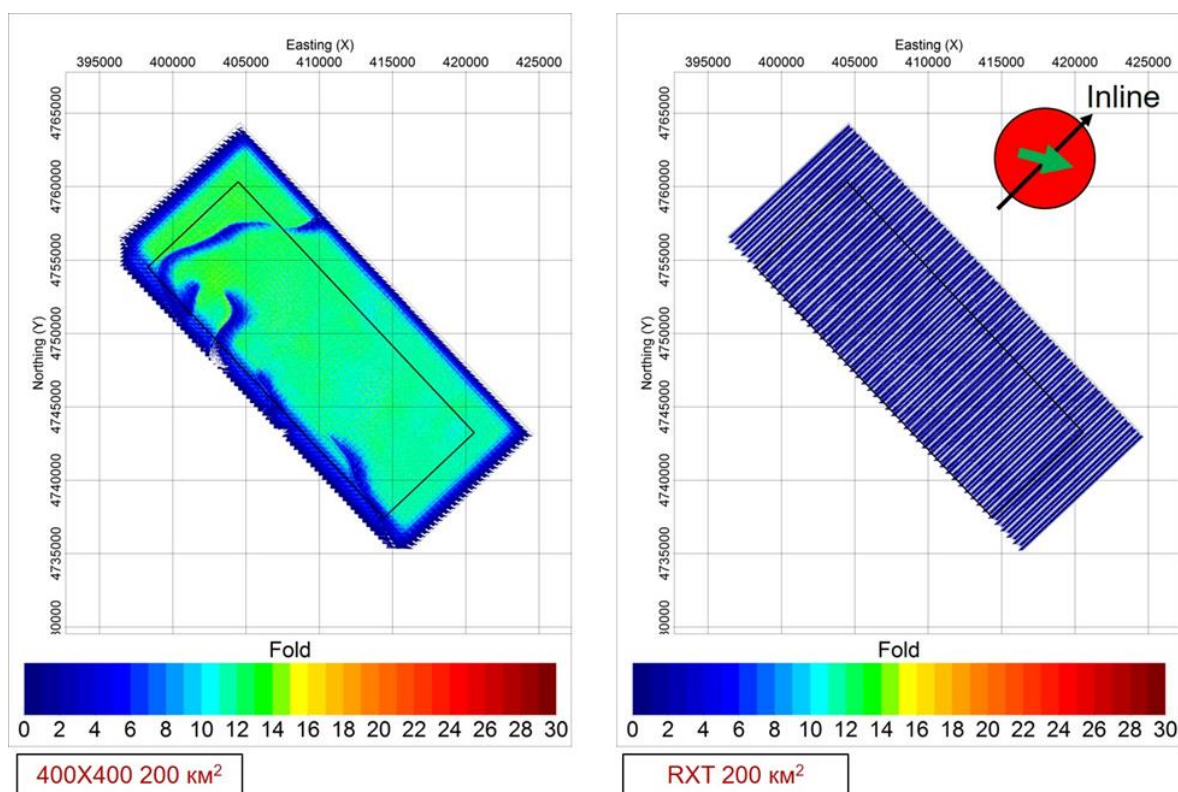


Рисунок 96. Сравнение карт освещенности горизонта J2c съемкой с шагом ПП = 400 метров и съемкой RXT в диапазоне азимутов 45 – 75 градусов относительно азимута линии ПП.

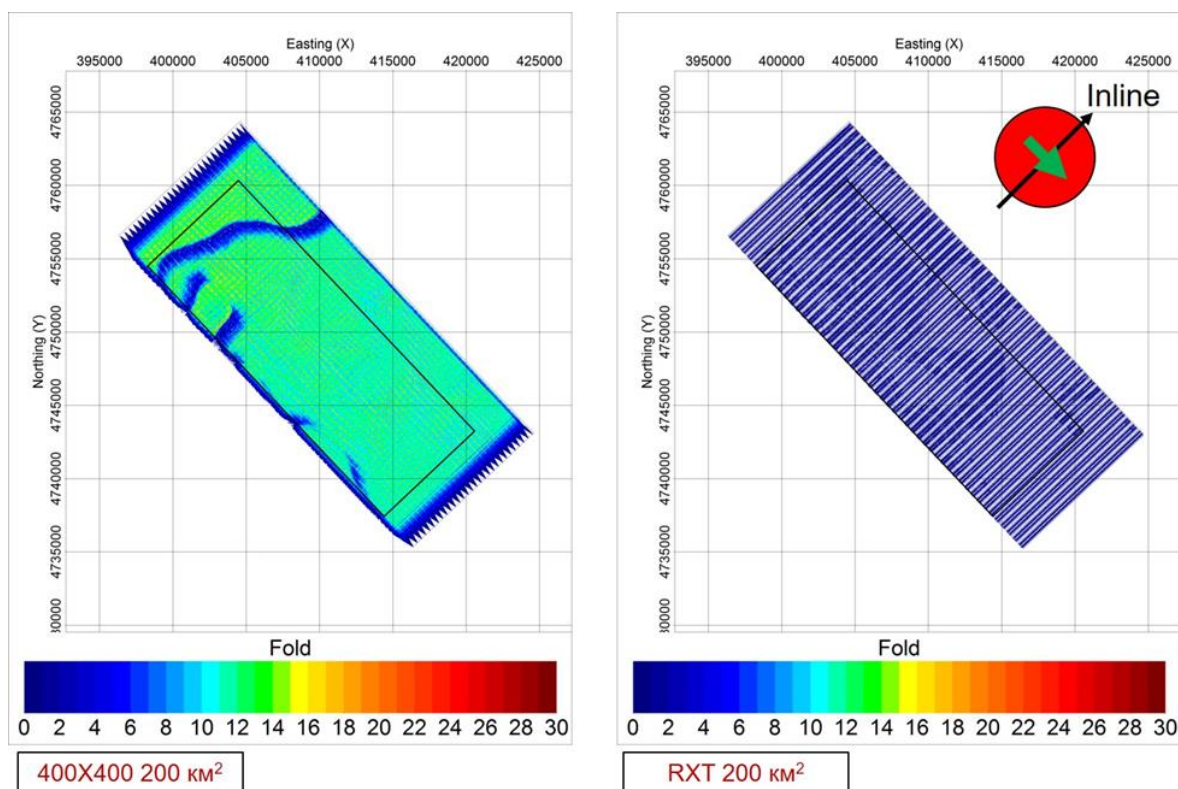


Рисунок 97. Сравнение карт освещенности горизонта J2c съемкой с шагом ПП = 400 метров и съемкой RXT в диапазоне азимутов 75 – 105 градусов относительно азимута линии ПП.

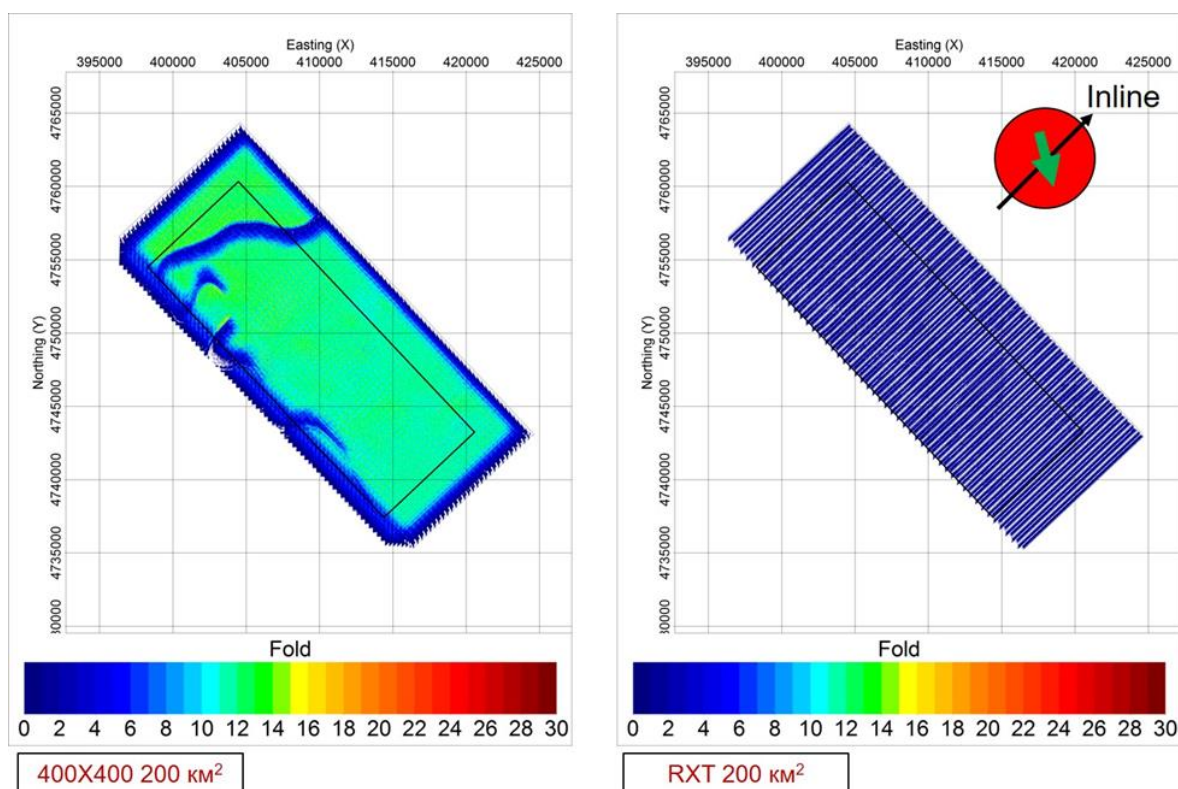


Рисунок 98. Сравнение карт освещенности горизонта J2с съемкой с шагом ПП = 400 метров и съемкой RXT в диапазоне азимутов 105 – 135 градусов относительно азимута линии ПП.

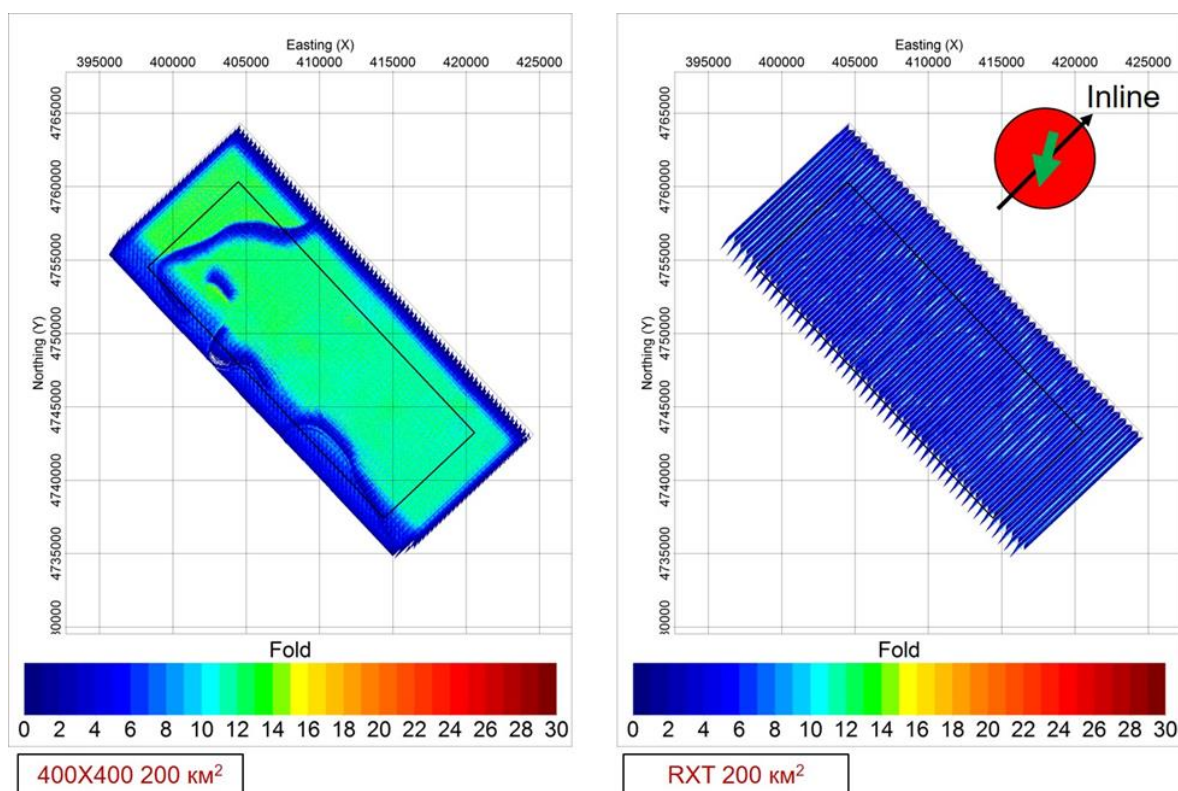


Рисунок 99. Сравнение карт освещенности горизонта J2с съемкой с шагом ПП = 400 метров и съемкой RXT в диапазоне азимутов 135 – 165 градусов относительно азимута линии ПП.

В результате сравнительного анализа карт освещенности было показано, что за пределами диапазона углов ± 15 градусов от азимута линий ПП съемка, выполненная компанией RXT, демонстрирует очень низкую освещенность. Отдельно стоит отметить, что в районе углов, близких к перпендикулярному направлению относительно линий ПП, отражения регистрируются на крайне малых удалениях, для которых характерны субгоризонтальные формы годографов, при этом количество данных точек не превышает 5-10. Данное распределение не стоит считать значимым с точки зрения решения поставленной геологической задачи. Другими словами, результаты съемки RXT стоит рассматривать как набор выносных 2D профилей со сплошной пространственной дискретностью, а не 3D с прослеживанием одной и той-же точки среды под различными азимутами.

8.7.4. Сравнение карт освещенности съемкой с $X_{\max}=6000$ метров со съемкой с $X_{\max}=4800$ метров.

Последним этапом лучевого моделирования было сравнение освещенности горизонтов съемками с одинаковым шагом ПП и ЛПП, но разными максимальными удалениями приемник-источник ($X_{\max}$) - 6000 метров и 4800 метров.

Перед выполнением моделирования были проанализированы распределения максимальных удалений для варианта съемки с шагом ЛПП равным 400 метров с применением мьютинга за растяжение импульса.

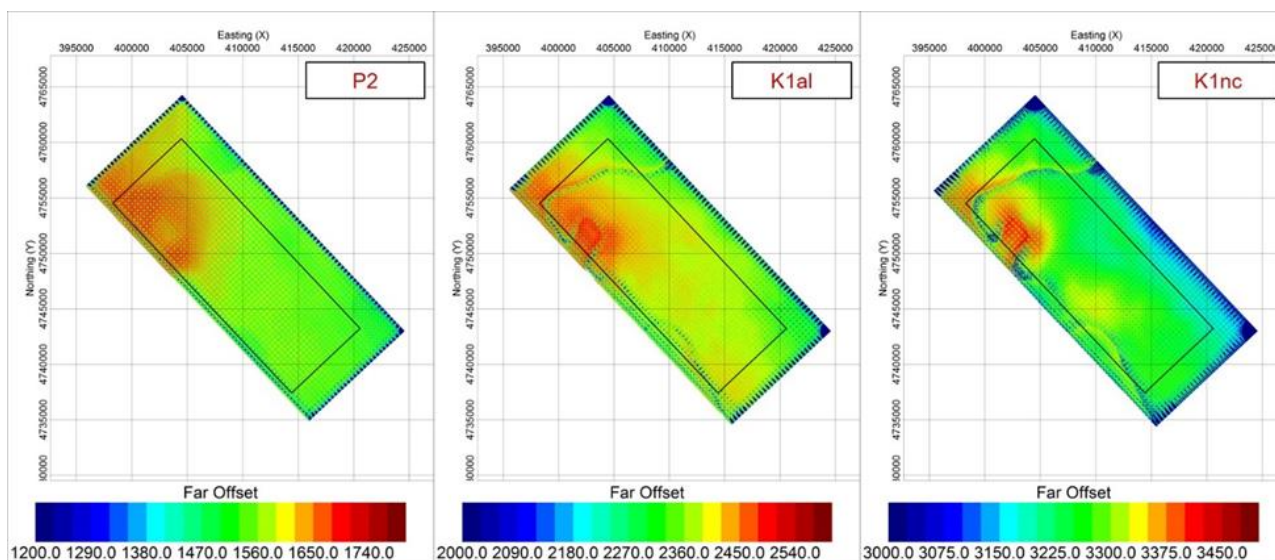


Рисунок 100. Распределение максимальных удалений с учетом мьютинга за растяжение импульса для варианта съемки с шагом ЛПП 400 метров по горизонтам P2, K1al и K1nc.

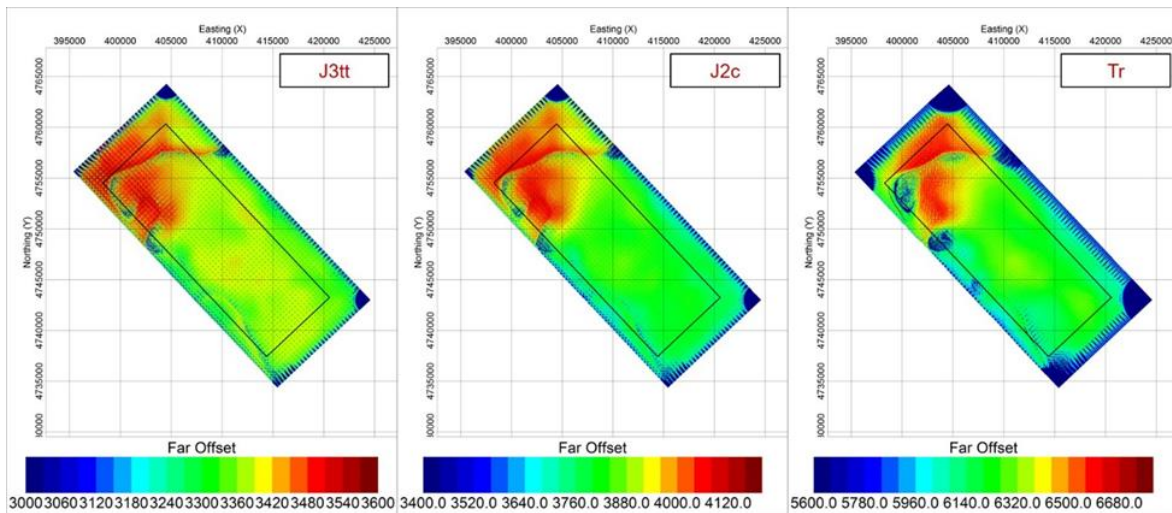


Рисунок 101. Распределение максимальных удалений с учетом мьютинга за растяжение импульса для варианта съемки с шагом ЛПП 400 метров по горизонтам J3tt, J2c и Tr.

Сразу бросается в глаза и ранее отмечавшаяся неравномерность распределения удалений, вызванная выклиниванием горизонта P1. Также следует обратить внимание, что вплоть до горизонта J2c максимальное удалений не превышает 4000 метров. Это полностью подтверждается результатами сравнения съемок с максимальными удалениями 4800 и 6000 метров для варианта с шагом ЛПП равным 300 метров.

Результаты сравнения этих съемок приведены на рисунках ниже.

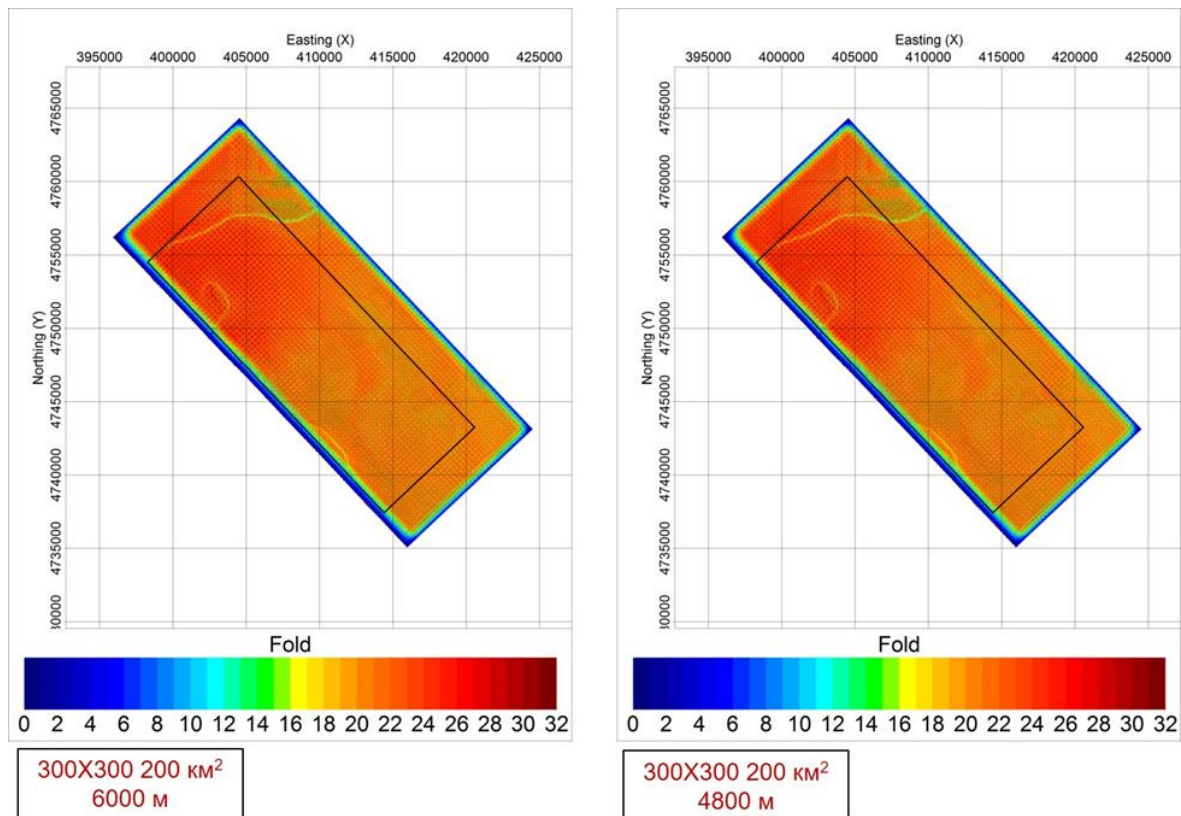


Рисунок 102. Сравнение освещенности горизонта P1 съемками с $X_{\max} = 6000\text{м}$ и $X_{\max} = 4800\text{м}$.

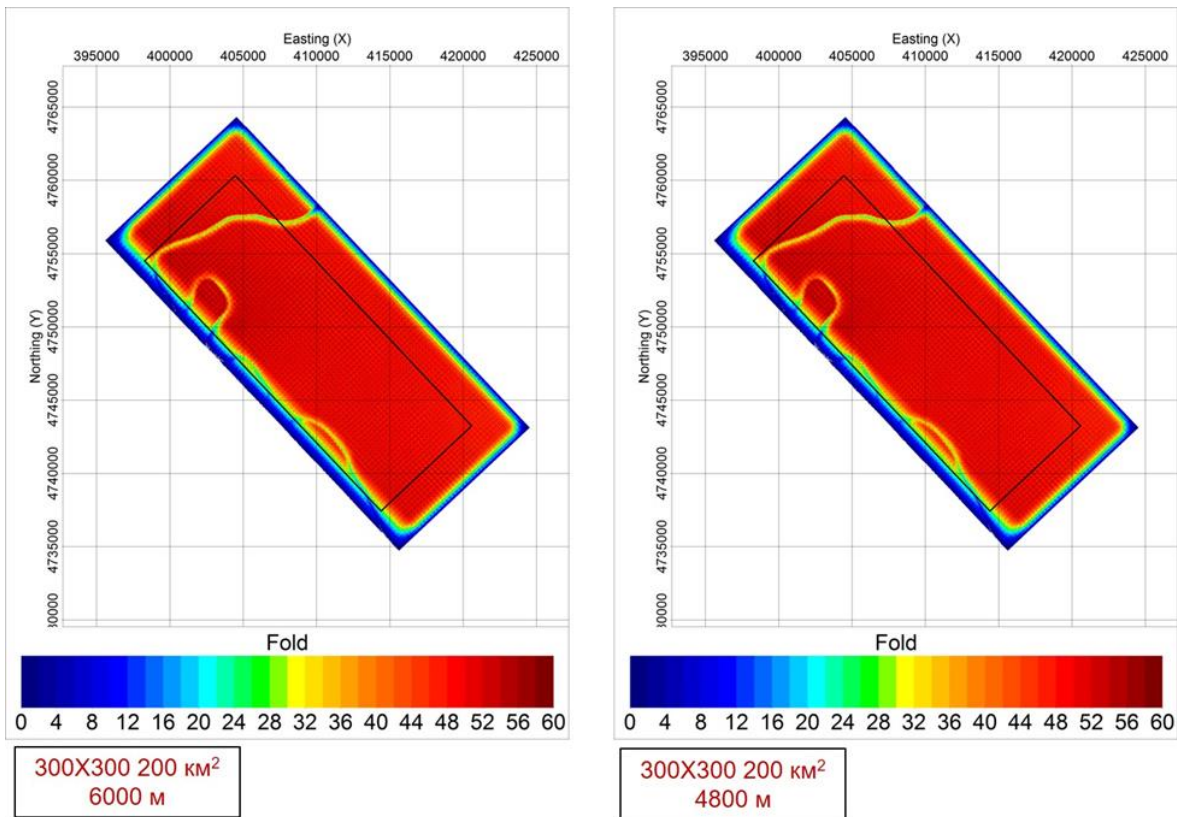


Рисунок 103. Сравнение освещенности горизонта K1a1 съемками с $X_{max} = 6000$ м и $X_{max} = 4800$ м.

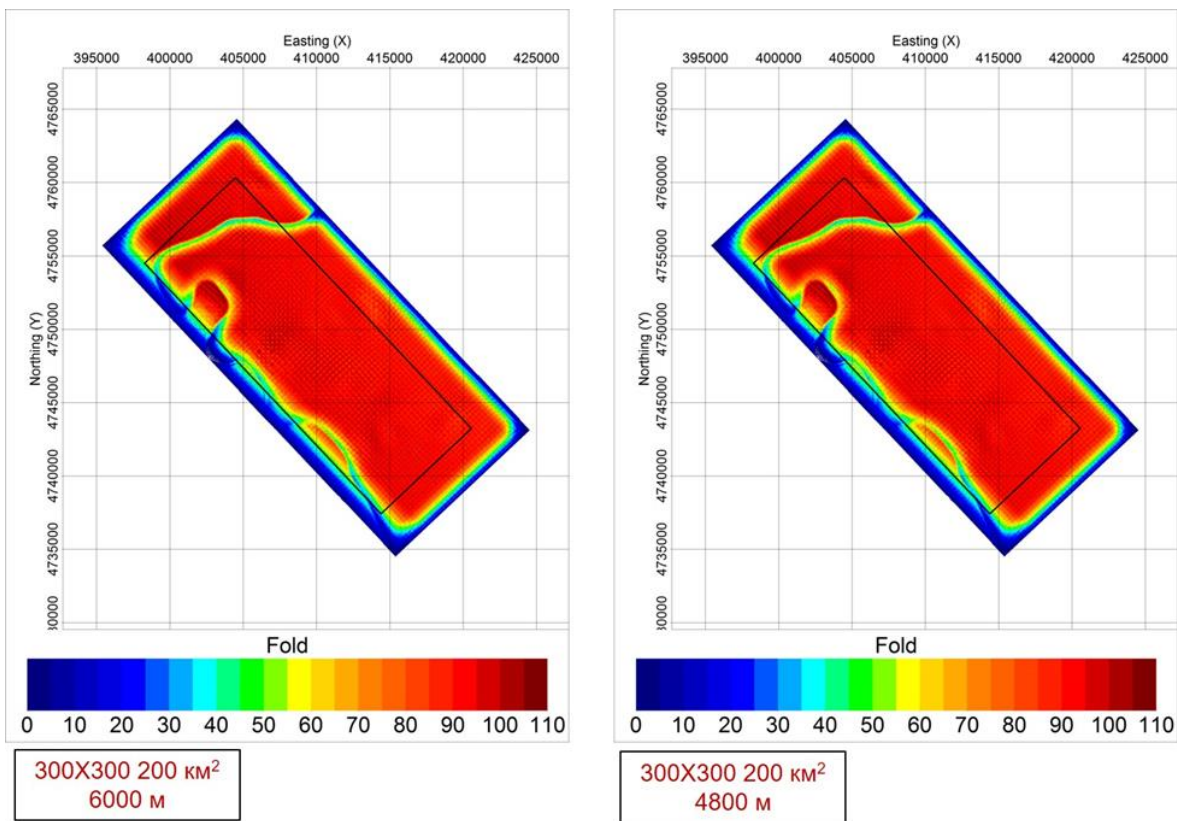


Рисунок 104. Сравнение освещенности горизонта K1nc съемками с $X_{max} = 6000$ м и $X_{max} = 4800$ м.

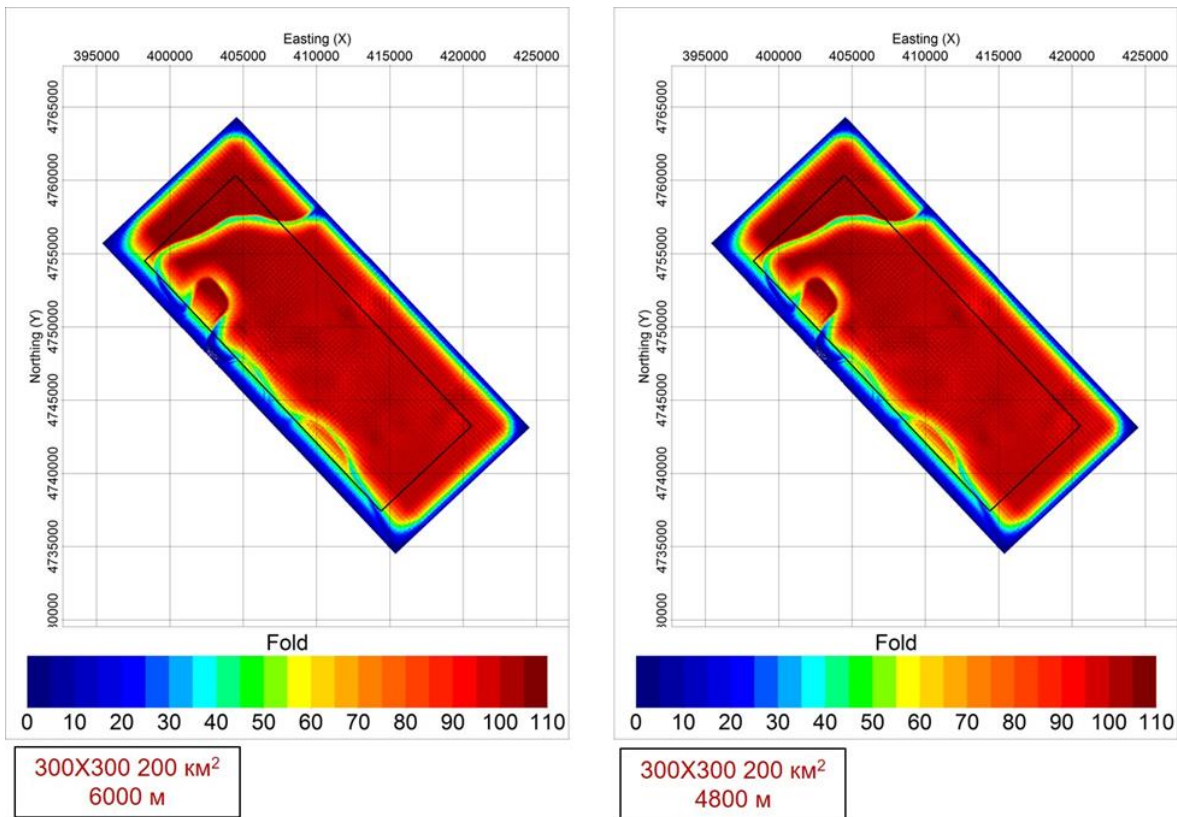


Рисунок 105. Сравнение освещенности горизонта J3tt съемками с $X_{max} = 6000$ м и $X_{max} = 4800$ м.

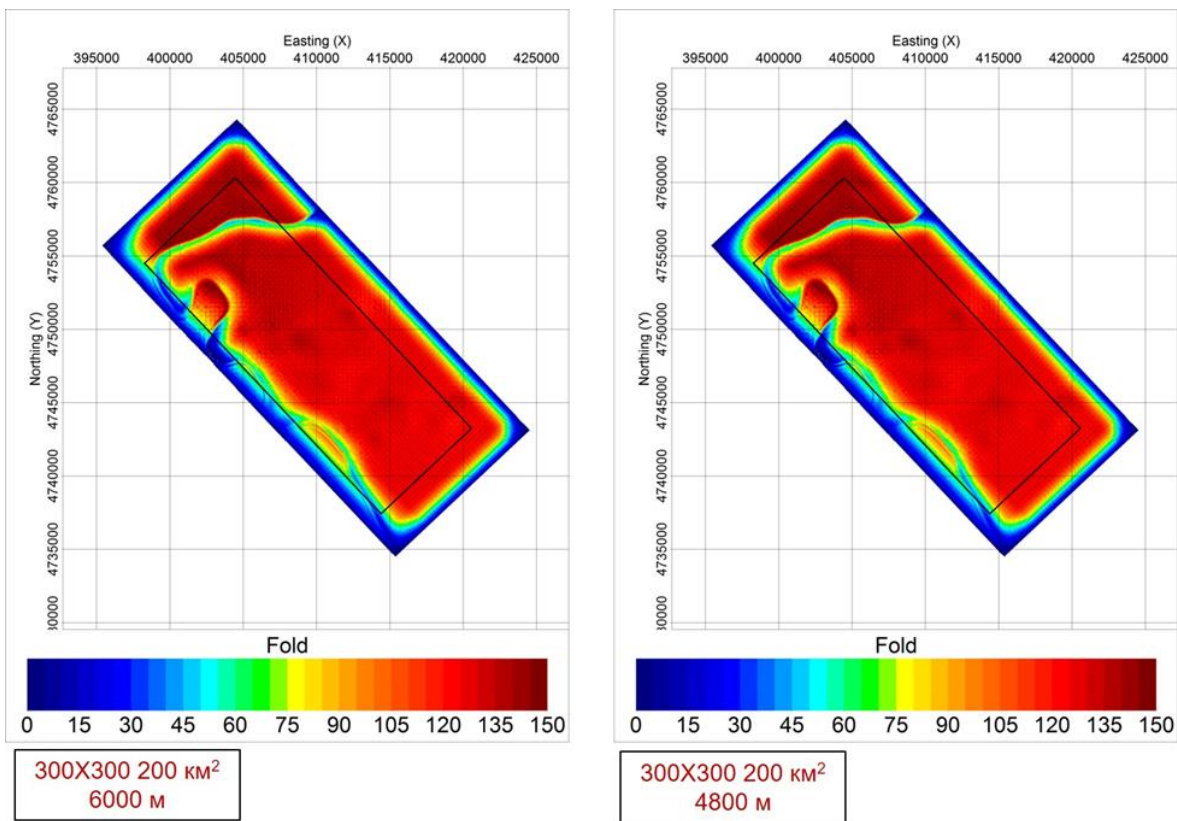


Рисунок 106. Сравнение освещенности горизонта J2c съемками с $X_{max} = 6000$ м и $X_{max} = 4800$ м.

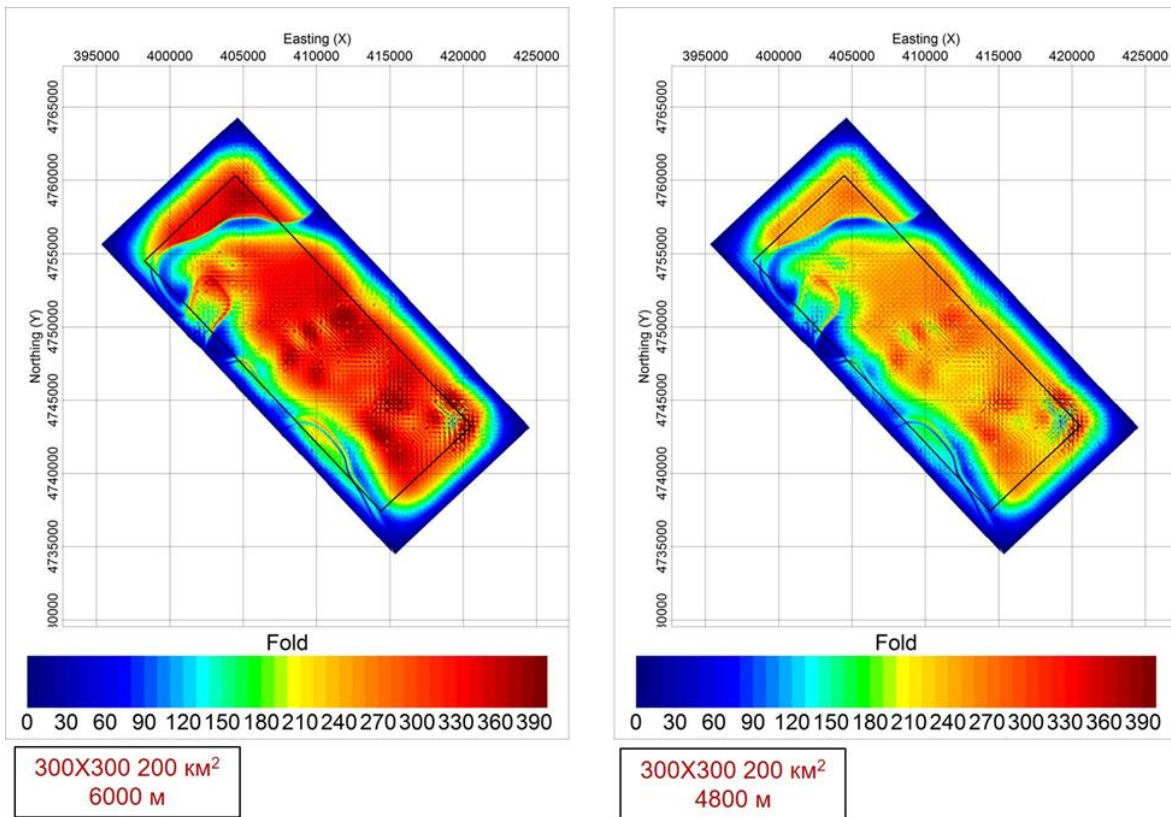


Рисунок 107. Сравнение освещенности горизонта Tr съемками с $X_{\max} = 6000\text{м}$ и $X_{\max} = 4800\text{м}$.

По результатам сравнения можно сказать, что разница в освещенностях видна только для горизонта Tr. Тем не менее, учитывая планирующееся применение сложных процедур обработки, таких как полноволновая инверсия (FWI), для корректной отработки которых требуется регистрация преломленных и рефрагированных волн, и предстоящие задачи по увязке проектируемой съемки со съемками предыдущих лет, отработка площади с $X_{\max}=6000$ метров представляется оправданным.

9. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКА СЕЙСМИЧЕСКОГО СИГНАЛА

В качестве референсной была смоделирована группа пневмоисточников использованная при проведении съемки в 2008 – 2009 годах компанией RXT, поскольку глубинность и разрешенность этой съемки, учитывая примерно те же глубины моря, удовлетворяют заказчика.

9.1. Моделирование источника, использованного компанией RXT

Геометрия и параметры источника, использованного компанией RXT, были взяты из заключительного отчета о выполненных работах, предоставленного заказчиком.

Модель, представленная в отчете выполнена для глубины буксировки 4.0 метра, что указывает на попытку сместить АЧХ группы пневмоисточников в область высоких частот.

Модель рассчитанная АГП для рекомендованной группы в программе Gundalf 8.1 выполнена для глубин буксировки источника в 4,0, 5,0 и 6,0 метров для возможности сравнения с источником предлагаемым АГП и показать изменение характеристик группы пневмоисточника с изменением глубины буксировки.

При моделировании данного источника были изменены некоторые параметры по сравнению с теми, что использованы в отчете RXT. Так используемая нами программа Gundalf 8.1 не имеет в своей базе одиночных пушек G-Gun объемом менее 45 кубических дюймов и соответственно пушки в 40 куб. дюймов использованные RXT были заменены на пушки объемом в 45 куб. дюймов, что привело к увеличению общего объема группы на 20 куб. дюймов. Это не сказывается на сравнении источников поскольку общее увеличение объема составило менее 1%.

Амплитудный спектр фильтра, использованного при построении модели показан на рисунке ниже.

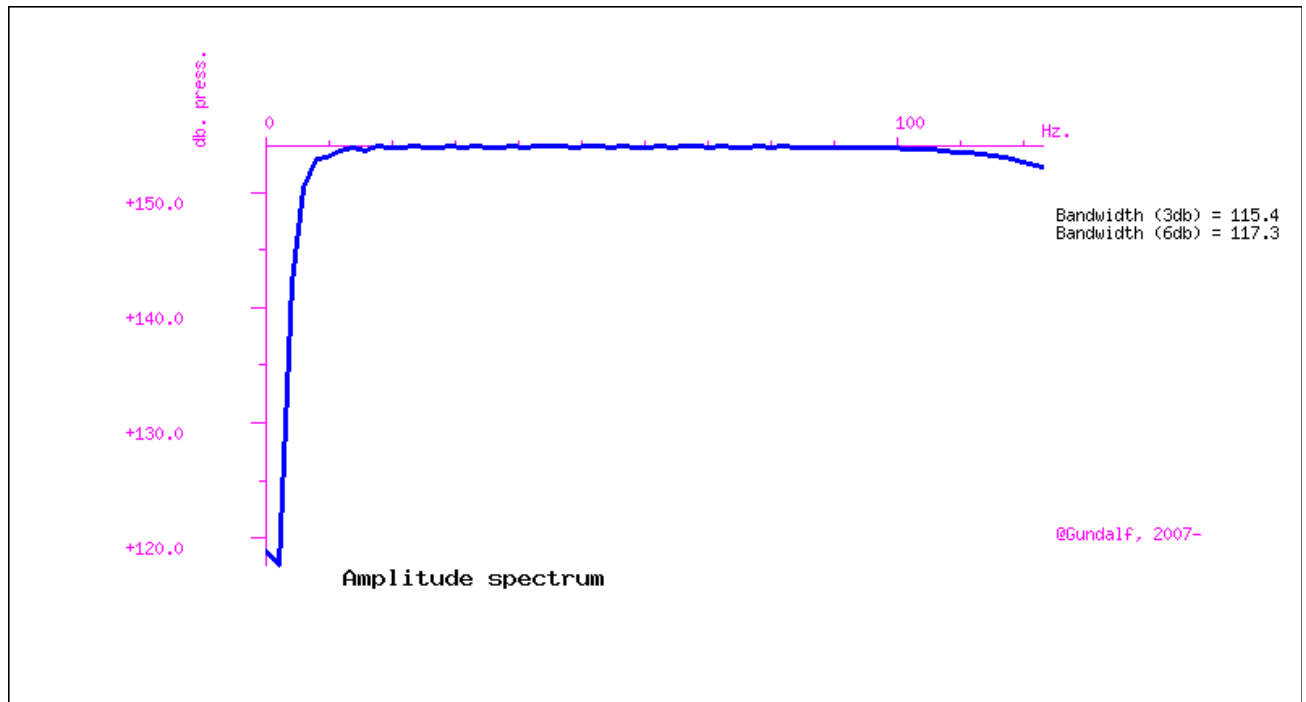


Рисунок 108. Амплитудный спектр источника RXT.

Таблица 9. Параметры источника RXT

Array parameter	Array value
Number of guns	24
Total volume (cu.in).	2680.0 (43.9 litres)
Peak to peak in bar-m.	79.6 +/- 0.829 (7.96 +/- 0.0829 MPa, ~ 258 db re 1 muPa. at 1m.)
Zero to peak in bar-m.	46.1 (4.61 MPa, 253 db re 1 muPa. at 1m.)
RMS pressure in bar-m.	4.79 (0.479 MPa, 234 db re 1 muPa. at 1m.)
Primary to bubble (peak to peak)	18.5 +/- 2.46
Bubble period to first peak (s.)	0.128 +/- 0.0131
Maximum spectral ripple (dB): 10.0 - 50.0 Hz.	10.1
Maximum spectral value (dB): 10.0 - 50.0 Hz.	208
Average spectral value (dB): 10.0 - 50.0 Hz.	206
Total acoustic energy (Joules)	149891.7
Total acoustic efficiency (%)	24.7

Таблица 10. Геометрия источника RXT и вклад одиночных источников в общую мощность группы

Gun	Pressure (psi)	Volume (cuin)	Type	x (m.)	y (m.)	z (m.)	delay (s.)	sub-array	p-p contrib (pct.)
1	2000.0	70.0	G-GUN	0.000	0.000	4.000	0.00000	1	4.1
2	2000.0	100.0	G-GUN	2.000	0.000	4.000	0.00000	1	4.4
3	2000.0	120.0	G-GUN	4.500	-0.500	4.000	0.00000	1	4.4
4	2000.0	120.0	G-GUN	4.500	0.500	4.000	0.00000	1	4.4
5	2000.0	250.0	G-GUN	7.500	-0.500	4.000	0.00000	1	5.8
6	2000.0	250.0	G-GUN	7.500	0.500	4.000	0.00000	1	5.8
7	2000.0	100.0	G-GUN	10.500	-0.500	4.000	0.00000	1	4.0
8	2000.0	100.0	G-GUN	10.500	0.500	4.000	0.00000	1	4.1
9	2000.0	70.0	G-GUN	13.000	-0.400	4.000	0.00000	1	3.5
10	2000.0	70.0	G-GUN	13.000	0.400	4.000	0.00000	1	3.5
11	2000.0	45.0	G-GUN	15.000	-0.300	4.000	0.00000	1	3.0
12	2000.0	45.0	G-GUN	15.000	0.300	4.000	0.00000	1	3.0
13	2000.0	70.0	G-GUN	0.000	6.000	4.000	0.00000	2	4.1
14	2000.0	100.0	G-GUN	2.000	6.000	4.000	0.00000	2	4.4
15	2000.0	120.0	G-GUN	4.500	5.500	4.000	0.00000	2	4.4
16	2000.0	120.0	G-GUN	4.500	6.500	4.000	0.00000	2	4.4
17	2000.0	250.0	G-GUN	7.500	5.500	4.000	0.00000	2	5.8
18	2000.0	250.0	G-GUN	7.500	6.500	4.000	0.00000	2	5.8
19	2000.0	100.0	G-GUN	10.500	5.500	4.000	0.00000	2	4.1
20	2000.0	100.0	G-GUN	10.500	6.500	4.000	0.00000	2	4.1
21	2000.0	70.0	G-GUN	13.000	5.600	4.000	0.00000	2	3.5
22	2000.0	70.0	G-GUN	13.000	6.400	4.000	0.00000	2	3.5
23	2000.0	45.0	G-GUN	15.000	5.700	4.000	0.00000	2	3.0
24	2000.0	45.0	G-GUN	15.000	6.300	4.000	0.00000	2	3.0

Графически группа источников показана на рисунке ниже.

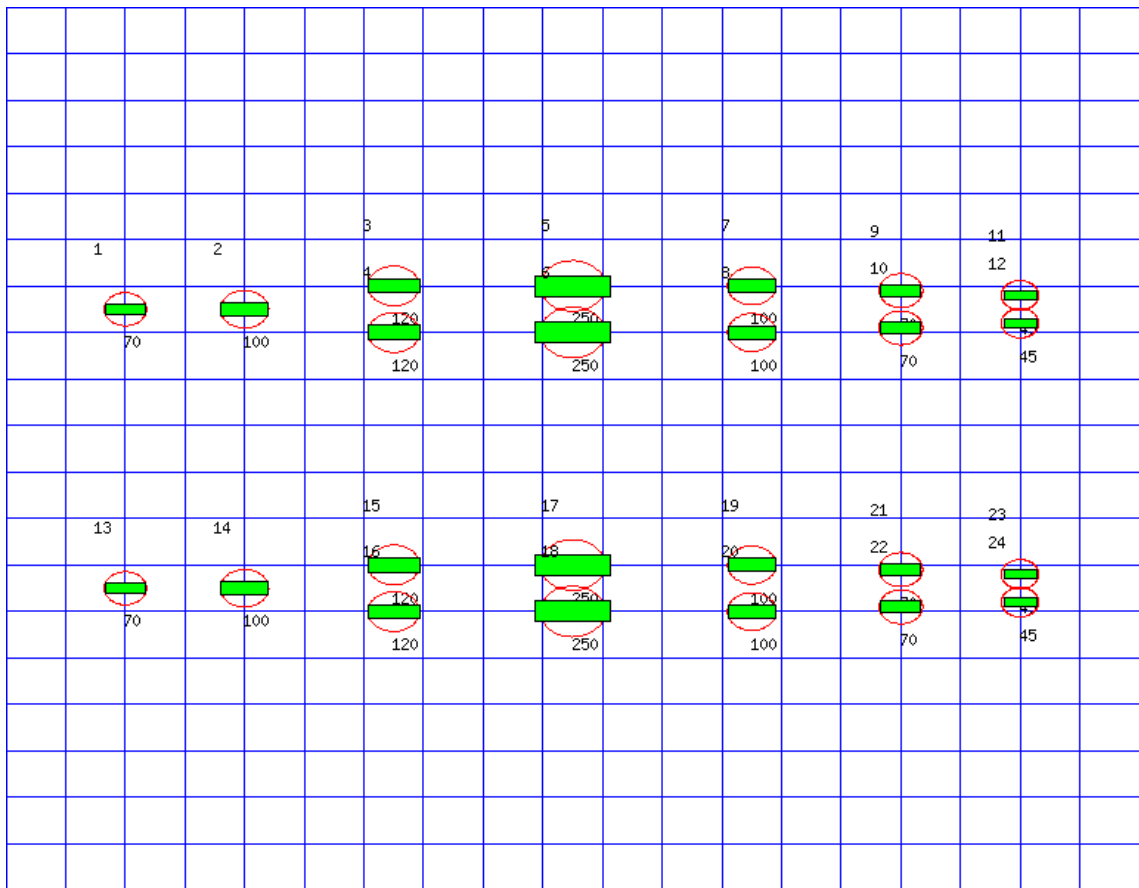


Рисунок 109. Графическое представление источника RXT.

Красными кружками обозначен максимальный радиус, достигаемый пузырем. Пожалуйста, обратите внимание, что взаимодействие поля давления происходит на гораздо большем расстоянии (обычно в 10 раз большем). Однако, когда пузыри соприкасаются или накладываются друг на друга, можно ожидать взаимодействия крайних участков. В этой зоне обычно наблюдается значительное подавление мощности и пузырей.

На рисунке 110 ниже показаны геометрический центр массива, центр давления и центр энергии, определенные следующим образом:

Геометрический центр массива определяется как центр прямоугольника, образованного наибольшими и наименьшими значениями x и y активных источников (неактивные источники не учитываются). Это показано синим кружком.

Центр давления определяется как центр массива, когда каждое активное положение пушки оценивается по его вкладу в общее значение давления от пикового к максимальному. Это показано красным кружком.

Центр энергии вычисляется путем оценки координат с учетом собственной энергии активной пушки в этом положении. Во взаимодействующей матрице это может быть далеко от центра давления, поскольку некоторые пушки могут поглощать энергию, давая отрицательную собственную энергию. Это показано черным кружком.

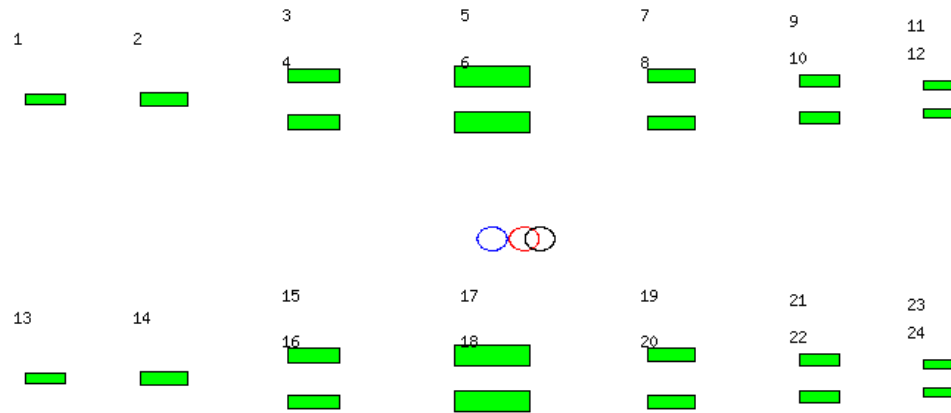


Рисунок 110. Диаграмма расположения центров группы.

Геометрический центр расположен в точке 7.5, 3, 4

Центр давления расположен в точке 8.04, 3, .4

Центр энергии расположен в точке 8.3, 3, 4

Смещение центров группы сказывается на неравномерности диаграммы источника. Диаграммы направленности источника показаны на рисунках ниже.

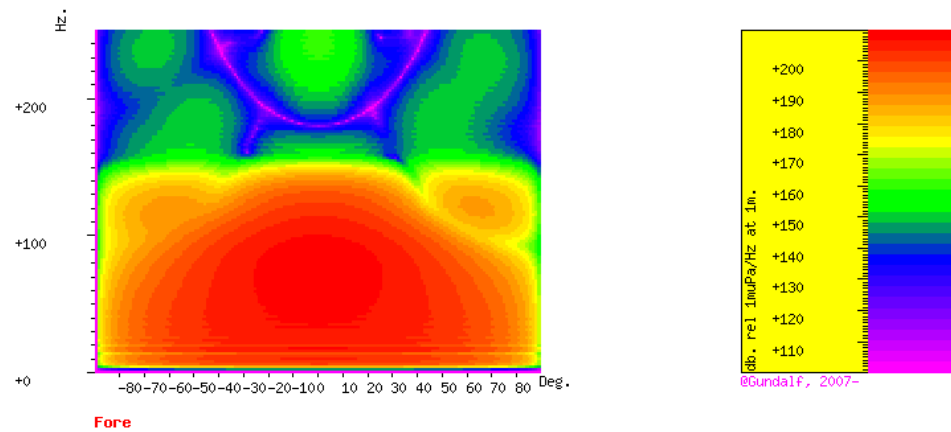


Рисунок 111. Диаграмма направленности группы вдоль линии отстрела

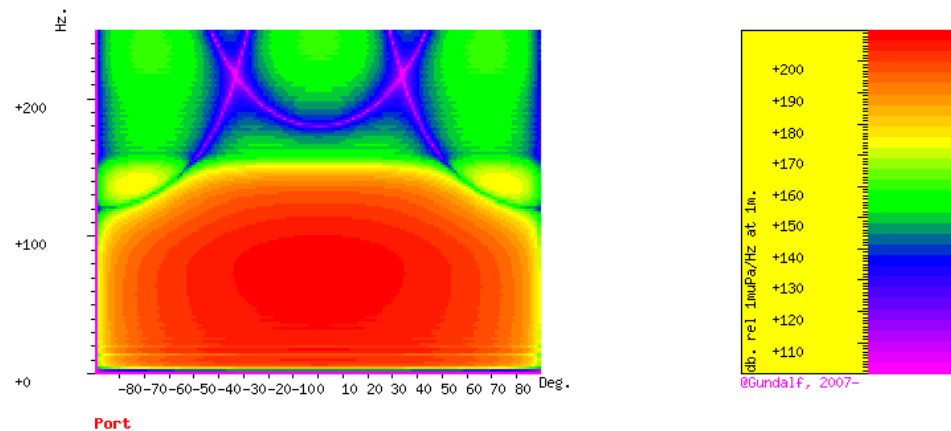


Рисунок 112. Диаграмма направленности группы в крест линии отстрела

Неравномерность диаграммы направленности особенно хорошо заметна на продольной диаграмме (вдоль линии отстрела). Для 2С данных с узким азимутом, полученных в ходе работ, выполненных RXT, эта неравномерность не имела какого-либо значения, но для планируемой полно-азимутальной 3D/4С это имеет значение поскольку может приводить к искажению фаз и формы импульса регистрируемого сигнала.

Форма импульса группы и ее характеристики показаны на рисунке ниже. Данные характеристики будут ориентиром при моделировании рекомендованного источника.

Peak to peak in bar-m.	Zero to peak in bar-m.	Primary to bubble (peak to peak)	Bubble period to first peak (s.)
79.6 +/- 0.829	46.1 +/- 0.415	18.5 +/- 2.46	0.128 +/- 0.0131

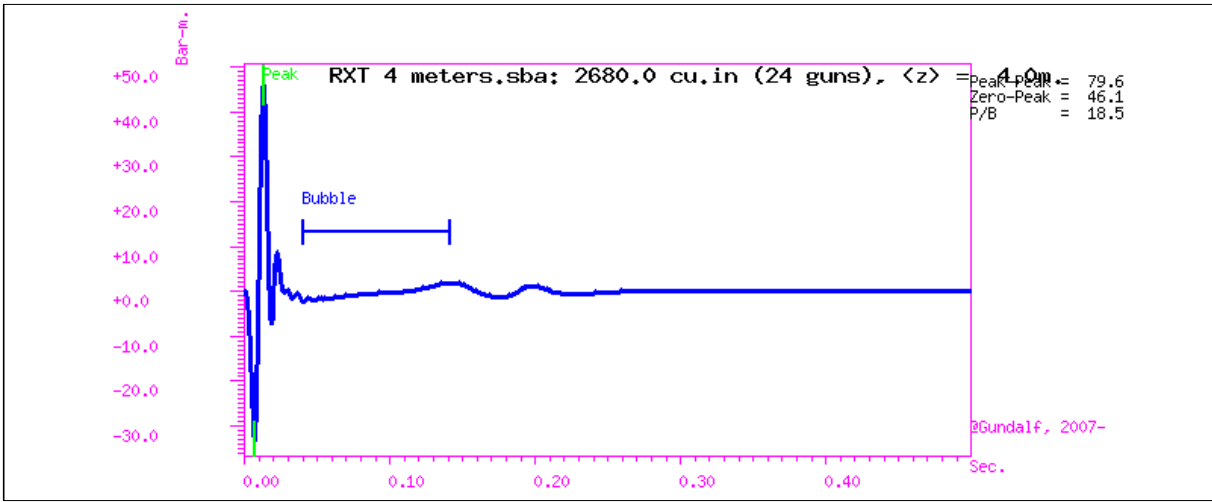


Рисунок 113. Форма импульса группы и ее характеристики

Амплитудно-частотный спектр сигнала группы приведен на рисунке 114 ниже.

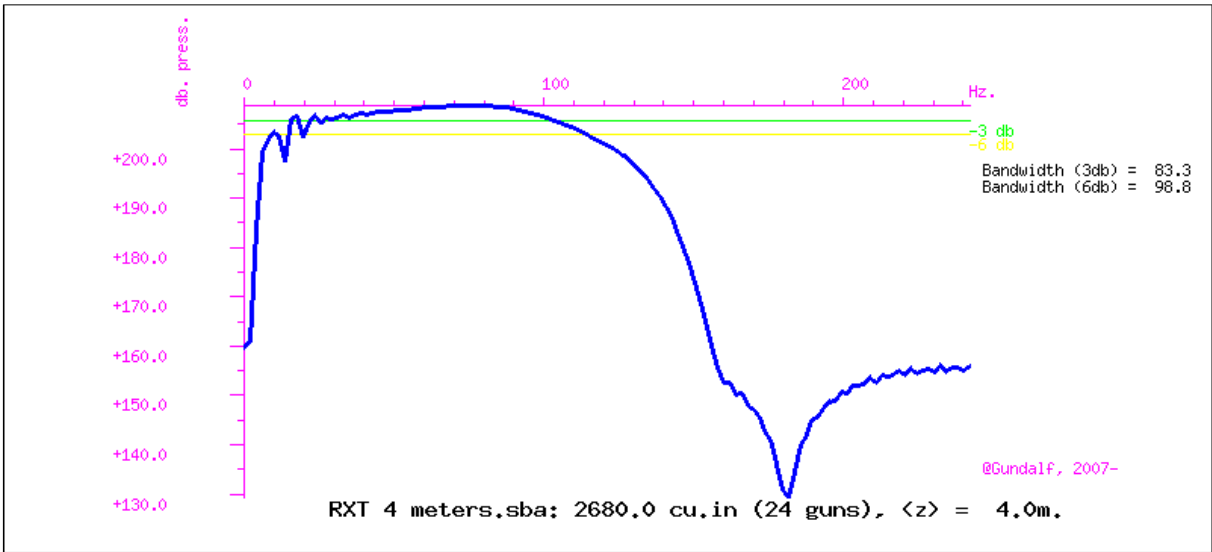


Рисунок 114. Амплитудно-частотный спектр группы.

Источник, использованный компанией RXT для проведения съемки в 2008 – 2009 годах имеет хорошие характеристики. Центральная частота источника находится в районе 75 Гц., что хорошо видно на амплитудно-частотном спектре. Этому способствует буксировка источника

на 4-х метрах. В тоже время, для такой глубины буксировки источник имеет достаточную мощность для освещения глубоких горизонтов. Единственным недостатком этого источника в применении к проектируемой съемке является неравномерность диаграммы направленности. Для съемки 2008-2009 годов это не имело значения, но для планируемой съемки желательно иметь источник с более равномерной диаграммой направленности.

9.2. Моделирование источника для полно азимутальной съемки 3D/4C

В данном случае моделирование сводилось к разработке источника, который должен выполнять требования необходимые для решения геологической задачи т.е. иметь мощность достаточную чтобы обеспечить глубинность, требуемую для освещенности всего целевого интервала, частотный диапазон, обеспечивающий необходимую горизонтальную и вертикальную разрешенность, диаграмму направленности максимально приближенную к круговой, чтобы обеспечить все преимущества полноазимутальной съемки, а также высокое соотношение первичного импульса ко вторичному.

За основу был взят источник, использованный RXT поскольку он хорошо сработал во время съемки в 2008-2009 годах. Было увеличено количество линий в группе пневмоисточников с целью повышения мощности группы без смещения центральной частоты источника в низкочастотную область и получения более равномерной круговой диаграммы направленности. Также было увеличено с 6 метров до 7 метров расстояние между линиями пневмоисточников чтобы несколько улучшить диаграмму направленности, соотношение первичного сигнала к вторичному (peak-to-bubble) и слегка расширить частотный диапазон за счет оптимизации взаимодействия пузырей.

9.2.1. Модель для глубины буксировки 4 метра

Модель была рассчитана с фильтром DFS-V с параметрами 6/18 – 128/72. Это фильтр стандартно используется для расчета и сравнения моделей групп пневмоисточников, но параметры этого фильтра определялись параметрами фильтрации сейсмической станции DFS-V. DFS-V была пятым поколением в серии систем сейсмической регистрации, выпущенным компанией Texas Instruments примерно в 1980 году. С тех пор частота дискретизации сигнала в 4 мс в полевой регистрации используется крайне редко, а основными частотами являются 2 мс или 1 мс. определяющими значение фильтра нижних частот. В большинстве современных систем запись ведется с открытым каналом или в некоторых системах с внутренним фильтром верхних частот 3Гц.

Параметры моделируемого источника полученные при глубине буксировки и его геометрия приведены в таблицах ниже.

Мощность, по сравнению с источником использованным RXT возросла больше чем на 32 Бар-м.

Таблица 11. Параметры моделируемого источника при глубине буксировки 4 метра

Array parameter	Array value
Number of guns	34
Total volume (cu.in).	3680.0 (60.3 litres)
Peak to peak in bar-m.	112 +/- 0.976 (11.2 +/- 0.0976 MPa, ~ 261 db re 1 muPa. at 1m.)
Zero to peak in bar-m.	47.4 (4.74 MPa, 254 db re 1 muPa. at 1m.)
RMS pressure in bar-m.	6.73 (0.673 MPa, 237 db re 1 muPa. at 1m.)
Primary to bubble (peak to peak)	20.2 +/- 4.18

Bubble period to first peak (s.)	0.034 +/- 0.014
Maximum spectral ripple (dB): 10.0 - 50.0 Hz.	7.99
Maximum spectral value (dB): 10.0 - 50.0 Hz.	211
Average spectral value (dB): 10.0 - 50.0 Hz.	209
Total acoustic energy (Joules)	238557.9
Total acoustic efficiency (%)	28.7

Таблица 12. Геометрия моделируемой группы при глубине буксировки 4 метра и вклад одиночных источников в общую мощность группы

Gun	Pressure (psi)	Volume (cuin)	Type	x (m.)	y (m.)	z (m.)	delay (s.)	sub-array	p-p contrib (pct.)
1	2000.0	45.0	G-GUN	0.000	-0.300	4.000	0.00000	1	2.1
2	2000.0	45.0	G-GUN	0.000	0.300	4.000	0.00000	1	2.1
3	2000.0	70.0	G-GUN	2.000	-0.400	4.000	0.00000	1	2.5
4	2000.0	70.0	G-GUN	2.000	0.400	4.000	0.00000	1	2.5
5	2000.0	120.0	G-GUN	4.500	-0.500	4.000	0.00000	1	3.0
6	2000.0	120.0	G-GUN	4.500	0.500	4.000	0.00000	1	3.0
7	2000.0	250.0	G-GUN	7.500	-0.500	4.000	0.00000	1	4.0
8	2000.0	250.0	G-GUN	7.500	0.500	4.000	0.00000	1	4.0
9	2000.0	120.0	G-GUN	10.500	-0.500	4.000	0.00000	1	3.0
10	2000.0	120.0	G-GUN	10.500	0.500	4.000	0.00000	1	3.0
11	2000.0	70.0	G-GUN	13.000	-0.400	4.000	0.00000	1	2.5
12	2000.0	70.0	G-GUN	13.000	0.400	4.000	0.00000	1	2.5
13	2000.0	45.0	G-GUN	15.000	-0.300	4.000	0.00000	1	2.1
14	2000.0	45.0	G-GUN	15.000	0.300	4.000	0.00000	1	2.1
15	2000.0	70.0	G-GUN	0.000	7.000	4.000	0.00000	2	2.8
16	2000.0	100.0	G-GUN	2.000	7.000	4.000	0.00000	2	3.0
17	2000.0	120.0	G-GUN	4.500	6.500	4.000	0.00000	2	3.1
18	2000.0	120.0	G-GUN	4.500	7.500	4.000	0.00000	2	3.1
19	2000.0	150.0	G-GUN	7.500	6.500	4.000	0.00000	2	3.4
20	2000.0	150.0	G-GUN	7.500	7.500	4.000	0.00000	2	3.4
21	2000.0	120.0	G-GUN	10.500	6.500	4.000	0.00000	2	3.1
22	2000.0	120.0	G-GUN	10.500	7.500	4.000	0.00000	2	3.1
23	2000.0	100.0	G-GUN	13.000	7.000	4.000	0.00000	2	3.0
24	2000.0	70.0	G-GUN	15.000	7.000	4.000	0.00000	2	2.8
25	2000.0	70.0	G-GUN	0.000	-7.000	4.000	0.00000	3	2.8
26	2000.0	100.0	G-GUN	2.000	-7.000	4.000	0.00000	3	3.0
27	2000.0	120.0	G-GUN	4.500	-7.500	4.000	0.00000	3	3.1
28	2000.0	120.0	G-GUN	4.500	-6.500	4.000	0.00000	3	3.1
29	2000.0	150.0	G-GUN	7.500	-7.500	4.000	0.00000	3	3.4
30	2000.0	150.0	G-GUN	7.500	-6.500	4.000	0.00000	3	3.4
31	2000.0	120.0	G-GUN	10.500	-7.500	4.000	0.00000	3	3.1
32	2000.0	120.0	G-GUN	10.500	-6.500	4.000	0.00000	3	3.1
33	2000.0	100.0	G-GUN	13.000	-7.000	4.000	0.00000	3	3.0
34	2000.0	70.0	G-GUN	15.000	-7.000	4.000	0.00000	3	2.8

Графическое представление моделируемой группы показано на рисунке ниже

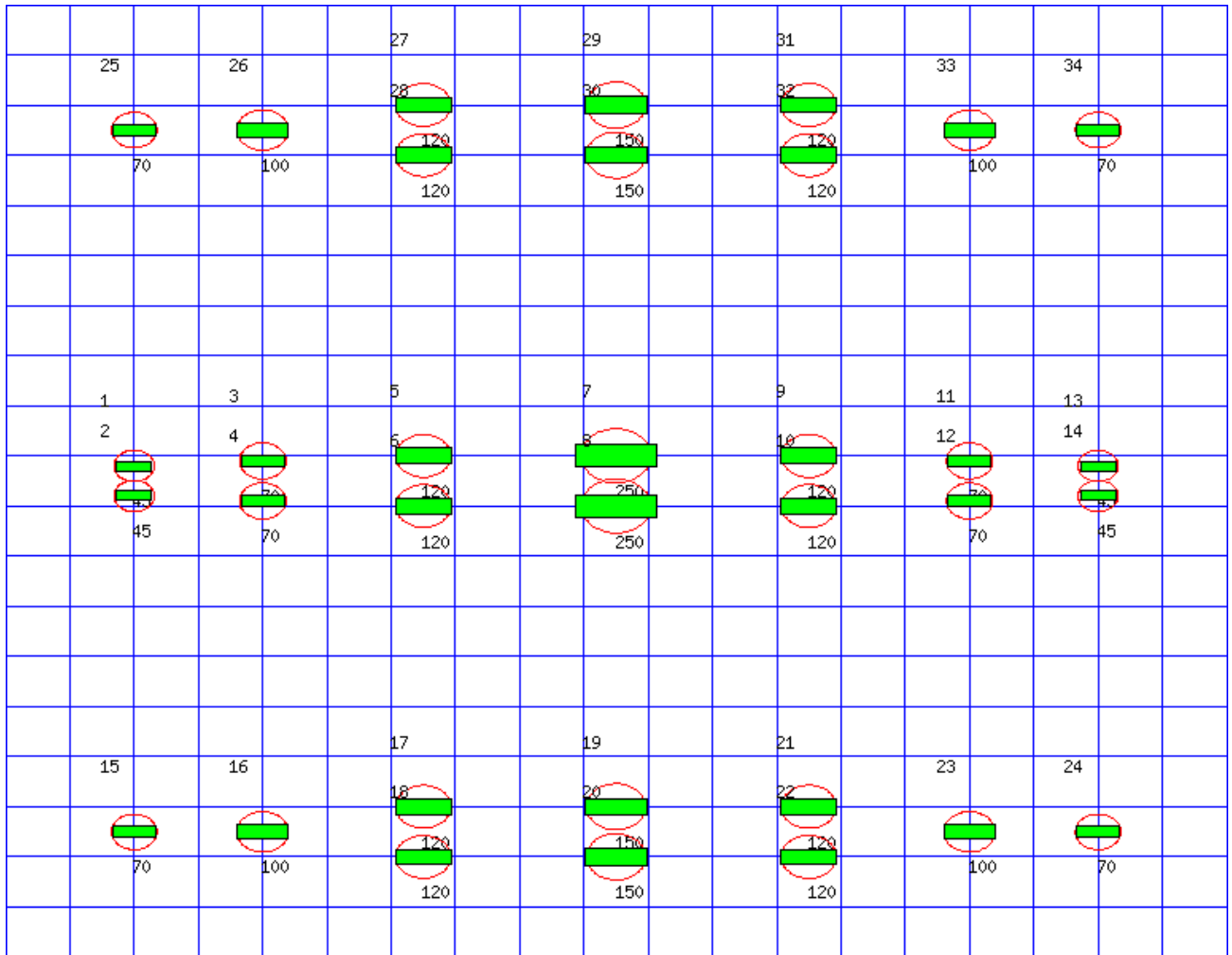


Рисунок 115. Графическое представление моделируемого источника RXT.

Источник состоит из трех симметричных подгрупп. Две внешние подгруппы идентичны, а центральная, формирующая сигнал имеет большее количество источников и несколько больший объем чем каждая из крайних. Такое распределение объемов позволяет сформировать диаграмму направленности источника более приближенную к круговой.

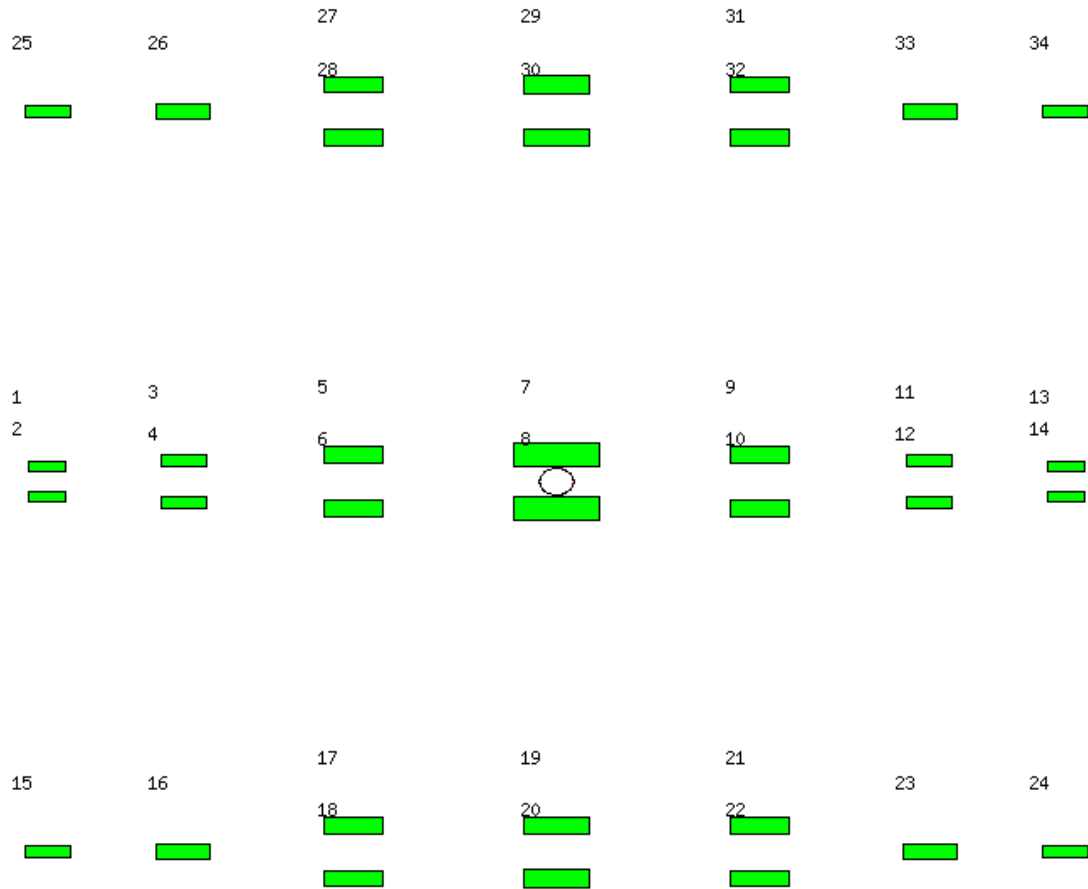


Рисунок 116. Диаграмма расположения центров группы.

Геометрический центр расположен в точке 7.5, 0, 4

Центр давления расположен в точке 7.5, .0, 4

Центр энергии расположен в точке 7.5, 0, 4

Диаграмма расположения центров группы, представленная на рисунке 116, показывает, что центры группы расположены в одной точке. Это определяет более равномерную диаграмму направленности.

Диаграммы направленности источника показаны на рисунках ниже. Диаграммы, ЛПВ имеют симметричный характер и это различие с диаграммами источника RXT более заметно для диаграммы вдоль направления ЛПВ.

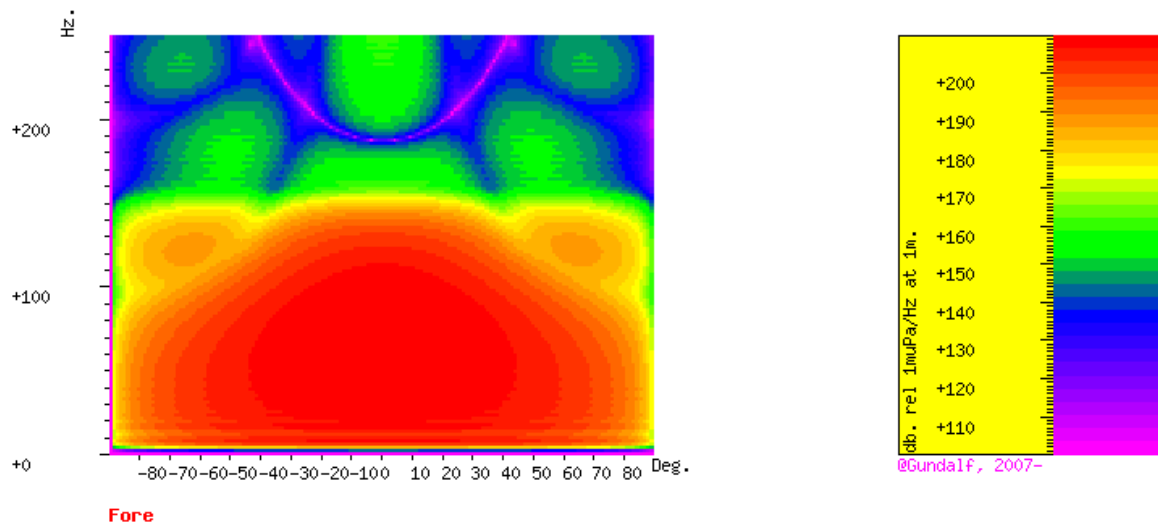


Рисунок 117. Диаграмма направленности группы вдоль линии отстрела

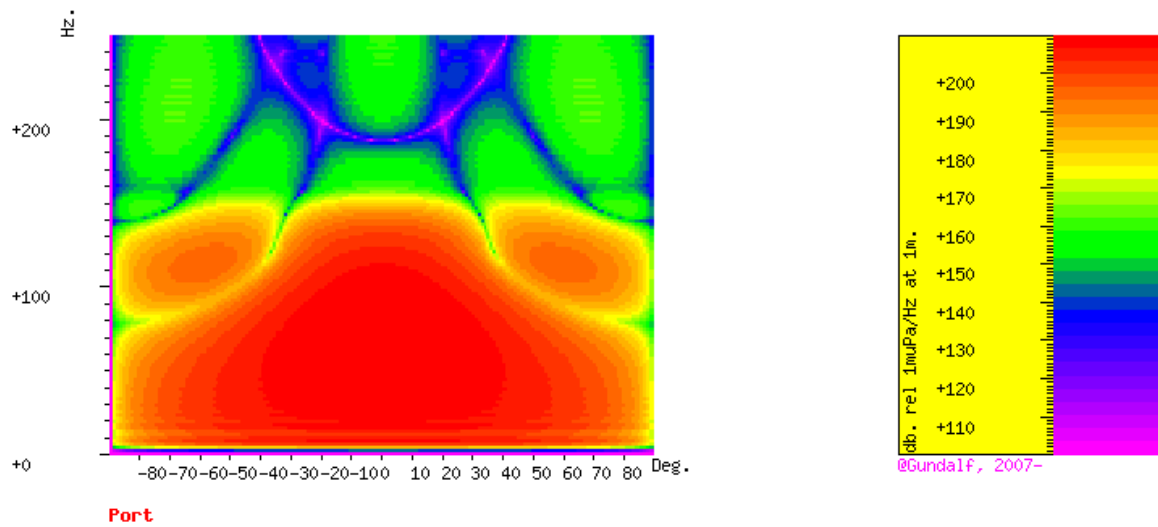


Рисунок 118. Диаграмма направленности группы в крест линии отстрела

Форма импульса группы и ее характеристики показаны на рисунке ниже.

Peak to peak in bar-m.	Zero to peak in bar-m.	Primary to bubble (peak to peak)	Bubble period to first peak (s.)
112 +/- 0.976	47.4 +/- 0.489	20.2 +/- 4.18	0.034 +/- 0.014

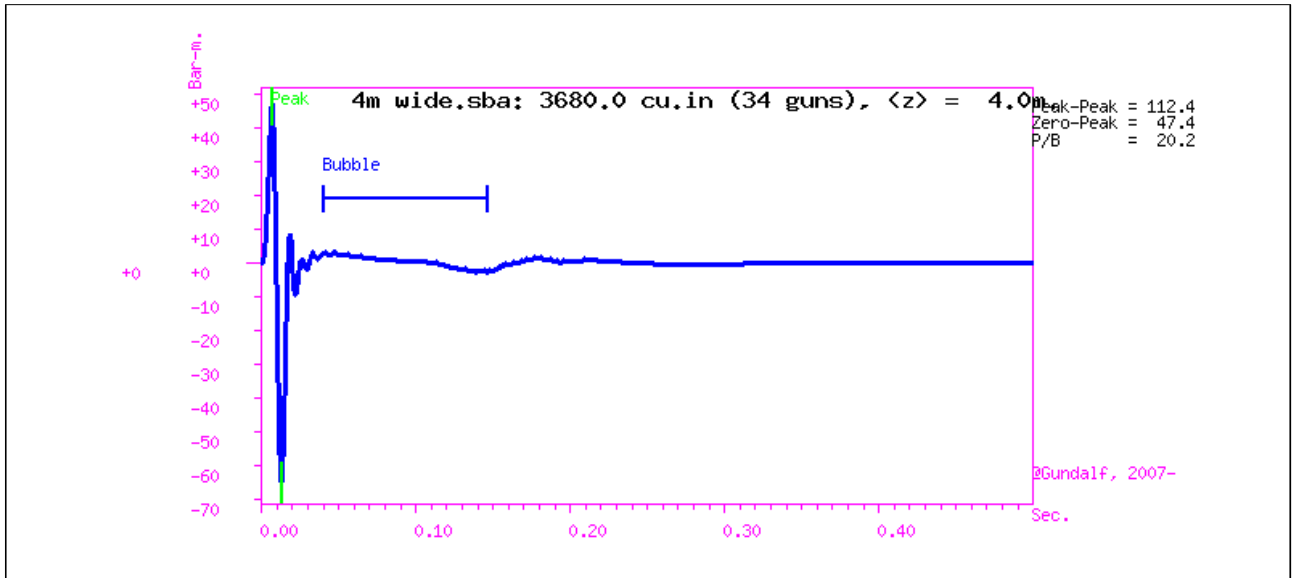


Рисунок 119. Форма импульса группы и ее характеристики. Глубина буксировки 4 метра

Как уже указывалось ранее мощность первичного сигнала возросла на 40%, несколько улучшилось соотношение первичного сигнала ко вторичному.

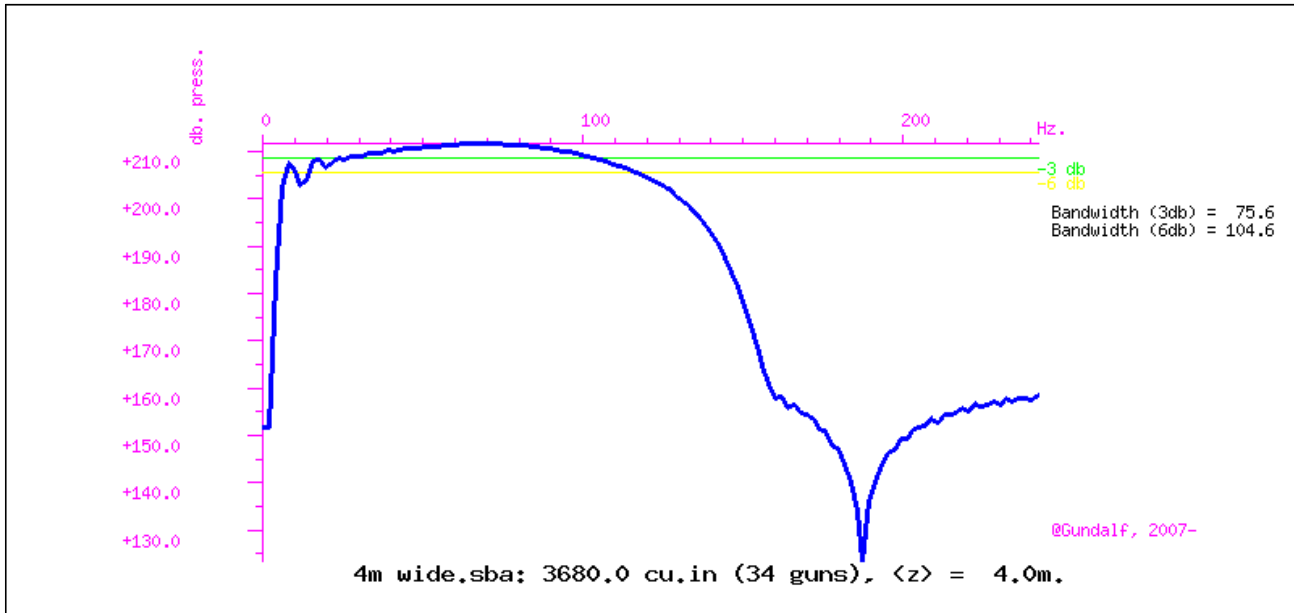


Рисунок 120. Амплитудно-частотный спектр группы при глубине буксировки 4 метра.

Амплитудно-частотный спектр группы показан на рисунке 120. Доминантная частота группы осталась прежней, порядка 75 Гц, но сам спектр в рабочей полосе частот приобрел более ровный характер и расширился на уровне -6 дБ примерно на 5 Гц.

9.2.2. Модель источника для полноазимутальной съемки при глубине буксировки 5 и 6 метров

Очевидно, что при изменении глубины буксировки источника не изменятся его характеристики, связанные с геометрией источника, но изменятся амплитудно-частотные характеристики.

Форма импульса группы и ее характеристики при глубине буксировки 5 метров показаны на рисунке 121 ниже.

Peak to peak in bar-m.	Zero to peak in bar-m.	Primary to bubble (peak to peak)	Bubble period to first peak (s.)
118 +/- 1.13	49.3 +/- 0.564	16.3 +/- 4.38	0.0405 +/- 0.0146

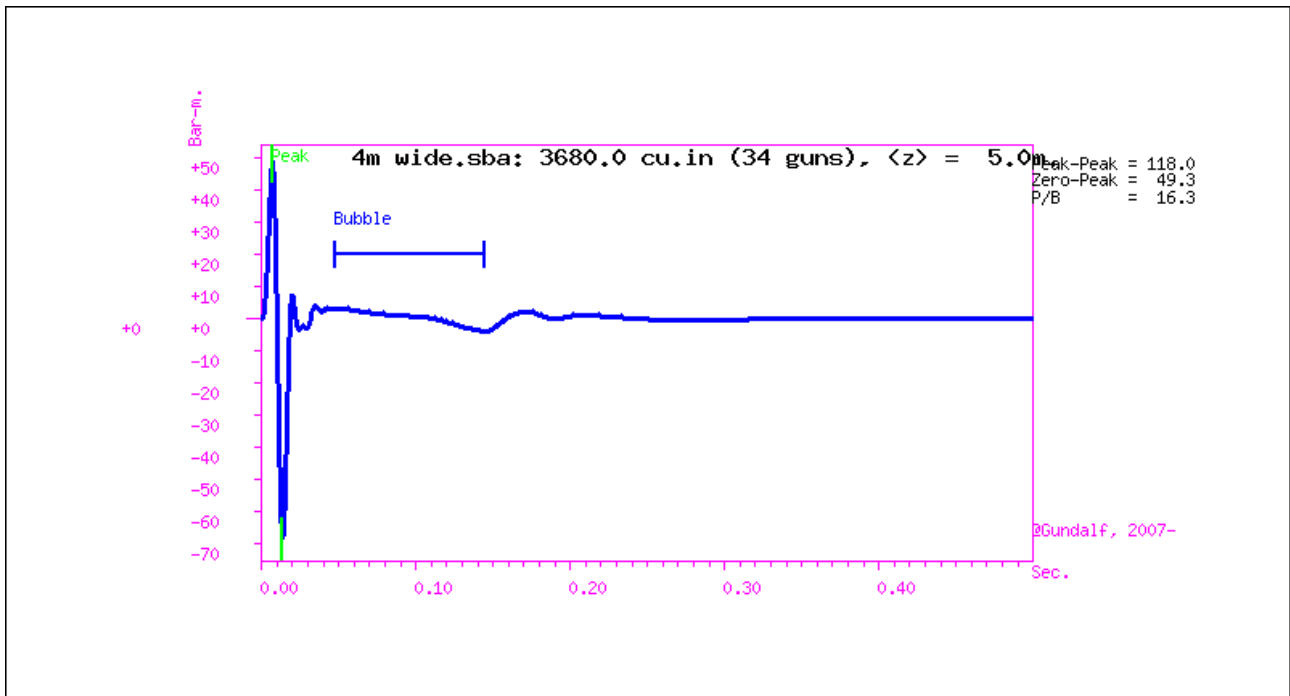


Рисунок 121. Форма импульса группы и ее характеристики. Глубина буксировки 5 метров

Видно, что по сравнению с характеристиками для глубины буксировки 4 метра мощность источника возросла до 118 Бар-м, а отношение первичного сигнала ко вторичному уменьшилось до 16,3.

Амплитудно-частотный спектр группы при глубине буксировки 5 метров показан на рисунке 122 ниже. Видно, что доминантная частота снизилась до 65 Гц, а ширина спектра на уровне -6 дБ снизилась до 89 Гц.

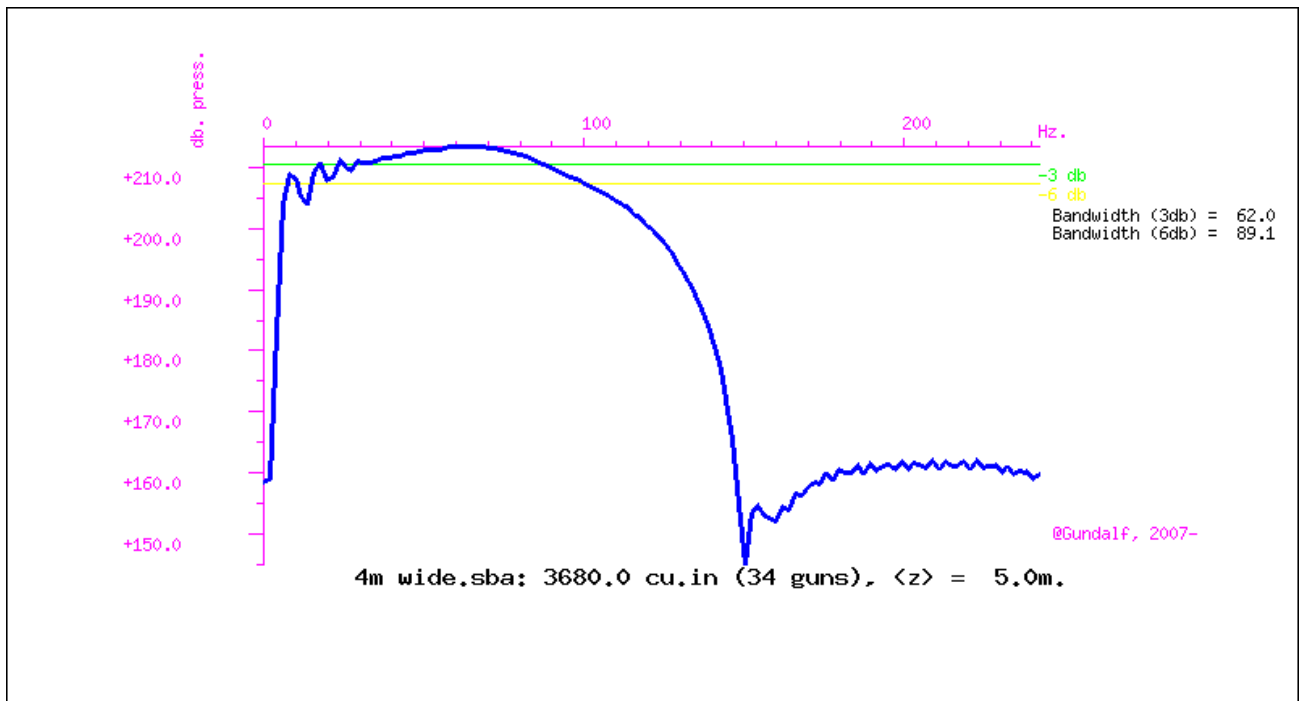


Рисунок 122. Амплитудно-частотный спектр группы при глубине буксировки 5 метров.

Форма импульса группы и ее характеристики при глубине буксировки 6 метров показаны на рисунке 123.

Peak to peak in bar-m.	Zero to peak in bar-m.	Primary to bubble (peak to peak)	Bubble period to first peak (s.)
114 +/- 1.18	48.5 +/- 0.591	13.2 +/- 4.67	0.044 +/- 0.014

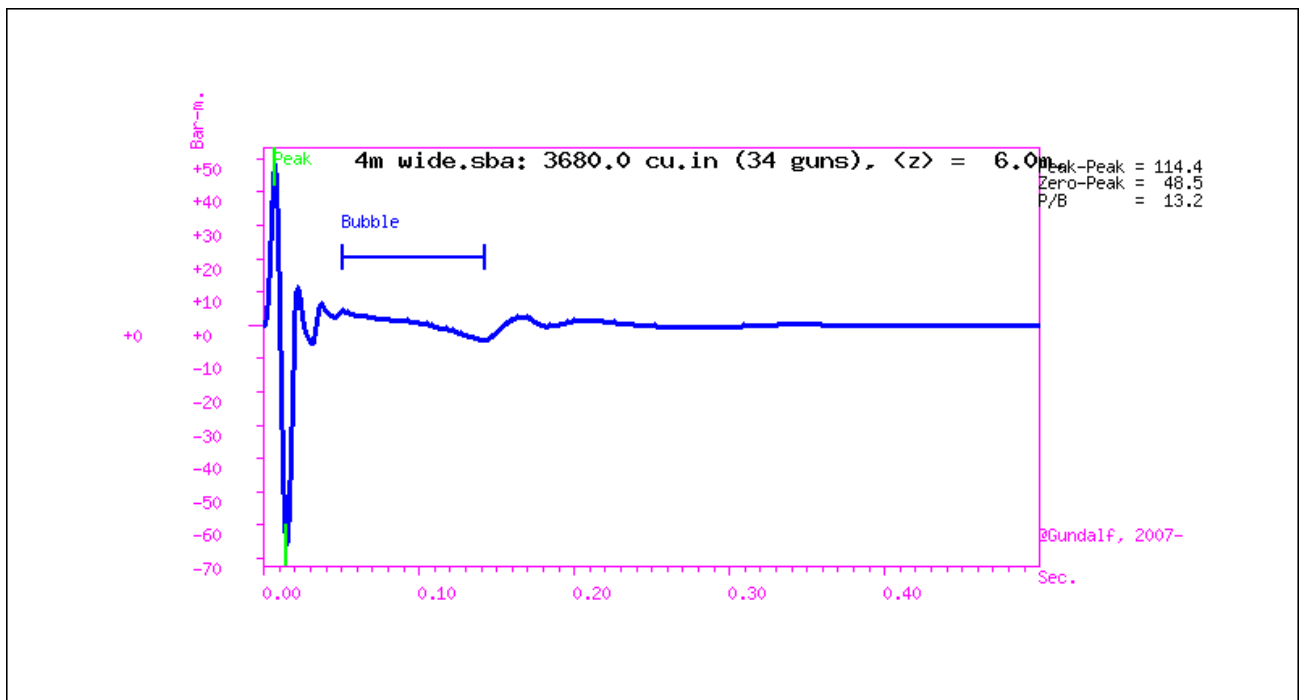


Рисунок 123. Форма импульса группы и ее характеристики. Глубина буксировки 6 метров

При глубине буксировки 6 метров, характеристики группы пневмоисточников ухудшаются и меньше соответствуют требуемым нами параметрам для источника для 3D/4C съемки.

Из сравнения видно, что глубина буксировки 4 метра является оптимальной для выдвигаемых критериев.

9.2.3. Моделирование при более широкополосном фильтре

Как уже указывалось ранее современные системы записывают данные с шагом дискретизации 1 мс или 2 мс, что соответствует частоте Найквиста в 512 Гц или 256 Гц. Чтобы оценить сигнал от группы в том виде как он будет регистрироваться донными станциями, группа была смоделирована с фильтром 3/18 – 256/72.

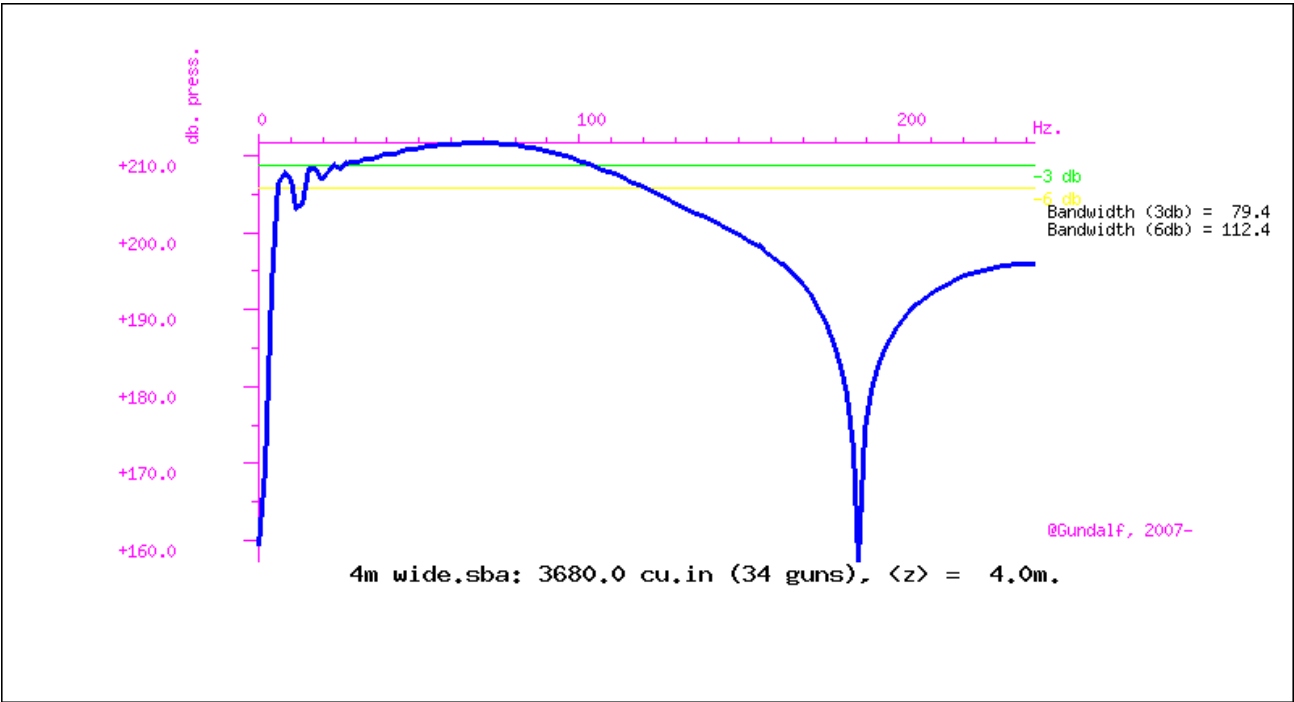


Рисунок 124. Амплитудно-частотный спектр группы при глубине буксировки 4 метра и фильтре 3/18 – 256/72

Амплитудно-частотный спектр группы при глубине буксировки 4 метра и фильтре 3/18 – 256/72 показан на рисунке 124. Доминантная частота группы не изменилась, но ширина спектра на уровне -6 дБ расширилась до 112,4 Гц.

Форма импульса группы и ее характеристики при глубине буксировки 4 метра и с фильтром 3/18 – 256/72 приведены на рисунке 125. Мощность сигнала возрастает до 135 дБ, а отношение первичного сигнала к вторичному возрастает до 27,5.

Параметры при применении фильтра 3/18 – 256/72 нужно использовать при определении требований к источнику, поскольку все современные регистрирующие системы будут записывать данные с шагом дискретизации 1 или 2 мс.

Peak to peak in bar-m.	Zero to peak in bar-m.	Primary to bubble (peak to peak)	Bubble period to first peak (s.)
135 +/- 1.17	71.6 +/- 0.585	27.5 +/- 3.6	0.0995 +/- 0.0147

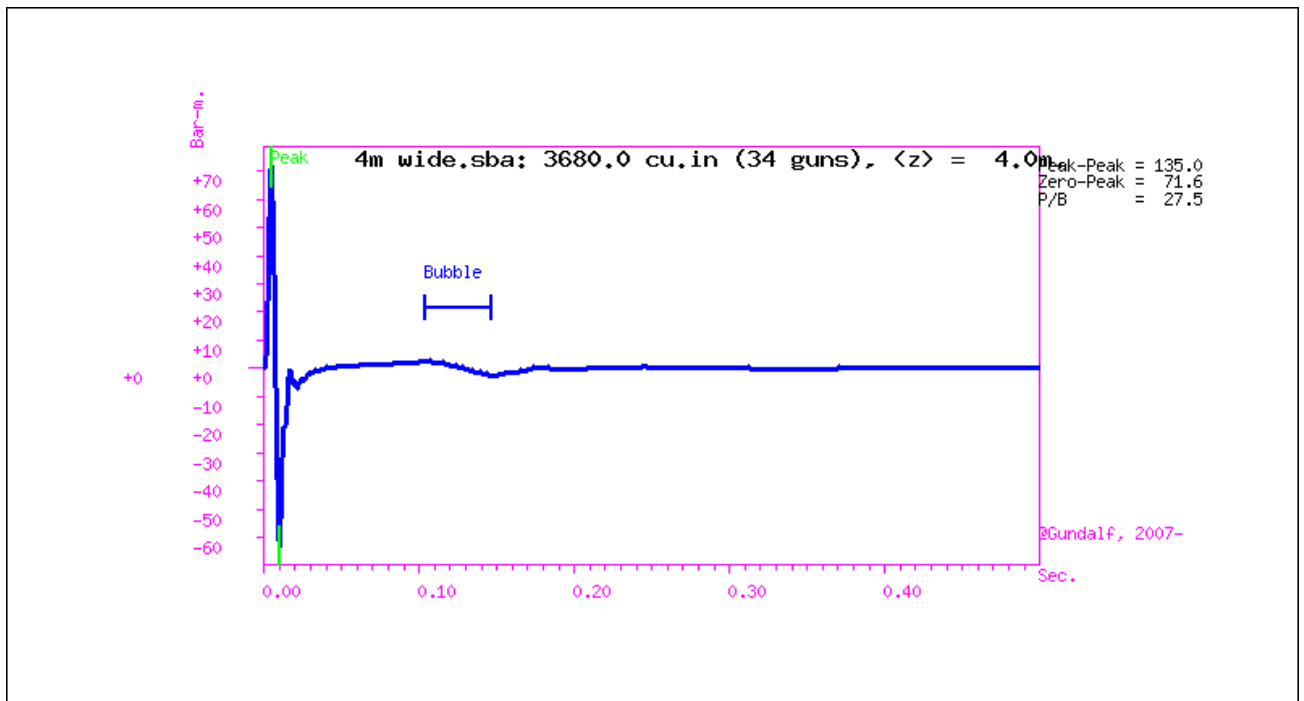


Рисунок 125. Форма импульса группы и ее характеристики. Глубина буксировки 4 метра. Фильтр 3/18 – 256/72

10. ЭТАПЫ, ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ И ОЦЕНКА СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

10.1. Мобилизация

После прибытия оборудования в район работ (порт мобилизации) необходимо выполнить подготовку (оборудование) судов, установку спускоподъемного оборудования, погрузку и установку сейсмического, инженерного, навигационного оборудования настройку и калибровку оборудования всех систем участвующих в работах.

На это может понадобиться 3-4 недели. Все эти операции проводятся в порту и могут быть выполнены до периода благоприятной погоды. Для выполнения этих работ потребуется только мобилизационная партия в составе 10-12 специалистов.

После окончания мобилизационных работ и проведения мероприятий, связанных с началом проекта, вся флотилия переходит в район работ. По приходу в район работ начинается раскладка оборудования и после раскладки части приемной линии длиной 5-7 км начинается выполнение ОМР.

10.2. Опытно-методические работы

Опытно-методические работы (ОМР) имеют своей целью определить оптимальные параметры работы оборудования в условиях района работ.

При использовании донного оборудования (автономных донных станций) набор параметров, которые можно изменять и тестировать очень ограничен и относится к источнику сигнала. Параметры работы донного оборудования либо определяются заранее как частота дискретизации сигнала или длина записи, или определяются условиями района работ, как, к примеру глубина моря 400 метров в районе работ определяет использование максимального усиления на каналах.

Также тестирование параметров регистрации на беспроводных системах связано с подъемом для скачивания данных и повторной раскладкой оборудования, что требует существенных временных затрат. Поэтому значения параметров регистрации либо выбираются с запасом, как частота дискретизации сигнала, либо уверенно обеспечивающие качественный прием, как уровень усиления.

При тестировании параметров источника определяется оптимальная глубина заглупления источника и при возможности подбирается оптимальный объем и соответственно мощность источника.

В процессе анализа полученных данных проводят экспресс обработку зарегистрированных данных с получением и сравнением АЧХ зарегистрированного сигнала, анализом волнового поля, оценивают прослеживаемость и разрешенность горизонтов в целевом интервале, а также уровень помех (кратных, боковых и т.п.) для различных конфигураций.

10.2.1. Примерный план ОМР при работах с донными приемными устройствами (Автономными Донными Станциями)

Для выполнения ОМР, на этапе раскладки первой расстановки и после раскладки первой линии приема, выполнить пингировку разложенной линии (определение местоположения линии приема с помощью системы подводного акустического позиционирования) и отстрел участка в 5 – 7 километров над первой разложенной линией приема (при этом раскладку остальных линий приема можно продолжать) с глубинами буксировки источника в 6, 5, 4 и 3 (опционально) метра. После подъема линии приема, считывания данных, уточнения положения линии приема на дне по первым вступлениям и

обработки данных выполнить анализ аналогичный описанному в разделе выше. По результатам анализа принять решение о оптимальной глубине буксировки источника.

При возможности выполнить отстрел с различными объемами источника от большего к меньшему с целью определения оптимального объема.

Данный план ОМР не должен занять больше суток с учетом обработки и анализа данных.

Скорость отстрела может быть любой обеспечивающей запись в течении 6 секунд без перекрытия с последующим выстрелом. Частота дискретизации при записи сейсмических данных может быть 1 или 2 миллисекунды.

10.3. Выполнение работ и описание методики

Описание методики выполнения работ рассмотрим для варианта съемки с шагом ПП=шагу ЛПП = 400 метров и $X_{\max}=6000$ метров, поскольку этот вариант съемки с определенного момента рассматривался заказчиком как основной. Раскладку будем вести от северо-западной границы района работ.

В исходных ограничениях и требованиях было указано на необходимость выполнения съемки за минимальное время с минимально возможным количеством приемного оборудования. Эти требования определяют применение методики работ с раскладкой ПП по редкой сети и ориентировкой линий ПП вдоль короткой оси. Раскладка линий ПП вдоль длинной оси района работ потребует существенно большего количества оборудования. Рассматривается методика выполнения работ с перекладкой приемного оборудования во время отработки площади без остановки отстрела, что и позволяет выполнить работы за минимально возможное время с минимальным количеством приемного оборудования.

Даже наличие у подрядчика количества приемного оборудования достаточного чтобы разложить все ПП в районе работ не позволит существенно сократить время выполнения съемки, поскольку начинать отстрел можно будет только после того, как будет разложено количество линий ПП, обеспечивающее требуемую величину $X_{\max}$.

До начала работ, после проведения ОМР, необходимо разложить 17 приемных линий (рисунок 1 ниже), чтобы обеспечить удаления в 6000 м в крест линий приема ($6000 / 400 = 15$ + одна линия приема чтобы закрыть 15 интервалов по 400 метров + одна линия приема чтобы обеспечить небольшой запас для перекладки во время отстрела. Для удобства рассмотрения начнем работы от северо-западного фланга площади работ. Начальная раскладка показана на рисунке 126.

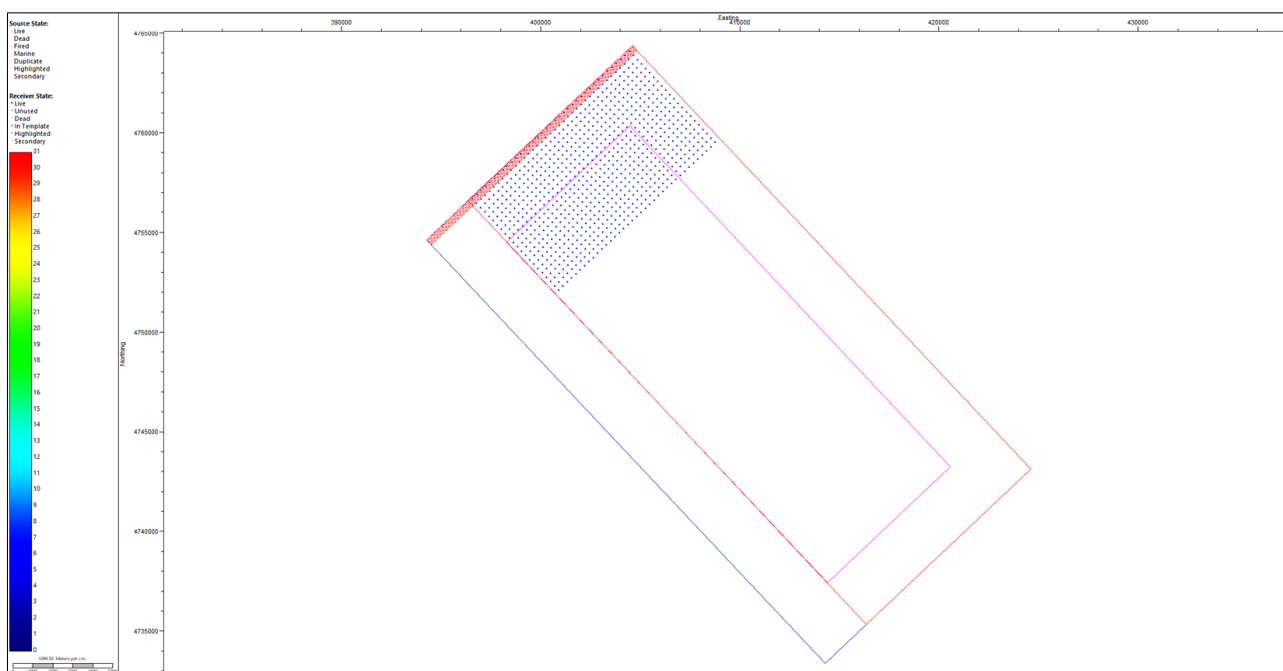


Рисунок 126. Раскладка линий ПП при начале отстрела

После выполнения начальной раскладки линий ПП можно начинать отработку линий ПВ. В процессе отстрела ЛПВ продолжается раскладка линий ПП дальше на юго-восток.

Раскладка одной линии приема длиной 14 200 м, со скоростью 2 узла, займет примерно 4 часа. Отстрел 8 линий ПВ, расположенных между соседними ЛПП, со скоростью 5 узлов и с учетом смены ЛПВ за 15 минут займет примерно 14 часов. Соответственно за это время можно будет разложить следующую линию приема даже с учетом возможной перекладки линии или части линии ПП. Увеличенный фрагмент раскладки, показывающий взаиморасположение ПП и ПВ приведен на рисунке 127. Необходимо чтобы до момента, когда будет выполнен отстрел ЛПВ между ЛПП 16 и 17 в направлении раскладки всегда было не менее 16 линий ПП.

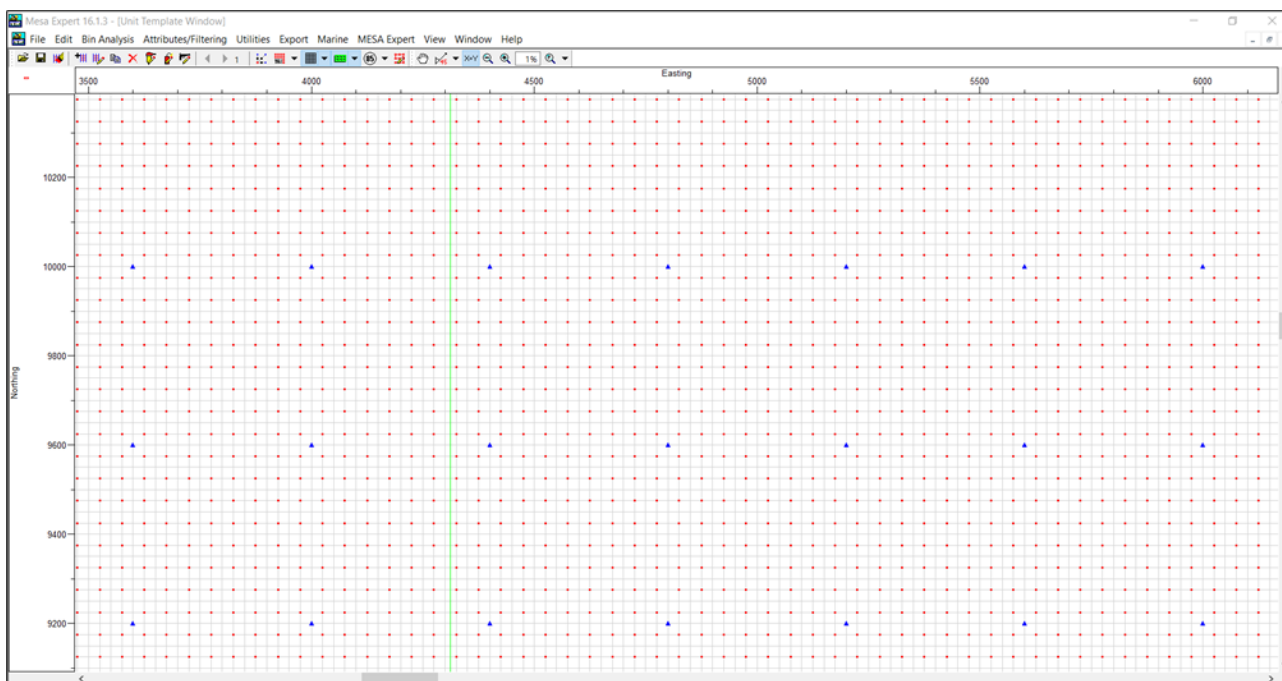


Рисунок 127. Взаиморасположение ПП и ПВ при геометрии: шаг ПП и ЛПП = 400 метров, шаг ПВ и ЛПВ = 50 метров.

После того как будут отработаны ЛПВ между линиями ПП 16 и 17 можно поднимать первую линию ПП. С этого момента необходимо следить чтобы во время отстрела с обеих сторон в крест от обрабатываемой линии ПВ было не менее 16 линий ПП. Этот момент выполнения работ показан на рисунке 128. В направлении отработки площади (в нашем примере в крест ЛПП на юго-восток) может быть разложено, и скорее всего будет разложено больше 16 линий ПП.

После подъема линии ПП, считывания информации из донных станций и перезарядки батарей донные станции могут быть снова разложены в составе следующих ЛПП. В большинстве случаев считывание информации и перезарядка занимают на более 8 часов и соответственно это может быть выполнено за время отработки линий ПВ между соседними ЛПП. Такая методика позволяет обрабатывать площадь с минимальным количеством оборудования и не останавливать отстрел на время перекладки линий ПП.

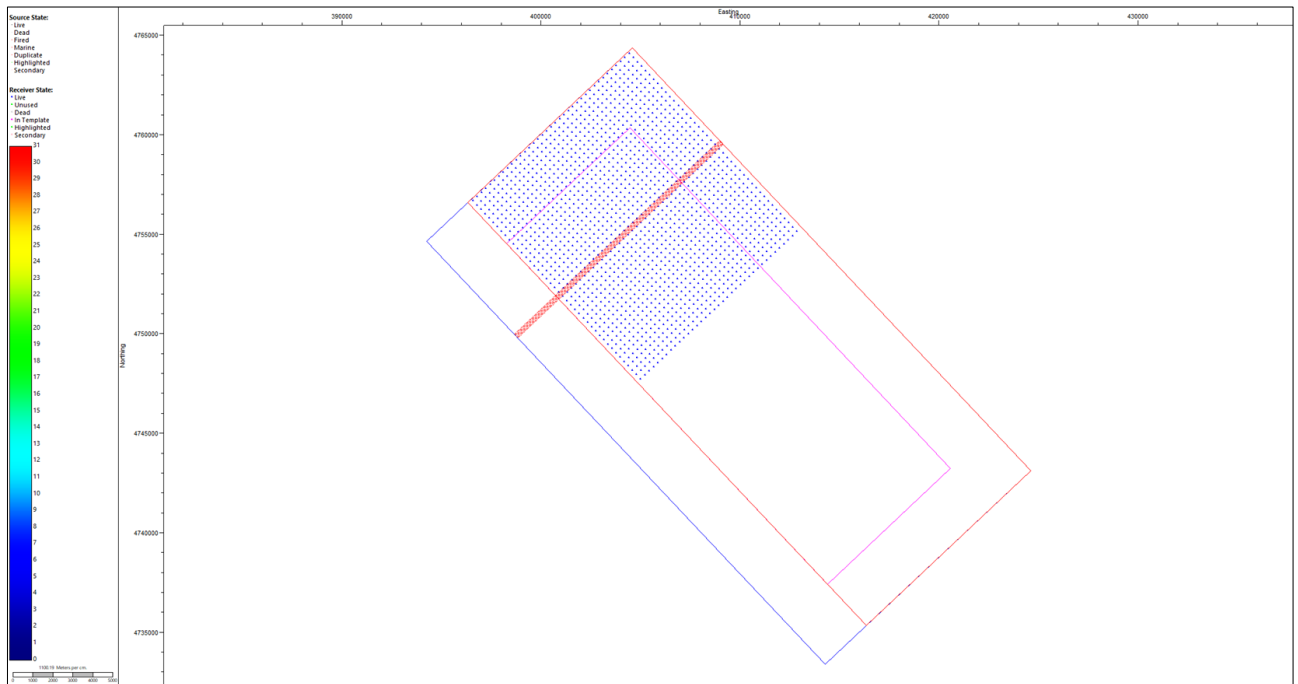


Рисунок 128. Состояние отработки площади на момент начала подъема и перекладки отработанных линий ПП.

В тот момент, когда раскладка линий ПП достигнет юго-восточного фланга площади работ количество линий ПП будет сокращаться и судно раскладчик будет задействовано только на подъем линий ПП. Необходимо следить чтобы со стороны северо-западного фланга площади работ относительно обрабатываемых ЛПВ всегда было не менее 16 активных ЛПП. После того как будут отработаны все ЛПВ останется только поднять последние 16 линий ПП, что должно занять порядка трех суток. Этот момент работ показан на рисунке 129.

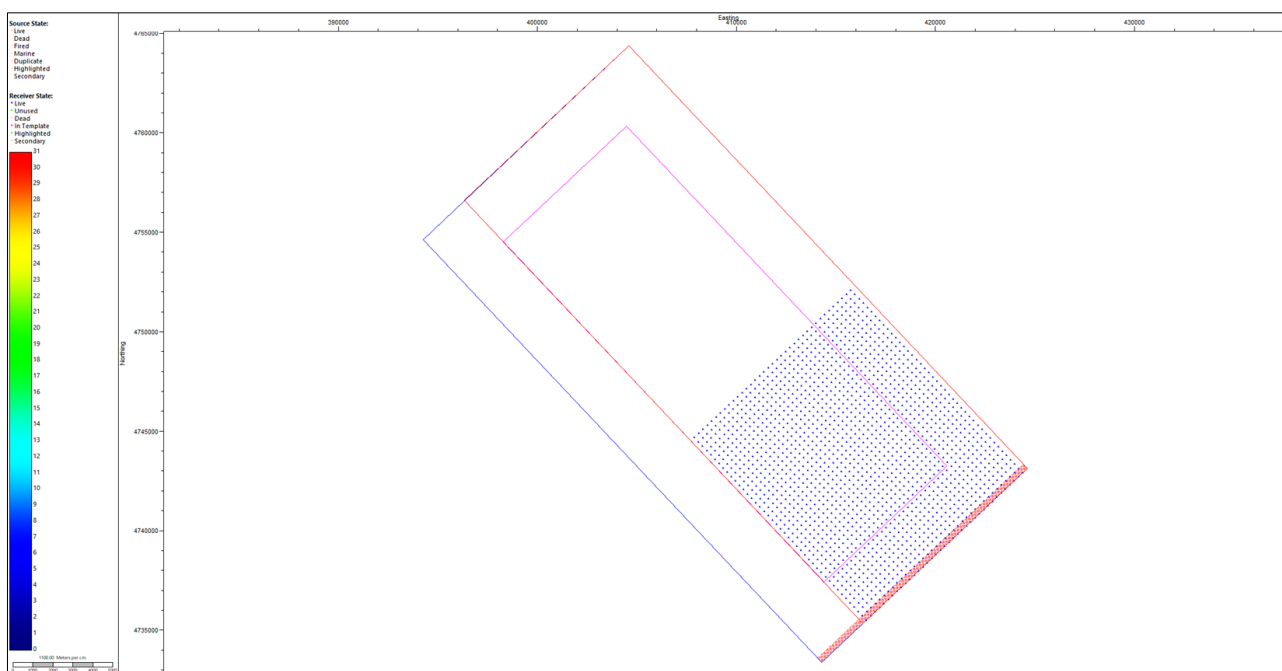


Рисунок 129. Окончание отстрела площади.

10.4. Демобилизация

После окончания отстрела и подъема всех донных станций на борт необходимо выполнить контроль качества записанных данных, по крайней мере на предмет наличия записи отсутствия необходимости повторной раскладки и повторного отстрела участков площади, где потери кратности данных превысили допустимый предел.

В случае необходимости повторной отработки участка площади работ заказчик с подрядчиком принимают решение в зависимости от количества и расположении ПП для повторной отработки и количестве и расположении ПВ для повторной отработки.

После окончания повторной отработки (в случае необходимости) выполняется окончательная приемка сейсмических и навигационных данных и передача данных на согласованных носителя заказчику. Так же заказчику передаются рапорта оператора по контролю качества, рапорта навигатора, рапорта о работе источника во время отстрела и финальный отчет о полевых работах. По согласованию с заказчиком финальный отчет о полевых работах может быть передан позже.

Параллельно с приемкой данных проходит демонтаж и отправка сейсмического оборудования, и отправка сейсмического отряда.

По окончании этих работ подписывается акт о демобилизации и окончании полевых работ.

10.5. Статистика работ для различных вариантов геометрии съемки

Расчеты выполнялись для различных вариантов геометрии съемки с целью оценки влияния геометрии съемки на различные параметры, включая сроки выполнения работ и принятия решения о наиболее приемлемом варианте.

Статистика для различных вариантов геометрии работ приведена в таблице 13. Полная расстановка означает раскладку ПП без ограничения по границе РФ-РК, а усеченная с учетом этих ограничений. Данные для геометрии взяты из статистики съемки, рассчитанной в

программе Mesa 16.1.3 для каждого из вариантов. Расчеты примерной продолжительности работ для каждого из вариантов выполнялись в предположении что:

- Скорость раскладки линий ПП – 2 узла
- Скорость подъема линий ПП – 2 узла
- Скорость отстрела линий ПВ – 5 узлов
- Время смены линии ПП – 1 час
- Время смены линии ПВ – 15 минут.

Расчеты продолжительности работ выполнены приблизительно. Детальный и точный расчет продолжительности работ для варианта с шагом ПП и шагом ЛПП равным 400 метров, с ограничением по раскладке для площади 200 км² выполнен в программе MS Project и приложен в качестве дополнения к данному отчету. Данный файл может быть использован в ходе выполнения проекта для оценки задержек или опережения графика работ.

Таблица 13. Статистика работ для различных вариантов геометрии съемки

	Площадь 200 км. кв.						Площадь 225 км. кв.	
	ΔПП=ΔЛПП=300 м		ΔПП=ΔЛПП=400 м		Альтернативные X _{max} для ΔПП=ΔЛПП=300 м (усеченная расстановка)		ΔПП=ΔЛПП=300 м	
	полная	усеченная	полная	усеченная	X _{max} = 4800	X _{max} = 7200	полная	усеченная
Расстояние между ПП (метров)	300	300	400	400	300	300	300	300
Расстояние между ЛПП (метров)	300	300	400	400	300	300	300	300
Расстояние между ПВ (метров)	50	50	50	50	50	50	50	50
Расстояние между ЛПВ (метров)	50	50	50	50	50	50	50	50
Максимальное удаление приемник-источник вдоль ЛПП и в крест ЛПП (метров)	6000	6000	6000	6000	4800	7200	6000	6000
Min Offset (метров)	35,3	35,3	35,3	35,4	35,4	35,4	35,3	35,4
Max Min Offset (метров)	5981,3	3087,3	5986,8	3048,2	2490,2	7180,3	5981,3	6630,7
Max Offset (метров)	8449,9	8449,9	8449,9	8449,9	6752,9	10147	8449,9	8449,9
Номинальная полная кратность	400	400	225	225	256	576	400	400
Кратность при Max X _{line} =Max InLine=2400 m	64	64	36	36	64	64	64	64
Площадь покрытия ПВ (км.кв.)	414,64	414,64	410	410	367,8	467,9	459,7	459,7
Площадь покрытия ПП (км.кв.)	414,64	331,3	410	328,6	300,9	363	459,7	
Размер площади работ по длинной оси (м)	29 200	29 200	29100	29100	28025	30425	32825	32825
Размер площади работ по короткой оси	14 200	14 200	14100	14100	13000	15400	14075	14075
Количество ЛПП	97	98	72	73	94	102	109	109
Количество ПП в линии приема	47	37	35	28	35	39	47	37
Общее количество пунктов приема	4559	3626	2520	2044	3290	3958	5123	4096
Общая длина линий приема (км)	1353,6	1058,4	994	806,4	976,5	1175,7	1492,3	1217,4
Количество ЛПВ	584	584	582	582	560	608	657	657
Количество ПВ в линии возбуждения	284	284	281	282	260	308	281	281
Общее количество ПВ	165856	165856	163542	164124	145600	187264	184617	184617
Общая длина линий возбуждения	8263,6	8263,6	8134,5	8177,1	7252	9332,8	9170,85	9170,85
Дирекционный угол ЛПВ	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	47,55	47,55
Минимальное количество донных станций для выполнения работ	2021	1591	1155	924	1505	1677	2021	1591
Длина линии приема (метров)	14100	11100	14000	11200	10500	11700	14100	11100
Продолжительность раскладки/подъема приемной линии (ч)	3,81	3,00	3,78	3,03	2,84	3,16	3,81	3,00
Предположительное время смены линии раскладки (ч)	2	2	2	2	2	2	2	2
Длина ЛПВ	14200	14200	14050	14100	13000	15400	14050	14050
Время отработки ЛПВ	1,53	1,53	1,52	1,52	1,40	1,66	1,52	1,52
Предположительное время смены линии отстрела (ч)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Время раскладки начальной расстановки (дней)	5,00	4,29	3,77	3,27	4,15	4,43	5,00	4,29
Время отстрела площади (дней)	43,40	43,40	42,86	42,99	38,59	48,46	48,38	48,38
Время подъема последней части расстановки (дней)	5,00	4,29	3,77	3,27	4,15	4,43	5,00	4,29
Продолжительность полевых работ без учета мобилизации, демобилизации (дней)	53,40	51,98	50,40	49,52	46,89	57,33	58,38	56,96

Длительность ОМР (суток)	3	3	3	3	3	3	3	3
Простой по независящим от подрядчика условиям (погода, рыболовство, судоходство, закрытие района работ и т.п.) (15% от рабочего времени)	8,01	7,80	7,56	7,43	7,03	8,60	8,76	8,54
Простой по вине подрядчика (поломки оборудования и судов, НСЭ инциденты и т.п.) (15% от рабочего времени)	8,01	7,80	7,56	7,43	7,03	8,60	8,76	8,54
Общая продолжительность работ	72,42	70,58	68,52	67,38	63,96	77,53	78,90	77,05

В результате анализа полученных данных и консультаций с заказчиком в качестве основного был выбран вариант геометрии съемки с шагом ПП равным шагу ЛПП и равным 400 метров, шагом ПВ равным шагу ЛПВ равным 50 метрам и максимальным удалением приемник-источник вдоль линии ПП и в крест линии ПП равным 6000 метров. Данный вариант был также подтвержден по результатам анализа модельных карт освещенности для основных целевых горизонтов, полученных на основе лучевых трассировок.

11. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Для контроля качества данных на борту судна подрядчиком должен быть организован центр экспресс обработки сейсмических и навигационных данных.

В процессе экспресс обработки будут выполняться следующие задачи:

- своевременное создание и проверка файлов геометрии (SPS, P190);
- проверка соблюдения проектной кратности ОГТ;
- проверка навигационных данных с помощью сейсмических данных;
- проверка и своевременная корректировка рапортов по видам работ;
- ввод и анализ инструментальных тестов, временных диаграмм, тестов и проверок источника возбуждения;
- получение предварительных суммарных разрезов;

Проведение контроля качества сейсмических данных возможно только после подъема станций на борт и считывания сейсмической информации.

Так же на этом этапе происходит копирование данных на согласованные носители для передачи заказчику.

Также подрядчик при наличии квалифицированного персонала, может выполнять предварительную обработку данных, согласованную с береговым центром обработки, что позволит существенно сократить время на основную часть обработки данных.

В ходе выполнения работ основное внимание должно уделяться качеству сейсмических и навигационных данных.

Одним из методов контроля, помимо оценки соблюдения параметров регистрации, является обработка с целью оценки качества и целостности зарегистрированных данных, оценки уровня шумов, и присвоения геометрии приемной расстановки для оценки навигационных данных. Финальным продуктом на этом этапе являются сырые суммы (brute stack) и данные с присвоенной геометрией, которые используются на дальнейших этапах.

11.1. Экспресс обработка. Обработка в море с целью контроля качества

Граф обработки с целью контроля качества выполняемый на борту судна, приведен ниже. Это примерная последовательность процедур и точный граф будет определен с учетом основных особенностей и проблем данных, зарегистрированных в ходе работ.

По согласованию с Заказчиком порядок процедур может быть скорректирован.

11.1.1. Граф для контроля качества

- Переформатирование данных из полевого формата SEG-Y (присвоение геометрии, нарезка данных ОПП из непрерывной записи донных станций), передискретизация на 4 мс с применением антиалиасингово фильтра, для Р и Z компонент;
- Контроль геометрии между переформатированными данными SEG-Y и данными из SIT (Shot Information Table) (Таблица ПВ) и данными из RIT (Receiver Information Table) (Таблица ПП);
- Присвоение геометрии и контроль качества присвоения, получение предварительного суммарного разреза;
- Подавление шумов и когерентных помех в зоне перекрестного действия (если применимо);

- Восстановление амплитуд, коррекция за сферическое расхождение, коррекция за поглощение;
- Применение LC-filter (2Гц), Подавление шумов морской зыби с количеством итераций до 3 в различных областях (количество итераций уточняется в ходе тестирования данных);
- Коррекция аномальных трасс;
- Подавление линейных шумов;
- Десигнатурная деконволюция (детерминистическая или статистическая) и подавление энергии пульсации (de-bubble);
- Подавление волн-спутников (de-ghosting) – опционально;
- Общая PZ калибровка на основе известных характеристик датчика/прибора между P и Z-компонентами;
- PZ суммирование;
- Подавление кратных отражений (преобразование Радона или аналоги);
- Деконволюция;
- Поверхностно согласованная коррекция амплитуд – опционально;
- Скоростной анализ по сетке 2х2 км, уровень приведение на MSL;
- Мьютинг;
- Суммирование;
- Автоматическая регулировка усиления (APU) – опционально;
- Подавление шумов после суммирования;
- Деконволюция после суммирования – опционально;
- Переменная по времени фильтрация;
- 3D временная миграция после суммирования;
- Постмиграционная обработка по суммарным данным, подавление остаточных кратных отражений (опционально). Подавление случайных помех.

11.1.2. Тестирование параметров

Минимальный набор параметров для тестирования указан ниже:

- Тестирование восстановления амплитуд;
- Тестирование подавления шумов;
- Тестирование подавления когерентных помех;
- Тестирование деконволюции;
- Тестирование мьютинга.

На всех этапах тестируются не только параметры, но и процедуры с аналогичной функциональностью из различных программных пакетов, для выбора обеспечивающих наилучший результат для регистрируемых данных. Объем тестирования может быть изменен по согласованию с Заказчиком. Решение о выборе параметров процедур по результатам тестирования согласовываются с Заказчиком.

11.2. Экспресс обработка данных

Данный этап выполняется в поле с целью получения предварительных данных, показывающих полноту решения геологической задачи, возможности выполнения предварительных структурных построений и, при необходимости, коррекции параметров полевых работ, с целью улучшения качества данных.

Данный этап желательно проводить под контролем интерпретаторов хорошо знакомых с геологией региона и геологической задачей, стоящей перед сейсмической съемкой.

11.2.1. Входные данные для ускоренной обработки

- SEG-Y с присвоенной геометрией;
- Записи оператора;
- Записи навигатора;
- Описание геометрии в отдельных ASCII файлах;
- Отчет руководителя работ (начальника партии);
- Отчет о набортной обработке с целью контроля качества.

11.2.2. Предобработка

- Ввод данных и контроль присвоения геометрии;
- Редакция трасс и контроль полевых данных в полосе частот сейсмического сигнала;
- Суммирование с целью контроля качества.

11.2.3. Сигнальная обработка

- Подавление выбросов и импульсных шумов для каждой компоненты;
- Подавление пульсаций на основе предоставленной сигнатуры источника;
- Поверхностно согласованная коррекция амплитуд (SCAC) – первая итерация (если требуется);
- Подавление линейных шумов для каждой компоненты;
- Коррекция статики по первым вступлениям (уравнение Эйконала);
- Автоматическая калибровка Р и Z компонент;
- RZ суммирование (подавление большей части энергии кратных волн);
- Поверхностно согласованная деконволюция;
- Вторая итерация SCAC (если требуется);
- Поверхностно согласованная коррекция остаточной статики;
- Корректировка скоростной модели по сетке 1 x 1 км;
- Подавление кратных волн с помощью высокоразрешающего преобразования Радона;
- Подавление нерегулярных шумов;
- Ноль фазовое преобразование;
- Миграция после суммы и обработка;
- 3D регуляризация.

11.2.4. Миграция до суммирования во временной области

- Уточнение скоростной модели;
- Оценка ETA;
- Тестирование параметров миграции;
- Миграция до суммирования во временной области.

11.2.5. Обработка сейсмограмм

- Плотная автоматическая пикировка остаточной кинематики
- Подавление регулярных шумов;

- Подавление остаточных кратных волн с помощью высокоразрешающего преобразования Радона;
- Угловой мьютинг;
- Суммирование.

11.2.6. Обработка после суммирования

- Удаление следов расстановки
- Когерентная фильтрация
- Спектральная коррекция;
- Переменная по времени фильтрация.

11.3. Полномасштабная обработка данных на береговом ВЦ

Данный этап обработки и отображения данных с использованием всех зарегистрированных компонентов выполняется на береговом вычислительном центре после окончания съемки и получения полного набора зарегистрированных данных. При выполнении обработки учитываются все результаты предыдущих этапов обработки.

Приведенный ниже граф обработки данных PP-PS волн является предварительным и должен уточняться в процессе работы на основе выполненных тестов в соответствии с геологическими задачами проекта.

11.3.1. Этап 1 - Предобработка данных

- Переформатирование данных во внутренний формат системы обработки;
- Проверка геометрии и выявление неработающих или сбойных станций;
- Анализ ориентации векторов и коррекция данных 3С геофонов;

11.3.2. Этап 2 – Построение приповерхностной модели и расчёт статики

PP волны

- Построение приповерхностной модели, FWI на ныряющих (diving) волнах;
- Расчет статики на основе PP модели.

PS волны

- PS SWI (поверхностная волновая инверсия);
- PS первичная статика.

11.3.3. Этап 3 – Деконволюция, скоростной анализ, поверхностно-согласованная обработка и 5D регуляризация.

PP волны

- Подавление остаточных линейных шумов
- Глобальная и локальная PZ калибровка, разделение волновых полей;
- Up-down деконволюция;
- Подавление остаточных линейных шумов;
- Подавление остаточных случайных помех;
- Q-фазовая компенсация;
- Фазочастотная деконволюция;
- Скоростной анализ по сети 1 x 1 км;

- Поверхностно согласованная амплитудная компенсация;
- Поверхностно согласованная остаточная статика;
- Векторное бинирование по общим удалениям;
- 5D регуляризация и объединение с существующими ранее полученными данными;
* *Возможно, лучше объединить данные на этапе расчета статических поправок для преломленных волн. Расчет остаточной статистики и анализ скоростей будут выполнены с использованием объединенных данных.*

PS волны

- Поворот осей XY
- Анализ и коррекция разделения поперечных волн;
- Общая/локальная калибровка;
- Подавление остаточных шумов;
- Фазовая Q компенсация;
- Фазочастотная деконволюция;
- PS анализ скоростей по сети 1 x 1 км;
- Поверхностно согласованное восстановление амплитуд;
- Поверхностно согласованная остаточная отраженная статика;
- Векторное бинирование по общим удалениям;
- 5D регуляризация.

11.3.4. Этап 4 – Миграция до суммирования во временной области только для PP волн

- Анализ скоростей миграции;
- Анизотропная миграция Кирхгофа во временной области;
- Удаление следов расстановки (footprint removal) до суммирования;
- Подавление шумов до суммирования в области векторов общих удалений;
- Высокоразрешающая коррекция остаточной кинематики;
- Подавление кратных волн с помощью 3D преобразования Радона;
- Суммирование;
- Обработка после суммирования;
- Вывод и сохранение окончательного куба.

11.3.5. Этап 5 – Построение совместной PP-PS скоростной модели

11.3.5.1. Построение начальной скоростной модели (MBU0)

Построение начальной скоростной модели VTI по скважинным данным: V_p , V_s , δ , ϵ ;

- Определение анизотропии np разрезах PP-PS;
- Начальная разреженная миграция Кирхгофа для определения глубины горизонта;
- Интерпретация горизонтов PP-PS и определение глубины горизонта, обновление исходного соотношения V_p/V_s ;
- Полноволновая инверсия по отраженным волнам для уточнения высокоразрешенной (до 20 Гц) V_p модели.

11.3.5.2. Уточнение многослойной томографии (MBU 1)

- PP-PS VTI глубинная миграция Кирхгофа по сетке 50х50 м;
- Предварительная подготовка PP-PS сейсмограмм общей точки изображения;
- Пикирование PP-PS RMO;
- Многослойная нелинейная наклонная PP-PS томография;
- PP-PS калибровка по скважинным данным;
- Полноволновая инверсия на отраженных PS волнах.

11.3.5.3. Уточнение многослойной томографии (MBU 1)

- PP-PS VTI глубинная миграция Кирхгофа по сетке 50х50 м;
- Предварительная подготовка PP-PS сейсмограмм общей точки изображения;
- Пикирование PP-PS RMO;
- Многослойная нелинейная наклонная PP-PS томография;
- PP-PS калибровка по скважинным данным;

11.3.6. Этап 6 – PP-PS глубинная миграция до суммирования и обработка после миграции

PP волны

- Финальная анизотропная RTM для суммирования до 60Гц – для интерпретации;
- Финальная анизотропная глубинная миграция Кирхгофа;
- Удаление артефактов расстановки до суммирования;
- Подавление шумов до суммирования в области векторов общих удалений;
- Высокоразрешающая коррекция остаточной кинематики;
- Подавление кратных волн с помощью 3D преобразования Радона;
- Суммирование;
- Обработка по сумме включая амплитудную Q-компенсацию;
- Вывод кубов полной и угловых сумм.

PS волны

- Финальная PS анизотропная глубинная миграция Кирхгофа;
- Удаление артефактов расстановки до суммирования;
- Подавление шумов до суммирования в области векторов общих удалений;
- Высокоразрешающая коррекция остаточной кинематики;
- Подавление кратных волн с помощью 3D преобразования Радона;
- Суммирование;
- Обработка по сумме включая амплитудную Q-компенсацию;
- Вывод кубов полной и угловых сумм.

11.4. Материалы, передаваемые заказчику

По результатам контроля качества заказчику передаются:

- Библиотеки геометрии (ASCII-формат);
- Сетка грида в текстовом формате ASCII;

- Предварительные временные кубы с априорными кинематическими поправками в формате SEG-Y.

По результатам экспресс обработки заказчику передаются:

- Информационные отчеты о тестировании процедур обработки и выбору оптимального графа;
- Скорости суммирования в формате SEG-Y и текстовом табличном формате ASCII;
- Сейсмограммы ОСТ, обработанные с сохранением амплитуд, до регуляризации и миграции в формате SEG-Y;
- Суммарные не мигрированные кубы и разрезы, обработанные с сохранением амплитуд, без обработки после суммирования в формате SEG-Y;
- Сейсмограммы ОТО, обработанные с сохранением амплитуд, после миграции, обработанные после миграции, во временном масштабе, в формате SEG-Y;
- Финальная скоростная модель, с которой выполнялась миграция;
- Суммарные кубы и разрезы после обработки мигрированных сейсмограмм;
- Суммарные кубы и разрезы, угловые кубы и разрезы до обработки после суммирования, в формате SEG-Y;
- Суммарные кубы и разрезы, угловые кубы и разрезы после обработки после суммирования, в формате SEG-Y.

По результатам полномасштабной обработки заказчику передаются:

- Информационные отчеты о тестировании процедур обработки, выбору оптимального графа обработки;
- Сейсмограммы ОСТ/ОТО, обработанные с сохранением амплитуд, после миграции, обработанные после миграции, во временном масштабе, в формате SEG-Y;
- Финальная анизотропная глубинно-скоростная модель, с которой выполнялась миграция, в формате SEG-Y (в случае выполнения анизотропной глубинной миграции);
- Финальные параметры Томсена (эпсилон, дельта), в формате SEG-Y (в случае выполнения анизотропной глубинной миграции)
- Суммарные кубы и разрезы во временном масштабе после обработки мигрированных сейсмограмм;
- Суммарные кубы и разрезы во временном масштабе до обработки после суммирования, в формате SEG-Y;
- Суммарные кубы и разрезы во временном масштабе после обработки после суммирования, в формате SEG-Y.

Состав результативных материалов может быть скорректирован по согласованию с Заказчиком. Текстовый заголовок файла SEG-Y должен содержать всю необходимую для загрузки в интерпретационный проект информацию (включая уровень приведения и координатную зону), а также перечень основных процедур обработки. Все запрашиваемые материалы передаются на внешних жестких дисках, файлы с отдельными типами данных не архивируются, названия файлов для данных одного вида должны быть типовыми и объединяться в папки с общим понятным названием.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ И ПЕРСОНАЛУ

Требования к оборудованию, к судам и персоналу определяются характером работ, характеристиками района работ и требованиями к результатам работ.

12.1. Требования к регистрирующему оборудованию

Глубины в районе работ и требование к получению 4-х компонентных (3 ортогонально расположенных геофона и гидрофон) сейсмических данных однозначно определяют использование автономных донных станций в качестве регистрирующего оборудования.

Таблица 14. Параметры регистрирующего оборудования

1	Тип донных станций	FairField Nodal Z-700, Geospace Mariner, МТЦ Coral или подобные
2	Количество компонент	4 (три ортогональных геофона + гидрофон)
3	Тип геофона	GS-One Omni или подобный
4	Тип гидрофона	MP-18BH или подобный
5	Разрядность АЦП	Минимум 24 Бита
6	Формат регистрации	SEG-D, SEG-Y или внутренний
7	Частота дискретизации	1 или 2 мсек
8	Автономность	Не менее 50 суток
9	Рабочая глубина	Не менее 500 метров

Любые из указанных в пункте 1 таблицы 14 станций или подобных им с параметрами не хуже указанных в таблице могут быть использованы для выполнения работ. Смешивание различных моделей донных станций не желательно, но при определенных обстоятельствах и с разрешения заказчика возможно.

12.2. Требования к навигационному оборудованию

Требования к навигационному оборудованию также определяются характером работ и глубиной моря в районе работ.

Таблица 15. Требования к навигационному оборудованию

Интегрированная навигационная система	Gator, TriggerFish или подобная
Первичная система	DGPS, GLONASS
Вторичная система	DGPS, GLONASS
Формат записи	UKOOA P1/90 & P2/94
Эхолот на каждом судне	Да
Гирокомпас на каждом судне	Да
Позиционирование линий пневмосточников	1 GPS антенна на каждой линии пневмоистоников. Позиционирование центра энергии группы относительно линии отстрела
Многолучевой эхолот	На судне-источнике Reason Seabat 7125 или аналог

12.2.1. Интегрированная навигационная система (ИНС)

Использование интегрированной навигационной системы желательно с точки зрения возможности наблюдать за ходом работ и активностью. Каждого их судов с любого судна участвующего в работах, возможности оперативно (в режиме близком к реальному времени) получать данные от системы подводного позиционирования как во время спуска приемного оборудования, так и во время пингеровок для контроля за положение донных станций и оперативного принятия решения о перекладке приемных линий при необходимости.

В качестве ИНС может быть использована система «ION Gator», «InProspect TriggerFish» или подобная.

Так же желательно использование систем PPP (Precise Point Positioning) типа C-Nav или Veripos обеспечивающих субдециметровую точность позиционирования особенно для позиционирования источника.

12.2.2. Позиционирование источника

Для позиционирования источника должны быть использованы GPS/GLONASS антенны на каждой из линий источников для определения центра энергии источника (не всегда совпадает с геометрическим центром источника). Судно позиционируется ИНС используя данные положения референсной точки судна, получаемые от системы PPP (precise point positioning), «C-Nav», «Veripos» или подобной, данные гироскопа и эхолота и использует эти данные для определения положения источника. ИНС предусчитывает время каждого выстрела и управляет работой пневмоисточника. Данные о позиции и времени каждого ПВ и о работе группы источника собираются ИНС и регистрируются для последующей записи в заголовки сейсмических данных.

Отклонение точки отстрела от проектной не должно - $\pm 12,5$ м в крест линии отстрела и $\pm 2,5$ м от точки отстрела.

12.2.3. Позиционирование донных станций

Использование донного приемного оборудования определяет необходимость использования системы подводного позиционирования. В связи с большой глубиной работ необходимо чтобы акустические ответчики имели рабочую глубину не менее 500 метров и радиус опроса около 1000 метров.

Возможность работы системы подводного позиционирования в режиме USBL желательна, поскольку это позволяет отслеживать положение ответчика и соответствующей ему донной станции во процессе спуска и при необходимости корректировать за счет смещения судна-раскладчика относительно линии ПП.

Поскольку расстановка станций ведется по редкой сети это определяет необходимость установки акустического ответчика на каждую станцию.

Таблица 16. Требования к системе подводного позиционирования

Система подводного позиционирования	АКИН "Пикет", Sonardyne OBC 7815 или подобная.
Рабочая глубина (метров)	До 500
Возможность работы системы в режиме USBL	Желательно
Частота расстановки акустических ответчиков	На каждой донной станции
Выполнение пингеровок	После постановки донных станций и перед подъемом донных станций.

Желательно выполнение пингеровок линий ПП сразу после постановки донных станций (после раскладки линии ПП) и непосредственно перед подъемом отработанной линии приема, чтобы иметь возможность оценить смещение станции за время нахождения на дне (если таковое имеется).

Пингеровка после спуска приемной линии и перед ее подъемом должна осуществляться проходом судна пингеровщика с двух сторон от разложенной линии.

Точность позиционирования по акустической системе должна быть не хуже ± 5 метров. Отклонение положения станции от плановой не должно превышать ± 25 метров для глубин.

Положение станций может и должно быть уточнено по результатам обработки первых вступлений после подъема станций на борт и считывания сейсмических данных.

Желательно чтобы набортная станция позиционирования также располагалась на судне-источнике, что позволит выполнять дополнительные пингеровки во время отстрела и существенно повысит точность позиционирования донных станций.

12.2.4. Измерение скорости звука в воде

Для корректной работы системы подводного акустического позиционирования и многолучевого эхолота необходимо иметь данные о скорости звука на площади съемки. Для этого необходимо выполнить измерения по регулярной сети (2 x 2 км или чаще) для построения карты скоростей на площади и использования ее в программном обеспечении МЛЭ и системы акустического позиционирования.

Съемка может быть выполнена с помощью измерителя “Valeport mini SVP” или подобного. Предпочтительно выполнить эти работы до начала работ с МЛЭ или во время спуска первых линий приема. На всей площади работ необходимо выполнить порядка 150 измерений каждое из которых займет около 15 минут на максимальной глубине. При использовании двух измерителей и двух судов (к примеру пингеровщиков) данная работа может быть выполнена примерно за сутки.

12.2.5. Измерение уровня моря

Для внесения поправок в данные эхолотов и систем позиционирования необходимо организовать уровневый пост, либо в районе работ, либо как можно ближе к району работ с передачей данных в ИНС. Для этой цели может быть использован измеритель уровня моря “Valeport miniTIDE” или подобный.

12.3. Требования к источнику сигнала

Требования к источнику сигнала определяются глубиной моря, поскольку 400 метров воды представляют собой низкоскоростной абсорбирующий слой. Это требует достаточно высокой мощности чтобы обеспечить глубинность и в тоже время необходимо сохранить высокое значение доминантной частоты источника чтобы обеспечить высокую разрешающую способность. Это потребует обеспечить большой объем группы пневмоисточников при использовании отдельных пушек малого объема, которые обеспечивают присутствие высоких частот.

Таблица 17. Требования к источнику сигнала.

Тип источника	Объемно настроенная группа пневмоисточников
Количество линий пневмоисточников	не менее 2
Модель пневмоисточников	G-Gun, GI-Gun; Bolt Gun 1500, 1900, 2800, 8500; Sleeve Gun, Sleeve Gun II или подобные
Мощность группы пневмоисточников не менее (peak to peak)	100 bar-m
Отношение первичного сигнала к вторичному не менее (peak to bubble)	25
Центральная частота источника не ниже	75 Гц
Номинальное рабочее давление	2000 psi
Количество датчиков давления	Минимум один на линию
Тип контроллера пневмоисточников	SeaMap Gunlink 2000, RTS BigShot или аналогичный
Точность синхронизации группы не хуже	± 1.5 мсек
Количество гидрофонов ближней зоны	Минимум 1 на кластер
Количество датчиков глубины	Минимум 2 на линию (1 в голове и 1 в конце линии)
Глубина буксировки группы пневмоисточников	Определяется по результатам ОМР
Наличие запасных источников	Желательно наличие по крайней мере одного источника каждого из объемов, используемых в группе
Производительность сейсмических компрессоров	Достаточная для выстрелов каждые 15 секунд

Общие требования к источнику приведены в таблице 17.

Наличие запасных одиночных пушек, по крайней мере больших объемов, которые являются критичными для поддержания общего объема источника в допустимых пределах обеспечит минимальный простой, связанный с пушками.

Также желательно иметь компрессор или группу компрессоров позволяющую вводить дополнительные мощности в случае неполадок с одним из компрессоров.

Поскольку отстрел линий ПВ между соседними линиями ПП занимает больше времени чем раскладка соседних линий ПП общая продолжительность работ зависит от скорости отстрела и поэтому надежность группы пушек и связанного с ней оборудования наиболее критично для успешного выполнения проекта.

12.4. Требования к судам

Здесь имеются ввиду требования к неспециализированным судам, которые необходимо переоборудовать и дополнительно оснащать перед началом работ. Специализированные суда, уже изначально спроектированы с учетом специфики работ. Особенно это относится к судам источникам.

При проведении работ по выбранной методике с донными станциями необходимо задействовать следующие суда:

- Судно-источник - 1
- Судно-раскладчик - 1 или 2
- Судно-пингеровщик* - 1 или 2
- Судно-база - опционально

* Судно, используемое для позиционирования донных станций после раскладки.

12.4.1. Судно-источник

Значительная глубина моря и относительно большая глубина залегания целевых горизонтов определяет необходимость использования большой мощности и соответственно большого объема. Большой объем источника требует использования сейсмических компрессоров большой производительности, имеющих большой вес и значительные габариты.

Существует два способа организации судна-источника:

1. Привлечь сейсмическое судно-источник, уже полностью оборудованное для работ и имеющее на борту группу пневмоисточников необходимого объема и мощности, сейсмические компрессора, контроллер пневмоисточников и навигационное оборудование. Такое судно, как правило имеет возможность работы с установленной группой пневмоисточников на скорости от 5 узлов и выше при волнении моря до 4-5 баллов.
2. Оборудовать судно-источник из арендованного судна. Арендованное судно должно иметь грузоподъемность и размер свободной задней палубы (порядка 60 м²) достаточный для размещения:
 - Сейсмических компрессоров
 - Группы сейсмических источников
 - Системы спуска-подъема группы пневмоисточников, включая лебедки для электро-воздушных магистралей.

Также судно должно иметь помещения для размещения мастерской по обслуживанию и ремонту пневмоисточников, размещению навигационного оборудования и контроллера пневмоисточников, а также посадочные места для проживания сейсмического персонала в количестве 12 – 14 человек.

Одним из наиболее приемлемых вариантов такого судна является судно снабженец, имеющий соответствующие габариты. Такие суда, обычно, имеют большую свободную заднюю палубу, два винта обеспечивающих устойчивость судна на курсе и необходимую маневренность и достаточное энерговооружение.

Мобилизация (переоборудование) подходящего судна с учетом установки компрессоров, системы спуска-подъема и лебедок для электро-воздушных магистралей, навигационного оборудования и тестирования, но без учета времени доставки оборудования может занять от двух до трех недель.

Первый вариант выглядит более предпочтительным и надежным, но требует наличия сейсмического судна-источника в районе работ свободного в период проведения работ.

Второй вариант требует наличия персонала имеющего опыт такого переоборудования и четкого плана работ. Также, в некоторых случаях, подобное переоборудование может потребовать одобрения регистра несмотря на временный характер.

12.4.2. Судно-раскладчик

В методики проведения работ могут использоваться одно или два судна-раскладчика. Два судна раскладчика ускорят раскладку начального шаблона (в нашем случае первых 16 линий ПП), и обеспечат дополнительную надежность. В случае выхода из строя любого из судов-раскладчиков работы не останавливаются на период ремонта, а продолжают одним судном.

Основными требованиями к судну раскладчику являются:

- Наличие свободной палубы достаточного размера для размещения контейнеров с донными станциями;

- Наличие свободной палубы достаточного размера для размещения контейнеров с харвестерами – устройствами считывания сейсмической информации с поднятых станций и зарядки батарей;
- Наличие свободной палубы достаточного размера для размещения системы спуска-подъема донных станций;
- Возможность устойчивого удержания судна на курсе при скоростях 2 – 2,5 узла при волнении моря до 4 баллов. Предпочтительно это должно быть судно, оборудованное системой динамического позиционирования (DP или DP II);
- Наличие помещения для размещения лаборатории по обслуживанию донных станций;
- Наличие помещения для размещения лаборатории по контролю качества и экспресс обработке сейсмических и навигационных данных;
- Наличие помещения для размещения навигационного оборудования.

Также желательно чтобы судно имело посадочные места для проживания сейсмического персонала в количестве 15 – 17 человек.

Также как и для судна-источника одним из наиболее приемлемых вариантов такого судна является судно снабженец, имеющий соответствующие габариты. Такие суда, обычно, имеют большую свободную заднюю палубу, два винта обеспечивающих устойчивость судна на курсе и необходимую маневренность и достаточное энерговооружение. Пример такого судна приведен в приложении к данному разделу.

Мобилизация (переоборудование) подходящего судна с учетом установки компрессоров, системы спуска-подъема и лебедок для электро-воздушных магистралей, навигационного оборудования и тестирования, но без учета времени доставки оборудования может занять от двух до трех недель.

12.4.3. Судно-пингеровщик

В качестве судна пингеровщика может быть использован небольшой катер, поднимаемый на палубу судна-источника или судна-раскладчика после окончания пингеровки или в случае ухудшения погоды. Это может быть РИБ, или катер типа DIB (Demaree Inflatable Boat) показанный на рисунке 130 ниже и часто используемый западными компаниями при работах в транзитных зонах. Важно чтобы судно или катер имели закрытую рубку для установки наборного оборудования.



Рисунок 130. Demaree Inflatable Boat для использования в качестве пингеровщика.

Желательно иметь два судна-пингеровщика, для ускорения процесса пингеровки и надежности.

Как уже указывалось в требованиях к системе подводного позиционирования, желательно чтобы набортная станция позиционирования была расположена и на судне-источнике.

12.5. Требования к персоналу

К морским сейсморазведочным работам допускается персонал:

Руководители и специалисты

- Имеющие профильное образование согласно занимаемой должности и требуемый стаж работы в соответствии с должностной инструкцией;
- Прошедшие в установленном порядке медицинский осмотр;
- Успешно сдавший экзамен по охране труда, пожарной безопасности и имеющий удостоверение;
- Прошедший обучение в учебном центре по морской безопасности – наставление по борьбе за живучесть судов морского флота (НБЖС) и имеющий свидетельство о прохождении курса: начальная подготовка по безопасности; базисная подготовка членов морских экипажей по вопросам охраны судна;
- Прошедшие с отрывом от производства обучение по охране труда, пожарной безопасности, охране окружающей среды и т.д. согласно положению, об обучении действующему на предприятии и имеющие подтверждающие документы;
- Аттестованные по промышленной безопасности комиссией предприятия по группам (видам надзора) согласно положению, об обучении действующему на предприятии.

Рабочие специальности.

- Имеющие профильное образование согласно занимаемой должности;
- Прошедшие в установленном порядке предварительный медицинский осмотр и обязательное психиатрическое освидетельствование;
- Прошедшие вводный инструктаж по охране труда, пожарной безопасности, электробезопасности в объеме первой группы;
- Прошедшие инструктаж на рабочем месте по охране труда, пожарной безопасности с изучением инструкций по ОТ, ПБ и ООС, регламентов, положений, политик, приказов и распоряжений в части их касающейся согласно плану стажировки;
- Прошедшие стажировку под руководством наставника с обязательным изучением методов безопасного проведения работ и допущенный в установленном порядке к самостоятельной работе;
- Успешно сдавшие экзамен по охране труда и имеющий удостоверение о проверки знаний норм охраны труда;
- Прошедшие обучение в учебном центре по морской безопасности – наставление по борьбе за живучесть судов морского флота (НБЖС) и имеющий свидетельство о прохождении курса: начальная подготовка по безопасности; базисная подготовка членов морских экипажей по вопросам охраны судна;
- Прошедшие ежегодную подготовку по курсу «Первая медицинская помощь» и имеющие соответствующее удостоверение;
- Прошедшие иные виды обучения или проверку знаний (стропальщики, машинисты компрессорных установок и т.д.);
- Имеющие удостоверение на право вождения маломерного судна (в соответствии с занимаемой должностью).

13. ПЕРЕЧЬ И ОБЪЕМЫ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ

№	Вид работ	Единица измерения	Объем работ
1.1	Сейсмическая съемка 3D/4C	Км ² (покрытие номинальной кратностью выше 100)	200
1.2	Высокоточная батиметрическая съемка с многолучевым эхолотом и ГЛБО	Км ²	410

Потенциально, параллельно с проведением сейсмической съемки могут быть выполнены магниторазведка и гравirazведка. Это относительно дешевые методы исследований, не осложняющие выполнение основного вида работ и потенциально добавляющие информативности исследованиям.

14. ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ СЪЕМКИ

Таблица 18 ниже суммирует общие параметры проведения работ и требования к оборудованию, полученные в результате выполненного моделирования и анализа.

Таблица 18. Общие параметры съемки

Общие параметры съемки	
Тип съемки	3D/4C
Азимутальность съемки	Полноазимутальная
Площадь покрытия номинальной кратностью выше 100 (км ²)	200
Максимальная номинальная кратность	225
Тип расстановки приемного оборудования	Расстановка по редкой сети
Шаг ПП (метров)	400
Шаг ЛПП (метров)	400
Шаг ПВ (метров)	50
Шаг ЛПВ (метров)	50
Максимальное удаление приемник-источник вдоль ЛПП и в крест ЛПП (метров)	6000
Площадь покрытия ПВ (км.кв.)	410
Площадь покрытия ПП (км.кв.)	328,6
Размер площади работ по длинной оси (м)	29100
Размер площади работ по короткой оси	14100
Количество ЛПП	73
Количество ПП в линии приема	28
Общее количество пунктов приема	2044
Общая длина линий приема (км)	806,4
Количество ЛПВ	582
Количество ПВ в линии возбуждения	282
Общее количество ПВ	164124
Общая длина линий возбуждения	8177,1
Дирекционный угол ЛПВ	46,7
Минимальное количество донных станций для выполнения работ	924
Приемное оборудование	
Тип приемного оборудования	Автономные донные станции
Количество компонент	4 (3 ортогональных геофона + гидрофон)
Тип донных станций	FairField Nodal Z-700, Geospace Mariner, МТЦ Coral или подобные
Рабочая глубина	не менее 500 м
Тип геофона	GS-One Omni или подобный
Тип гидрофона	MP-18BH или подобный
Разрядность АЦП	не менее 24 бит
Формат регистрации	SEG-D или SEG-Y
Автономность	не менее 50 суток
Частота дискретизации (мсек)	1 или 2
Источник сигнала	
Тип источника	Объемно настроенная группа пневмоисточников
Количество линий пневмоисточников	не менее 2

Модель пневмоисточников	G-Gun, GI-Gun; Bolt Gun 1500, 1900, 2800, 8500; Sleeve Gun, Sleeve Gun II или подобные
Мощность группы пневмоисточников не менее (peak to peak)	100 bar-m (при использовании фильтра)
Отношение первичного сигнала к вторичному не менее (peak to bubble)	25
Центральная частота источника не ниже	75 Гц
Номинальное рабочее давление	2000 psi
Количество датчиков давления	Минимум один на линию
Тип контроллера пневмоисточников	SeaMap Gunlink 2000, RTS BigShot или аналогичный
Точность синхронизации группы не хуже	±1.5 мсек
Количество гидрофонов ближней зоны	Минимум 1 на кластер
Количество датчиков глубины	Минимум 2 на линию (1 в голове и 1 в конце линии)
Глубина буксировки группы пневмоисточников	Определяется по результатам ОМР
Наличие запасных источников	Желательно наличие по крайней мере одного источника каждого из объемов, используемых в группе
Производительность сейсмических компрессоров	Достаточная для выстрелов каждые 15 секунд
Навигационное оборудование и система подводного позиционирования	
Интегрированная навигационная система	Gator, TriggerFish или подобная
Первичная система	DGPS, GLONASS
Вторичная система	DGPS, GLONASS
Формат записи	UKOOA P1/90 & P2/94
Эхолот на каждом судне	Да
Гирокомпас на каждом судне	Да
Позиционирование линий пневмосточников	1 GPS антенна на каждой линии пневмоистоников. Позиционирование центра энергии группы относительно линии отстрела
Многолучевой эхолот	На судне-источнике Reason Seabat 7125 или аналог
Система подводного позиционирования	АКИН "Пикет", Sonardyne OBC 7815 или подобная.
Рабочая глубина (метров)	До 500
Возможность работы системы в режиме USBL	Желательно
Частота расстановки акустических ответчиков	На каждой донной станции
Выполнение пингеровок	После постановки донных станций и перед подъемом донных станций.
Суда для выполнения работ	
Судно источник	
Осадка	не менее 5 метров
Устойчивость на курсе при скоростях	4 узла
Автономность	не менее 45 суток
Наличие системы динамического позиционирования	Не обязательно
Судно-раскладчик	
Осадка	не менее 5 метров

Устойчивость на курсе при скорости	2 узла
Автономность	не менее 45 суток
Наличие системы динамического позиционирования	Желательно
<i>Судно-пингеровщик</i>	
Осадка	может использоваться маломерное судно
Устойчивость на курсе при скорости	5 узлов
Автономность	24 часа
Наличие системы динамического позиционирования	Нет

15. СРАВНЕНИЕ РАССМОТРЕННЫХ ВАРИАНТОВ СЪЕМКИ

В процессе выполнения работы было рассмотрено множество различных вариантов геометрии съемки. Варианты без ограничения раскладки пунктов приема по границе РК-РФ были отклонены, поскольку заказчик выяснил, что это несет за собой серьезные трудности, связанные с получением разрешений.

Варианты для площади 225 км² были отклонены поскольку при увеличении сроков работ и соответственно стоимости эти варианты не дают какой-либо ценной дополнительной информации и не облегчают решение геологической задачи.

Оставались варианты с различными значениями максимальных удалений приемник источник. В ходе сравнения вариантов со значениями 4800 метров, 6000 метров и 7200 метров было показано, что необходимые для решения геологической задачи параметры освещенности целевых горизонтов достигаются и при значениях максимальных удалений 4800 метров, но учитывая выполнение в ходе обработки данных процедур требующих больших значений X_{max} было принято решение остановиться на значении в 6000 метров. Значение в 7200 метров очевидно является избыточным.

Последним параметром геометрии съемки, который нужно было определить являлся шаг между пунктами приема. Методика редкой раскладки, выбранная изначально с целью уменьшения количества используемого оборудования и ускорения процесса съемки за счет перекладки линий ПП во время отстрела, подразумевает, что шаг ПП равен шагу ЛПП. Рассматривались два значения – 300 метров и 400 метров. Шаг ПП в 300 позволяет получить данные с более высокой номинальной кратностью и лучшей освещенностью во всем целевом интервале, но требует существенно большего количества оборудования, требует большего времени на выполнение работ и соответственно имеет более высокую стоимость.

После анализа карт освещенности для горизонтов целевого интервала, полученных при моделировании варианта с шагом 400 метров было показано, что и с этим шагом значения кратности на этих горизонтах имеют значения, удовлетворяющие начальным требованиям.

В результате в качестве основного был выбран вариант, описанный в таблице 18.

16. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

16.1. Техника безопасности и охрана труда при проведении проектируемых морских работ

Морские сейсморазведочные работы являются потенциально опасным видом исследований. Поэтому морские геологические работы должны выполняться строго в соответствии с законодательными требованиями Республики Казахстан и в полном соответствии со всеми инструктивными документами по технике безопасности, охране труда, безопасности мореплавания и охране окружающей среды, изданными соответствующими ведомствами государственного уровня.

Используемые для проведения сейсморазведочных работ научно-исследовательские суда должны соответствовать требованиям Морского Регистра судоходства для конкретного района плавания и требованиям Международных конвенций по охране человеческой жизни на море, по предотвращению загрязнения окружающей среды с судов и конвенции по подготовке и сертификации моряков.

Техническое состояние всего технологического оборудования полностью отвечает требованиям техники безопасности и охраны труда по нормам морских и геологоразведочных ведомств.

Обязательна предварительная и периодическая проверка и паспортизация всего смонтированного на судах технологического оборудования. Результаты проверок отражаются в соответствующих журналах.

Все оборудование и производственные помещения (площадки) на судах маркируются в соответствии с инструктивными требованиями по технике безопасности и охране труда.

Обязательно полное обеспечение персонала индивидуальными средствами защиты.

Непременным условием является наличие надежной связи между рабочими местами на спускоподъемных операциях и командными помещениями, и наличие аварийной сигнализации.

К производству работ допускается лишь персонал, прошедший специальное курсовое обучение и стажировку по соответствующему виду работ. Обязателен подробный инструктаж на рабочем месте.

Наиболее часто на борту судна проводятся совещания по безопасному выполнению работ. Такие совещания проводятся каждый раз, когда возникает необходимость выполнения какой-либо новой работы.

Все лица, которые будут работать на сейсморазведочном судне или которые собираются посетить такое судно должны пройти инструктаж по технике безопасности. В случае аварийной ситуации все временные работники и посетители должны немедленно покинуть судно. Все временные работники и посетители судна должны сопровождаться квалифицированным членом команды судна.

Суда и береговой офис будут обеспечены средствами спутниковой связи по системе ИНМАРСАТ, что позволит экстренно решать возникающие в процессе работ вопросы.

В связи с уникальностью по своему рыбохозяйственному значению Каспийского моря, вопросам охраны окружающей среды при производстве геологических работ на его акватории будет уделено особое внимание.

Научно-исследовательское судно оборудуется в строгом соответствии с требованиями санитарных норм для морских судов.

К морским сейсморазведочным работам допускается персонал:

- Имеющие профильное образование согласно занимаемой должности и требуемый стаж работы в соответствии с должностной инструкцией;
- Прошедший обучение в учебном центре по морской безопасности и имеющий свидетельство о прохождении курса: начальная подготовка по безопасности; базисная подготовка членов морских экипажей по вопросам охраны судна;
- Прошедшие с отрывом от производства обучение по промышленной безопасности, пожарно-техническому минимуму, безопасности и охране труда и имеющие подтверждающие документы об успешном прохождении;
- Рабочие специальности;
- Имеющие профильное образование согласно занимаемой должности;
- Прошедшие в установленном порядке предварительный медицинский осмотр и обязательное психиатрическое освидетельствование;
- Прошедшие вводный инструктаж по охране труда, пожарной безопасности, электробезопасности в объеме первой группы;
- Прошедшие инструктаж на рабочем месте по охране труда, пожарной безопасности с изучением инструкций по ОТ, ПБ и ОС, регламентов, положений, политик, приказов и распоряжений в части их касающейся согласно плану стажировки;
- Прошедшие стажировку под руководством наставника с обязательным изучением методов безопасного проведения работ и допущенный в установленном порядке к самостоятельной работе.

Прошедшие обучение в учебном центре по морской безопасности и имеющий свидетельство о

- прохождении курса: начальная подготовка по безопасности; базисная подготовка членов морских экипажей по вопросам охраны судна;
- прошедшие ежегодную подготовку по курсу «Первая медицинская помощь» и имеющие соответствующее удостоверение;
- прошедшие иные виды обучения или проверку знаний (стропальщики, машинисты компрессорных установок и т.д.);
- имеющие удостоверение на право вождения маломерного судна (в соответствии с занимаемой должностью).

16.2. Политика в области охраны окружающей среды

Подрядчик принимает на себя обязательства по минимизации либо устранению негативного воздействия своей деятельности на окружающую среду. В рамках проекта он обязуется строго соблюдать все применимые законодательные и нормативные требования Республики Казахстан, а также выполнять условия, направленные на обеспечение экологически безопасного и устойчивого выполнения работ.

Соответствующие обязательства распространяются на всех работников Подрядчика и применяются ко всем видам деятельности, осуществляемым в рамках проекта, вне зависимости от места их выполнения или удалённости от основной площадки.

В целях соблюдения требований в области охраны окружающей среды в рамках проекта, Подрядчик обязуется предпринять следующие меры:

- Принимать превентивные меры и внедрять практики консервации, направленные на устранение или минимизацию негативного воздействия своей деятельности на окружающую среду, а также постоянно совершенствовать производственные процессы;
- Использовать технологии, позволяющие снижать потребление ресурсов, повторно использовать материалы и развивать переработку отходов;
- Обеспечивать утилизацию отходов, образующихся в процессе деятельности, экологически приемлемыми методами;
- Предотвращать, сокращать или контролировать уровень загрязнения окружающей среды с целью минимизации общего экологического следа от выполнения проектных работ;
- Выполнять экологические рекомендации и требования, касающиеся охраны природы и рационального природопользования, особенно при проведении работ в экологически чувствительных зонах или в местах обитания редких и исчезающих видов флоры и фауны;
- Обеспечивать соблюдение экологического законодательства Республики Казахстан и внутренних стандартов компании;
- Мониторить экологические аспекты деятельности, готовить отчёты, разрабатывать корректирующие и предупреждающие меры, а также строго их реализовывать;
- Обеспечивать постоянное улучшение экологической результативности деятельности.

Сотрудники Подрядчика в рамках проекта будут:

- Поддерживать высокий уровень экологической осведомлённости и стремиться снижать негативное воздействие от своей деятельности;
- Документировать и своевременно сообщать обо всех экологических инцидентах;
- Активно участвовать в обсуждении вопросов охраны окружающей среды, предлагать инициативы и участвовать в реализации мероприятий по снижению экологического воздействия.

16.3. Организация охраны труда и окружающей среды

Ответственность за безопасность и здоровье рабочих, защиту окружающей среды возложена на начальника партии, а менеджеры несут ответственность за эти вопросы на своих участках.

Ответственный по ПБ, ОТиОС (полевой супервайзер по ПБ, ОТиОС):

- оказывает методическую помощь партии в организации работ в части ПБ, ОТиОС;
- при необходимости вступает в контакт с соответствующими органами по ПБ, ОТиОС;
- осуществляет связь между партией и руководством предприятия во время любой аварийной ситуации.

Начальник партии:

- отвечает за общее соответствие проводимых работ утвержденным нормам, за контроль качества данных и достижение производственных задач;

- оказывает помощь в организации работы всех подразделений, общаясь с руководителями подразделений на совещаниях, а также индивидуально;
- отвечает за связь с Заказчиком и персоналом Компании как устную, так и письменную, информируя их о ходе дел партии и любых возникающих проблемах, которые требуют особого внимания.

Супервайзер по контролю качества:

- проверяет результаты ежедневных измерений и докладывает об обнаруженных недостатках руководителю партии;
- обеспечивает ведение документации по всем измерениям, а также обеспечивает обработку результатов;
- обеспечивает сбор всех отправляемых данных и представляет руководителю партии для проверки перед окончательной отправкой с места нахождения партии.

Ответственный исполнитель (технический руководитель):

- оказывает техническую помощь по всем вопросам работы партии;
- составляет график техобслуживания оборудования и осуществляет периодический контроль качества ремонта полевого оборудования;
- проводит оценку соблюдения минимальных требований к оборудованию, необходимых для удовлетворительного осуществления работы.

Капитан судна:

- осуществляет регулярную проверку оборудования и ведет записи по техобслуживанию;
- осуществляет ежедневную проверку электронной и механической части оборудования;
- осуществляет контроль за соблюдением правил техники безопасности, требуя участия всего персонала в деятельности по охране здоровья, окружающей среды и техники безопасности.

Главный механик:

- контролирует обслуживание всего механического оборудования;
- ведет документальную регистрацию проведения ремонта и полную инвентарную опись запчастей в партии;
- имеет в наличии достаточный запас запчастей для обеспечения рабочего состояния всего оборудования путем своевременного оформления заказов на них.

В партию должно быть назначено должностное лицо, отвечающее за вопросы ПБ, ОТ и ОС. на рабочем месте, с полным рабочим днем. Это должностное лицо контролирует выполнение программы ПБ, ОТиОС, как предусмотрено руководством Заказчика и Подрядчика. Он координирует работу по соблюдению правил ПБ, ОТиОС с целью соблюдения всех национальных и местных законов. Он осуществляет свою работу под непосредственным руководством начальника партии и подотчетен ему.

В партию будет назначен врач, который будет проверять наличие наборов первой помощи, проводить обучение и проверку соблюдения правил охраны здоровья и соблюдения правил гигиены. В случае эвакуации по медицинским соображениям, окончательное решение принимает врач.

О каждом происшествии пострадавший или очевидец обязан немедленно сообщить непосредственному руководителю, который должен немедленно передать полученную информацию начальнику партии, который согласно соответствующего раздела «Плана ликвидации чрезвычайных ситуаций» незамедлительно организует необходимую помощь, сохраняя до начала расследования обстановку на месте происшествия такой, какая была в момент события и сообщая о случившемся Заказчику и уполномоченным государственным органам.

Расследование аварий и несчастных случаев будет осуществляться специальной комиссией по ПБ, ОТ и ОС. Эта комиссия состоит из руководителя партии (или его заместителя), руководителя подразделения и супервайзера по вопросам ПБ, ОТиОС или лица, его замещающего.

По завершении расследования копии полного письменного отчета предоставляются Заказчику и Подрядчику. Затем руководство партии направляет сообщение о мерах по устранению возникшей ситуации. Об ущербе, вызвавшем простой сообщается руководству подрядчика в течение 24 часов.

16.4. Обучение и инструктаж

Программа обучения персонала по технике безопасности будет совместно составлена руководством партии и инженером по т/б и включает обучение всего персонала, в т.ч. вновь принятого. Проводится до и во время проведения работ.

В программу обучения будет включено:

- обучение тушению пожара на борту судна и на рабочем месте;
- обучение по оказанию первой медицинской помощи;
- проверка и обучение умения плавать, включая тренировки «Человек за Бортом» и приемы выживания на воде;
- со всеми вновь прибывшими, включая посетителей, будет проводиться вводный инструктаж по технике безопасности и обязательно фиксирование в соответствующем журнале;
- первичный инструктаж на рабочем месте будет проводиться с каждым работником индивидуально непосредственным руководителем работ по разработанным программам. Все рабочие, независимо от квалификации и стажа работы по данной профессии, будут проходить периодический (повторный) инструктаж на рабочем месте не реже одного раза в месяц;
- средства оказания первой помощи.

Подрядчик обеспечит функционирование оборудованных пунктов оказания первой помощи в месте проживания персонала. Аптечки первой помощи будут предусмотрены во всех средствах передвижения и будут проверяться или заменяться лицом, ответственным за технику безопасности.

16.5. Средства индивидуальной защиты

Подрядчик обеспечит необходимые средства индивидуальной защиты персонала и посетителей на каждом участке работ.

16.6. Общее описание планов действий в чрезвычайных ситуациях

Планы действий в чрезвычайных обстоятельствах являются руководством для персонала при возникновении чрезвычайных ситуаций, определения степени опасности и ущерба, направлений и способов сокращения воздействия и последствий. Инженер по технике безопасности, или другое назначенное лицо, осуществляет общее руководство по системам радио- и телефонной связи в течение всего времени существования критической ситуации.

При возникновении чрезвычайных ситуациях действуют следующие приоритеты:

- безопасность и спасение жизни;
- сохранение окружающей среды;
- спасение оборудования и установок.

На кораблях будут находиться следующие планы действий в чрезвычайных ситуациях:

- пожар на судне;
- медицинская эвакуация;
- человек пропал;
- человек за бортом;
- разлив (утечка) ГСМ.

Подготовка и обучение персонала, действия соответствующих планов, будут проводиться согласно установленному графику.

Сейсморазведочные работы будут выполняться в строгом соответствии с экологическими требованиями и предписаниями выполненной оценки воздействия на окружающую среду.

17. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

а) Опубликованная литература

1.	Правительство РК	Кодекс Республики Казахстан от 27 декабря 2017 года № 125-VI «О недрах и недропользовании» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2024 г.);
2.	Правительство РК	Кодекс РК «О налогах и других обязательных платежах в бюджет (Налоговый кодекс)» от 25.12.2017г №120-VI ЗРК, (с изменениями и дополнениями по состоянию на 02.01.2024г);
3.	Правительство РК	Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI «Экологический кодекс Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2024 г.)
4.	Правительство РК	«Единые правила по рациональному и комплексному использованию недр», утвержденные приказом Министра энергетики РК от 15.06.2018г №239, г. Астана, 2018г;
5.	Правительство РК	«Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов нефтяной и газовой отрасли промышленности», утвержденные приказом Министра по инвестициям и развитию РК от 30.12.2014г №355, г. Астана, 2014г;
6.	Правительство РК	«Правила безопасности при сборе, подготовке и транспортировании нефти и газа на предприятиях нефтяной промышленности», г. Астана, 2020г;
7.	Правительство РК	«Единая методика расчета организациями местного содержания при закупке товаров, работ и услуг», утвержденная приказом Министра по инвестициям и развитию РК №87 от 30.01.2015г, г. Астана, 2015г;
8.	Правительство РК	НТД «Методические рекомендации по составлению проектов разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений» (Приказ от 24.08.18г №329 И.о. Министра энергетики РК), г. Астана, 2018г;
9.	Marcelo D. Roizman, GeoNodos - Aplicaciones Geofisicas, Argentina.	Pre-Stack noise reduction in 3d-3c seismic data using Common Offset Vectors Gathers. Thirteenth International Congress of The Brazilian Geophysical Society.

10.	M. Wang, Y. Xie, P. Deng, J. H. Tan, S. Maitra, M. Camm, N F. S Zaina, W. H. Tang, M N. B M Isa, AA. B Muhamad.	Shear wave velocity update using PS reflection FWI for imaging beneath complex gas clouds. Society of Exploration Geophysicists. First International Meeting for Applied Geoscience & Energy
11.	Zijian Liu, N. D. Whitmore, Chaoguang Zhou, and Samuel Brown, PGS.	A fast VTI model building method using model based moveout. SEG Denver 2014 Annual Meeting
12.	Фиников Дмитрий Борисович Директор департамента разработки алгоритмического и программного обеспечения, Яндекс-Терра (ООО «Сейсмотек»)	Широкоазимутальная сейсморазведка: сложности проведения и обработки данных, с одной стороны, с другой - возможность получения высококачественных изображений. Для решения каких задач эффективно применение широкоазимутальной съёмки. www.yandex-terra.ru .
13.	P. M. Krail.	AIRGUNS: Theory and operation of the marine seismic source. Houston, TX, 2010, Course notes for GEO-391, Principles of seismic data acquisition, University of Texas at Austin
14.	Gabriel Alvarez.	Flexible 3-D seismic survey design.
15.	Oscar López, Rajiv Kumar, Nick Moldoveanu and Felix J. Herrmann.	Graph Spectrum Based Seismic Survey Design. Georgia Institute of Technology, February 10, 2022
16.	R.C. Johnson, D.H. Reed, and J.F. Desler.	Special report on SEG Technical standards for specifying marine energy sources. Geophysics, 53, no 04, 566-575
17.	Peter Stewart.	Seismic on the seafloor. Oilfield Technology, October 2015.
18.	Dr. David Monk.	Survey Design for Full Waveform Inversion. ACTeQ 2017

Приложение 1 к разделу 12.4 (Требования к судам).

Пример судна для использования в качестве судна-источника или судна-раскладчика.



SUNRISE-G
Seismic Research Support Vessel



Specification Sheet

Main Particulars <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Builder:</td> <td>Sealink Shipyard BDN BHD</td> </tr> <tr> <td>Year built:</td> <td>2014</td> </tr> <tr> <td>Flag:</td> <td>Panama</td> </tr> <tr> <td>IMO Number:</td> <td>9628518</td> </tr> <tr> <td>MMSt:</td> <td>354131000</td> </tr> <tr> <td>Call Sign:</td> <td>3FKF6</td> </tr> <tr> <td>Minimum Safe Manning:</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Classification:</td> <td>RINA</td> </tr> <tr> <td>Notation:</td> <td>C $\frac{1}{2}$ SPB code; Offshore Support Vessel - supply</td> </tr> </table>		Builder:	Sealink Shipyard BDN BHD	Year built:	2014	Flag:	Panama	IMO Number:	9628518	MMSt:	354131000	Call Sign:	3FKF6	Minimum Safe Manning:	9	Classification:	RINA	Notation:	C $\frac{1}{2}$ SPB code; Offshore Support Vessel - supply	Communication Equipment <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">GMDSS:</td> <td>A1+A2+A3</td> </tr> <tr> <td>GBB Radio:</td> <td>1x Furuno, F8-2575 c</td> </tr> <tr> <td>MF/HF Radio:</td> <td>1x Furuno, F8 2575</td> </tr> <tr> <td>VHF Radio:</td> <td>4x Furuno, Fm.8900 s</td> </tr> <tr> <td>Portable VHF:</td> <td>3x Ocean signal-Sea-V-100</td> </tr> <tr> <td>Inmarsat Sat-C:</td> <td>2x Furuno-felcom-18</td> </tr> <tr> <td>AIS:</td> <td>1x Furuno-FA-150</td> </tr> <tr> <td>E.P.I.R.B.</td> <td>1 x Jotron Tron 60AIS</td> </tr> <tr> <td>Internet Broadband</td> <td>Starlink System</td> </tr> </table>		GMDSS:	A1+A2+A3	GBB Radio:	1x Furuno, F8-2575 c	MF/HF Radio:	1x Furuno, F8 2575	VHF Radio:	4x Furuno, Fm.8900 s	Portable VHF:	3x Ocean signal-Sea-V-100	Inmarsat Sat-C:	2x Furuno-felcom-18	AIS:	1x Furuno-FA-150	E.P.I.R.B.	1 x Jotron Tron 60AIS	Internet Broadband	Starlink System
Builder:	Sealink Shipyard BDN BHD																																						
Year built:	2014																																						
Flag:	Panama																																						
IMO Number:	9628518																																						
MMSt:	354131000																																						
Call Sign:	3FKF6																																						
Minimum Safe Manning:	9																																						
Classification:	RINA																																						
Notation:	C $\frac{1}{2}$ SPB code; Offshore Support Vessel - supply																																						
GMDSS:	A1+A2+A3																																						
GBB Radio:	1x Furuno, F8-2575 c																																						
MF/HF Radio:	1x Furuno, F8 2575																																						
VHF Radio:	4x Furuno, Fm.8900 s																																						
Portable VHF:	3x Ocean signal-Sea-V-100																																						
Inmarsat Sat-C:	2x Furuno-felcom-18																																						
AIS:	1x Furuno-FA-150																																						
E.P.I.R.B.	1 x Jotron Tron 60AIS																																						
Internet Broadband	Starlink System																																						
Dimensions <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">L.O.A.:</td> <td>59.90m</td> </tr> <tr> <td>Breadth:</td> <td>16.50m</td> </tr> <tr> <td>Dept:</td> <td>6.80m</td> </tr> <tr> <td>Draught:</td> <td>5.40m</td> </tr> <tr> <td>Nett Tonnage:</td> <td>658t</td> </tr> <tr> <td>Gross Tonnage:</td> <td>2194t</td> </tr> </table>		L.O.A.:	59.90m	Breadth:	16.50m	Dept:	6.80m	Draught:	5.40m	Nett Tonnage:	658t	Gross Tonnage:	2194t	Navigation Equipment <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Raders:</td> <td>2x Furuno-FA-2117</td> </tr> <tr> <td>GPS Navigation:</td> <td>2x Furuno-GP-170</td> </tr> <tr> <td>Echo Sounder:</td> <td>1x Furuno-FE-700</td> </tr> <tr> <td>Navtex:</td> <td>1x Furuno-NX-700 B</td> </tr> <tr> <td>Gyro Compass:</td> <td>Yokogawa-CMZ900</td> </tr> <tr> <td>Magnetic Compass:</td> <td>1x Lilley & Gillie-GR4-139900010</td> </tr> <tr> <td>Auto Pilot Fwd:</td> <td>Simrad AP70</td> </tr> <tr> <td>Auto Pilot Aft:</td> <td>Simrad AP70</td> </tr> <tr> <td>Electronic Charts:</td> <td>Wartsila NAVI Sailor 4000 ECDIS</td> </tr> <tr> <td>Anemometer:</td> <td>Wind sensor Young 05106</td> </tr> </table>		Raders:	2x Furuno-FA-2117	GPS Navigation:	2x Furuno-GP-170	Echo Sounder:	1x Furuno-FE-700	Navtex:	1x Furuno-NX-700 B	Gyro Compass:	Yokogawa-CMZ900	Magnetic Compass:	1x Lilley & Gillie-GR4-139900010	Auto Pilot Fwd:	Simrad AP70	Auto Pilot Aft:	Simrad AP70	Electronic Charts:	Wartsila NAVI Sailor 4000 ECDIS	Anemometer:	Wind sensor Young 05106				
L.O.A.:	59.90m																																						
Breadth:	16.50m																																						
Dept:	6.80m																																						
Draught:	5.40m																																						
Nett Tonnage:	658t																																						
Gross Tonnage:	2194t																																						
Raders:	2x Furuno-FA-2117																																						
GPS Navigation:	2x Furuno-GP-170																																						
Echo Sounder:	1x Furuno-FE-700																																						
Navtex:	1x Furuno-NX-700 B																																						
Gyro Compass:	Yokogawa-CMZ900																																						
Magnetic Compass:	1x Lilley & Gillie-GR4-139900010																																						
Auto Pilot Fwd:	Simrad AP70																																						
Auto Pilot Aft:	Simrad AP70																																						
Electronic Charts:	Wartsila NAVI Sailor 4000 ECDIS																																						
Anemometer:	Wind sensor Young 05106																																						
Performance <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Max Speed:</td> <td>12 knots</td> </tr> <tr> <td>Eco Speed:</td> <td>10 knots</td> </tr> <tr> <td>Type(s) and Grade(s) of Fuel Used:</td> <td>MGO low Sulphur</td> </tr> </table>		Max Speed:	12 knots	Eco Speed:	10 knots	Type(s) and Grade(s) of Fuel Used:	MGO low Sulphur	Bunker/Storage capacity <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">MGO:</td> <td>447 m³</td> </tr> <tr> <td>Cargo Fuel:</td> <td>999 m³</td> </tr> <tr> <td>Fresh Water:</td> <td>507 m³</td> </tr> <tr> <td>Dirty Oil:</td> <td>13.4 m³</td> </tr> <tr> <td>Lube Oil Storage:</td> <td>21.2 m³</td> </tr> <tr> <td>Sewage Holding:</td> <td>30.3 m³</td> </tr> <tr> <td>Grey Water:</td> <td>31.1 m³</td> </tr> <tr> <td>Sludge:</td> <td>19.1 m³</td> </tr> <tr> <td>Thermal Fluid:</td> <td>10.6 m³</td> </tr> <tr> <td>Cool store:</td> <td>28.5 m³</td> </tr> <tr> <td>Freeze Store:</td> <td>28.5 m³</td> </tr> <tr> <td>Dry Storage:</td> <td>28.5 m³</td> </tr> <tr> <td>Clear Deck:</td> <td>300 m²</td> </tr> </table>		MGO:	447 m³	Cargo Fuel:	999 m³	Fresh Water:	507 m³	Dirty Oil:	13.4 m³	Lube Oil Storage:	21.2 m³	Sewage Holding:	30.3 m³	Grey Water:	31.1 m³	Sludge:	19.1 m³	Thermal Fluid:	10.6 m³	Cool store:	28.5 m³	Freeze Store:	28.5 m³	Dry Storage:	28.5 m³	Clear Deck:	300 m²				
Max Speed:	12 knots																																						
Eco Speed:	10 knots																																						
Type(s) and Grade(s) of Fuel Used:	MGO low Sulphur																																						
MGO:	447 m³																																						
Cargo Fuel:	999 m³																																						
Fresh Water:	507 m³																																						
Dirty Oil:	13.4 m³																																						
Lube Oil Storage:	21.2 m³																																						
Sewage Holding:	30.3 m³																																						
Grey Water:	31.1 m³																																						
Sludge:	19.1 m³																																						
Thermal Fluid:	10.6 m³																																						
Cool store:	28.5 m³																																						
Freeze Store:	28.5 m³																																						
Dry Storage:	28.5 m³																																						
Clear Deck:	300 m²																																						
Machinery <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Main engine:</td> <td>2x Caterpillar 2100 BHP @ 1600 RPM</td> </tr> <tr> <td>Aux. Engines:</td> <td>3x Cummins 250kW</td> </tr> <tr> <td>Propeller:</td> <td>2x CPP in Fixed Nozzles</td> </tr> <tr> <td>Rudder:</td> <td>2x Becker Rudder</td> </tr> <tr> <td>Bow Thruster:</td> <td>1x 9t Tunnel Thruster 596 kW</td> </tr> <tr> <td>Diesel Gen Set:</td> <td>1x Leroy-Somer 800kW</td> </tr> <tr> <td>Emergency Gen Set</td> <td>1x Cummins 80kW/100kW @ 1500 RPM</td> </tr> <tr> <td></td> <td>240/415V, 50HZ</td> </tr> </table>		Main engine:	2x Caterpillar 2100 BHP @ 1600 RPM	Aux. Engines:	3x Cummins 250kW	Propeller:	2x CPP in Fixed Nozzles	Rudder:	2x Becker Rudder	Bow Thruster:	1x 9t Tunnel Thruster 596 kW	Diesel Gen Set:	1x Leroy-Somer 800kW	Emergency Gen Set	1x Cummins 80kW/100kW @ 1500 RPM		240/415V, 50HZ	Accommodation <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Cabins:</td> <td>7x 1 pers, 4x 2 pers</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11x 4 pers</td> </tr> <tr> <td>Total bunks:</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>Mess Room:</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Recreation Room:</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Office:</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Changing Room:</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Hospital 2 bunks:</td> <td>1</td> </tr> </table>		Cabins:	7x 1 pers, 4x 2 pers		11x 4 pers	Total bunks:	59	Mess Room:	1	Recreation Room:	1	Office:	2	Changing Room:	1	Hospital 2 bunks:	1				
Main engine:	2x Caterpillar 2100 BHP @ 1600 RPM																																						
Aux. Engines:	3x Cummins 250kW																																						
Propeller:	2x CPP in Fixed Nozzles																																						
Rudder:	2x Becker Rudder																																						
Bow Thruster:	1x 9t Tunnel Thruster 596 kW																																						
Diesel Gen Set:	1x Leroy-Somer 800kW																																						
Emergency Gen Set	1x Cummins 80kW/100kW @ 1500 RPM																																						
	240/415V, 50HZ																																						
Cabins:	7x 1 pers, 4x 2 pers																																						
	11x 4 pers																																						
Total bunks:	59																																						
Mess Room:	1																																						
Recreation Room:	1																																						
Office:	2																																						
Changing Room:	1																																						
Hospital 2 bunks:	1																																						
Deck Equipment <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Deck Crane:</td> <td>9.8 t @ 16.5m</td> </tr> <tr> <td>Anchor Windlass:</td> <td>Suit for 42mm Dia. 7.5 t x 15 m/min</td> </tr> <tr> <td>Capstan:</td> <td>2 x 5 t</td> </tr> <tr> <td>Workboat Davit:</td> <td>Vestdavit 12 t SWL</td> </tr> <tr> <td>Twin Hose Reel:</td> <td>1 x 240m, 4" hose with 4" TODO</td> </tr> <tr> <td>Cable Reel:</td> <td>1x 8000m</td> </tr> <tr> <td>Reefers:</td> <td>3 x 20ft, 415V/3ph/50Hz</td> </tr> <tr> <td>Towing Hook:</td> <td>65 t SWL</td> </tr> <tr> <td>Yoko Fenders:</td> <td>2 x 4.0 x 2.5</td> </tr> </table>		Deck Crane:	9.8 t @ 16.5m	Anchor Windlass:	Suit for 42mm Dia. 7.5 t x 15 m/min	Capstan:	2 x 5 t	Workboat Davit:	Vestdavit 12 t SWL	Twin Hose Reel:	1 x 240m, 4" hose with 4" TODO	Cable Reel:	1x 8000m	Reefers:	3 x 20ft, 415V/3ph/50Hz	Towing Hook:	65 t SWL	Yoko Fenders:	2 x 4.0 x 2.5	Special Features <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Bollard Pull:</td> <td>60 t</td> </tr> </table>		Bollard Pull:	60 t																
Deck Crane:	9.8 t @ 16.5m																																						
Anchor Windlass:	Suit for 42mm Dia. 7.5 t x 15 m/min																																						
Capstan:	2 x 5 t																																						
Workboat Davit:	Vestdavit 12 t SWL																																						
Twin Hose Reel:	1 x 240m, 4" hose with 4" TODO																																						
Cable Reel:	1x 8000m																																						
Reefers:	3 x 20ft, 415V/3ph/50Hz																																						
Towing Hook:	65 t SWL																																						
Yoko Fenders:	2 x 4.0 x 2.5																																						
Bollard Pull:	60 t																																						
Safety Equipment <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Rescue Boat:</td> <td>6 Person Rigid-hull on A Frame Davit</td> </tr> <tr> <td>Life Raft:</td> <td>2x Life Raft for 16 Persons</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6x Life Raft for 25 Persons</td> </tr> <tr> <td>FIPI:</td> <td>Fire Fighting System -EEB.600 / 150</td> </tr> </table>		Rescue Boat:	6 Person Rigid-hull on A Frame Davit	Life Raft:	2x Life Raft for 16 Persons		6x Life Raft for 25 Persons	FIPI:	Fire Fighting System -EEB.600 / 150																														
Rescue Boat:	6 Person Rigid-hull on A Frame Davit																																						
Life Raft:	2x Life Raft for 16 Persons																																						
	6x Life Raft for 25 Persons																																						
FIPI:	Fire Fighting System -EEB.600 / 150																																						

Приложение 2 Государственная лицензия

15017141



ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЛИЦЕНЗИЯ

22.09.2015 года15017141

Выдана

Товарищество с ограниченной ответственностью "Казахский научно-исследовательский геологоразведочный нефтяной институт"

060011, Республика Казахстан, Атырауская область, Атырау Г.А., г.Атырау, ул. Айтеке би, дом № 43 "А", БИН: 991240001478

(полное наименование, местонахождение, бизнес-идентификационный номер юридического лица (в том числе иностранного юридического лица), бизнес-идентификационный номер филиала или представительства иностранного юридического лица – в случае отсутствия бизнес-идентификационного номера у юридического лица/полностью фамилия, имя, отчество (в случае наличия), индивидуальный идентификационный номер физического лица)

на занятие

Проектирование (технологическое) и (или) эксплуатацию горных (разведка, добыча полезных ископаемых), нефтехимических производств, эксплуатацию магистральных газопроводов, нефтепроводов, нефтепродуктопроводов в сфере нефти и газа

(наименование лицензируемого вида деятельности в соответствии с Законом Республики Казахстан «О разрешениях и уведомлениях»)

Особые условия

(в соответствии со статьей 36 Закона Республики Казахстан «О разрешениях и уведомлениях»)

Примечание

Неотчуждаемая, класс 1

(отчуждаемость, класс разрешения)

Лицензиар

Комитет экологического регулирования, контроля и государственной инспекции в нефтегазовом комплексе. Министерство энергетики Республики Казахстан.

(полное наименование лицензиара)

Руководитель

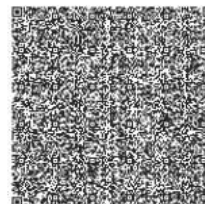
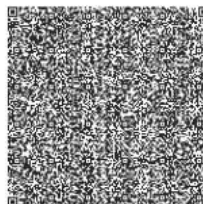
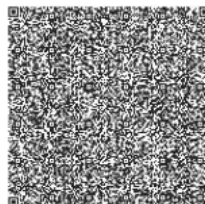
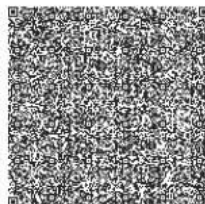
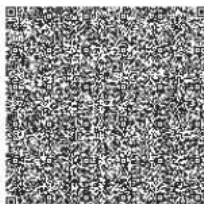
БИМУРАТОВ БЕРИК ШАДИМУРАТОВИЧ

(уполномоченное лицо)

(фамилия, имя, отчество (в случае наличия))

Дата первичной выдачи 07.08.2013Срок действия
лицензии

Место выдачи

г.Астана

15017141



Страница 1 из 2

ПРИЛОЖЕНИЕ К ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЛИЦЕНЗИИ

Номер лицензии 15017141

Дата выдачи лицензии 22.09.2015 год

Подвид(ы) лицензируемого вида деятельности:

- Составление технико-экономического обоснования проектов для месторождений углеводородного сырья
- Повышение нефтеотдачи нефтяных пластов и увеличение производительности скважин
- Составление проектных документов для месторождений углеводородного сырья
- Составление технологических регламентов для месторождений углеводородного сырья

(наименование подвида лицензируемого вида деятельности в соответствии с Законом Республики Казахстан «О разрешениях и уведомлениях»)

Лицензиат

Товарищество с ограниченной ответственностью "Казахский научно-исследовательский геологоразведочный нефтяной институт"

060011, Республика Казахстан, Атырауская область, Атырау Г.А., г.Атырау, ул. Айтеке би, дом № 43 "А", БИН: 991240001478

(полное наименование, местонахождение, бизнес-идентификационный номер юридического лица (в том числе иностранного юридического лица), бизнес-идентификационный номер филиала или представительства иностранного юридического лица – в случае отсутствия бизнес-идентификационного номера у юридического лица/полностью фамилия, имя, отчество (в случае наличия), индивидуальный идентификационный номер физического лица)

Производственная база

1) Атырауская обл., г. Атырау, ул. Айтеке би, д. 43 "А"; 2) Атырауская обл., пос. Бирлик, ул. Геологопоисковая, д. 8.

(местонахождение)

Особые условия действия лицензии

(в соответствии со статьей 36 Закона Республики Казахстан «О разрешениях и уведомлениях»)

Лицензиар

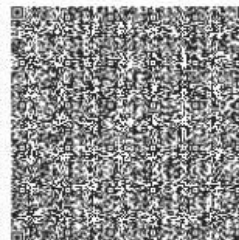
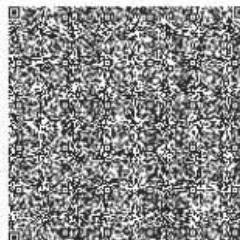
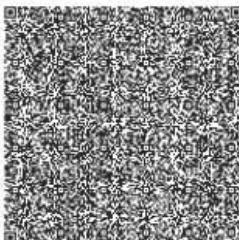
Комитет экологического регулирования, контроля и государственной инспекции в нефтегазовом комплексе. Министерство энергетики Республики Казахстан.

(полное наименование органа, выдавшего приложение к лицензии)

Руководитель (уполномоченное лицо)

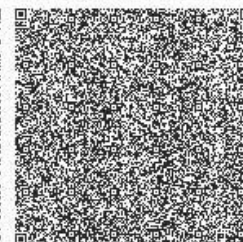
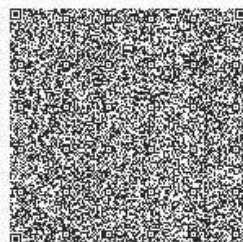
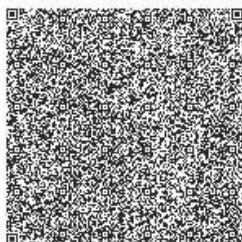
БИМУРАТОВ БЕРИК ШАДИМУРАТОВИЧ

(фамилия, имя, отчество (в случае наличия))



Осыз жердегі электрондық жазбалар және электрондық қолжазбалар тек қана Қазақстан Республикасының 2003 жылғы 7 желтоқсандағы Заңымен 7 бабының 1 тармағымен сәйкес реттегі техникалық жазбалармен берілген. Дәлелді құжаттар сәйкесінегізіндегі 1-тармақ 7-ЗБЕК-тің 7-жылғы 2003-жылғы "Об электрондық құжаттардың электрондық формасындағы" рәсімдеріне қатынастыруға болмайтындығына.

Номер приложения	001
Срок действия	
Дата выдачи приложения	22.09.2015
Место выдачи	г. Астана



Одним из основных документов, регламентирующих деятельность в области геоинформационных технологий, является Закон Республики Казахстан от 2003 года № 7 «О геоинформационных технологиях». В соответствии с этим Законом, геоинформационные технологии являются одним из основных направлений развития экономики страны. В настоящее время геоинформационные технологии широко применяются в различных сферах деятельности, включая транспорт, строительство, сельское хозяйство, здравоохранение и т.д. В связи с этим, Министерство геоинформационных технологий Республики Казахстан разработало и внедрило систему геоинформационных технологий, которая позволяет получать, обрабатывать, хранить и передавать геоинформационные данные. В настоящее время эта система является одним из основных инструментов для работы с геоинформационными данными. В соответствии с этим Законом, геоинформационные технологии являются одним из основных направлений развития экономики страны. В настоящее время геоинформационные технологии широко применяются в различных сферах деятельности, включая транспорт, строительство, сельское хозяйство, здравоохранение и т.д. В связи с этим, Министерство геоинформационных технологий Республики Казахстан разработало и внедрило систему геоинформационных технологий, которая позволяет получать, обрабатывать, хранить и передавать геоинформационные данные. В настоящее время эта система является одним из основных инструментов для работы с геоинформационными данными.



ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЛИЦЕНЗИЯ

16.02.2018 года

18003381

Выдана Товарищество с ограниченной ответственностью "Казахский научно-исследовательский геологоразведочный нефтяной институт"

060011, Республика Казахстан, Атырауская область, Атырау Г.А., г.Атырау,
УЛИЦА ӘЙТЕКЕ БИ, дом № 43А., БИН: 991240001478

(полное наименование, местонахождение, бизнес-идентификационный номер юридического лица (в том числе иностранного юридического лица), бизнес-идентификационный номер филиала или представительства иностранного юридического лица – в случае отсутствия бизнес-идентификационного номера у юридического лица/полностью фамилия, имя, отчество (в случае наличия), индивидуальный идентификационный номер физического лица)

на занятие Проектирование (технологическое) и (или) эксплуатацию горных производств (углеводородное сырье), нефтехимических производств, эксплуатацию магистральных газопроводов, нефтепроводов, нефтепродуктопроводов в сфере нефти и газа

(наименование лицензируемого вида деятельности в соответствии с Законом Республики Казахстан «О разрешениях и уведомлениях»)

Особые условия

(в соответствии со статьей 36 Закона Республики Казахстан «О разрешениях и уведомлениях»)

Примечание

Неотчуждаемая, класс 1

(отчуждаемость, класс разрешения)

Лицензиар

Министерство энергетики Республики Казахстан

(полное наименование лицензиара)

**Руководитель
(уполномоченное лицо)**

АЛМАУЫТОВ САБИТ БАЗАРБАЕВИЧ

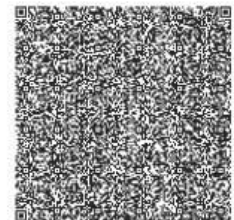
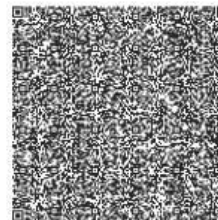
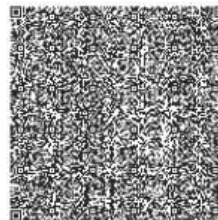
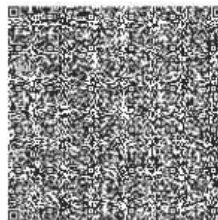
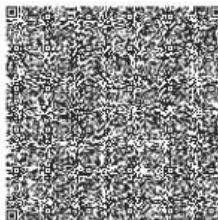
(фамилия, имя, отчество (в случае наличия))

Дата первичной выдачи

**Срок действия
лицензии**

Место выдачи

г.Астана



18003381



Страница 1 из 1

ПРИЛОЖЕНИЕ К ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЛИЦЕНЗИИ

Номер лицензии 18003381

Дата выдачи лицензии 16.02.2018 год

Подвид(ы) лицензируемого вида деятельности:

- Проектирование (технологическое) нефтехимических производств
(наименование подвида лицензируемого вида деятельности в соответствии с Законом Республики Казахстан «О разрешениях и уведомлениях»)

Лицензиат

Товарищество с ограниченной ответственностью "Казахский научно-исследовательский геологоразведочный нефтяной институт"

060011, Республика Казахстан, Атырауская область, Атырау Г.А., г.Атырау, УЛИЦА ӘЙТЕКЕ БИ, дом № 43А., БИН: 991240001478

(полное наименование, местонахождение, бизнес-идентификационный номер юридического лица (в том числе иностранного юридического лица), бизнес-идентификационный номер филиала или представительства иностранного юридического лица – в случае отсутствия бизнес-идентификационного номера у юридического лица/полностью фамилия, имя, отчество (в случае наличия), индивидуальный идентификационный номер физического лица)

Производственная база

060000, город Атырау, улица Геологопоисковая -8

(местонахождение)

Особые условия
действия лицензии

(в соответствии со статьями 36 Закона Республики Казахстан «О разрешениях и уведомлениях»)

Лицензиар

Министерство энергетики Республики Казахстан

(полное наименование органа, выдавшего приложение к лицензии)

Руководитель
(уполномоченное лицо)

АЛМАУЫТОВ САБИТ БАЗАРБАЕВИЧ

(фамилия, имя, отчество (в случае наличия))

Номер приложения

001

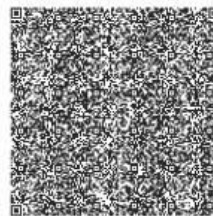
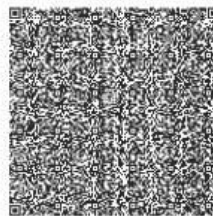
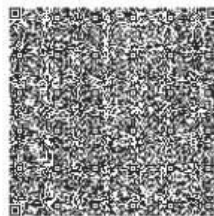
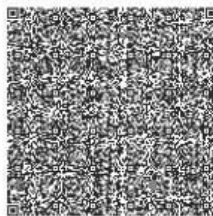
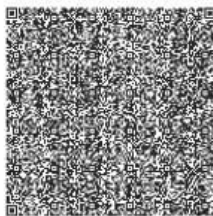
Срок действия

Дата выдачи
приложения

16.02.2018

Место выдачи

г.Астана



Одним из признаков может быть электронная идентификация в Республике Казахстан 2003 года 7 месяцев 7 дней 7 часов 11 минут 11 секунд, с момента подписания и печати лицензии в РФ. Данный документ согласно пункту 1 статьи 7 ЗРК от 7 января 2003 года "Об электронном документе и электронной цифровой подписи" признается документом в электронном виде.

Приложение 3 Геологический отвод

Жер қойнауын пайдалануға арналған
 № _____ келісімшартына
 № _____ қосымша
 көмірсутек
 (пайдалы қазба түрі)
 Барлау және өндіру
 (жер қойнауын пайдалану түрі)
 2021 ж. 26 сәуірдегі Тіркеу № 418-Б-КС



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЭКОЛОГИЯ, ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ
ТАБИҒИ РЕСУРСТАР МИНИСТРЛІГІНІҢ
ГЕОЛОГИЯ КОМИТЕТІ» РММ**

**ЖЕР ҚОЙНАУЫ УЧАСКЕСІ
(ГЕОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛУ)**

Құзыретті орган ҚР Энергетика министрлігінің шешімі (2021 жылғы 11 наурыздағы хаттамасы) негізінде Каспий теңізінің қазақстан жағалауында орналасан, «Әл-Фараби» учаскесіндегі жер қойнауын пайдалану бойынша операцияларды жүзеге асыру үшін «ҚазМұнайГаз» Ұлттық компаниясы Акционерлік қоғамына берілді.

Жер қойнауы учаскесі шегі картограммада көрсетілген және № 1-ден 43-ке дейінгі бұрыштық нүктелерімен белгіленген және 2400 блоктан тұрады.

Бұрыштық нүктелердің координаттары					
№ нүкте	Солтүстік ендік	Шығыс бойлық	Бұрыштық нүктелер	Солтүстік ендік	Шығыс бойлық
1	43° 18' 00"	50° 16' 00"	24	42° 46' 00"	50° 01' 00"
2	43° 17' 00"	50° 16' 00"	25	42° 46' 00"	49° 59' 00"
3	43° 17' 00"	50° 43' 00"	26	42° 48' 00"	49° 59' 00"
4	42° 46' 00"	50° 43' 00"	27	42° 48' 00"	49° 57' 00"
5	42° 46' 00"	50° 51' 00"	28	42° 49' 00"	49° 57' 00"
6	42° 34' 00"	50° 51' 00"	29	42° 49' 00"	49° 55' 00"
7	42° 34' 00"	50° 43' 00"	30	42° 50' 00"	49° 55' 00"
8	42° 32' 00"	50° 43' 00"	31	42° 50' 00"	49° 54' 00"
9	42° 32' 00"	50° 21' 00"	32	42° 51' 00"	49° 54' 00"
10	42° 37' 00"	50° 21' 00"	33	42° 51' 00"	49° 53' 00"
11	42° 37' 00"	50° 04' 00"	34	42° 52' 00"	49° 53' 00"
12	42° 29' 00"	50° 04' 00"	35	42° 52' 00"	49° 51' 00"
13	42° 29' 00"	49° 59' 00"	36	42° 53' 00"	49° 51' 00"
14	42° 31' 00"	49° 59' 00"	37	42° 53' 00"	49° 50' 00"
15	42° 31' 00"	49° 57' 00"	38	42° 54' 00"	49° 50' 00"
16	42° 33' 00"	49° 57' 00"	39	42° 54' 00"	49° 49' 00"
17	42° 33' 00"	49° 55' 00"	40	42° 55' 00"	49° 49' 00"
18	42° 36' 00"	49° 55' 00"	41	42° 55' 00"	49° 47' 00"
19	42° 36' 00"	49° 57' 00"	42	42° 56' 00"	49° 47' 00"
20	42° 39' 00"	49° 57' 00"	43	42° 56' 00"	49° 46' 00"

21	42° 39' 00"	49° 59' 00"	44	42° 57' 00"	49° 46' 00"
22	42° 42' 00"	49° 59' 00"	45	42° 57' 00"	49° 45' 00"
23	42° 42' 00"	50° 01' 00"	46	43° 18' 00"	49° 45' 00"

Аль-Фараби жер қойнауы учаскесінің ауданы – 6047,17 (алты мың шаршы жеті бүтін жүзден он жеті) шаршы шақырым.

Барлау тереңдігі – кристаллды фундаментке дейін.

Тарап орынбасары



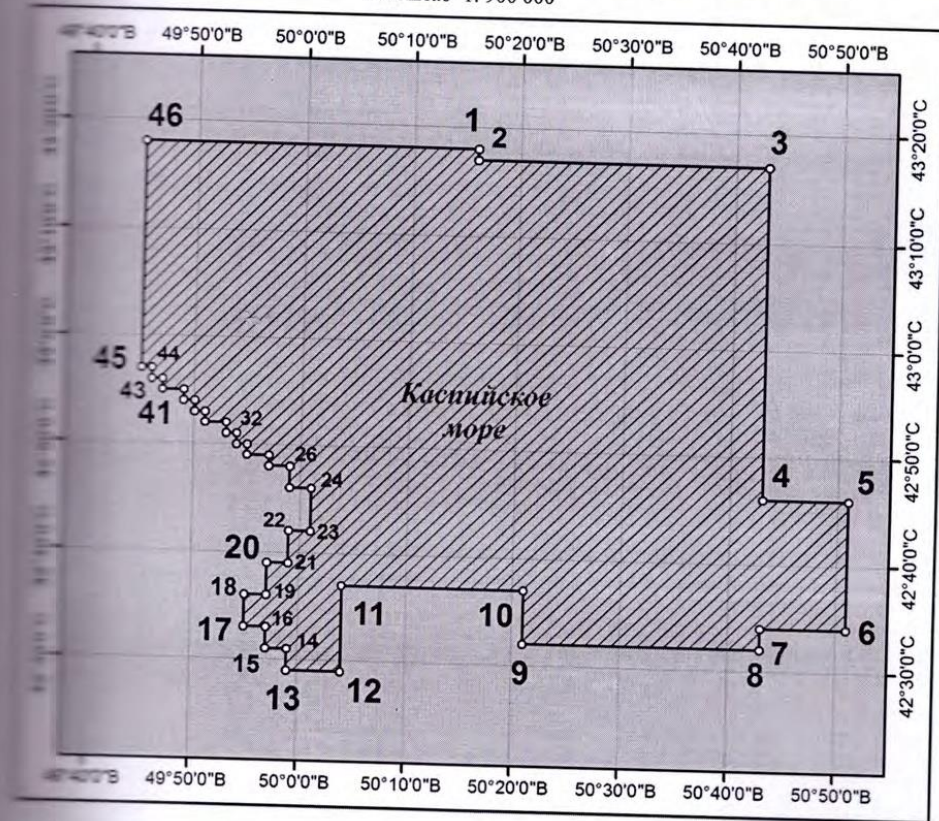
(Handwritten signature)

М. Тналиев

Нұр-Сұлтан қ.,
2021 ж., сәуір

Жер қойнауын пайдалануға арналған
2021 ж. № _____ келісімшартының
№ _____ қосымша
көмірсутек
(пайдалы қазба түрі)
барлау
(жер қойнауын пайдалану түрі)
2021 ж. 26 сәуірдегі. Тіркеу № Б-КС

Әль-Фараби жер қойнауы учаскесінің орналасу картограммасы
Масштаб 1: 900 000



Шартты белгілер

-  Әль-Фараби учаскесі барлауға арналған жер қойнау учаскесінің пішіні
-  теңіз тұрақты

Нұр-Сұлтан қ,
2021 ж, сәуір