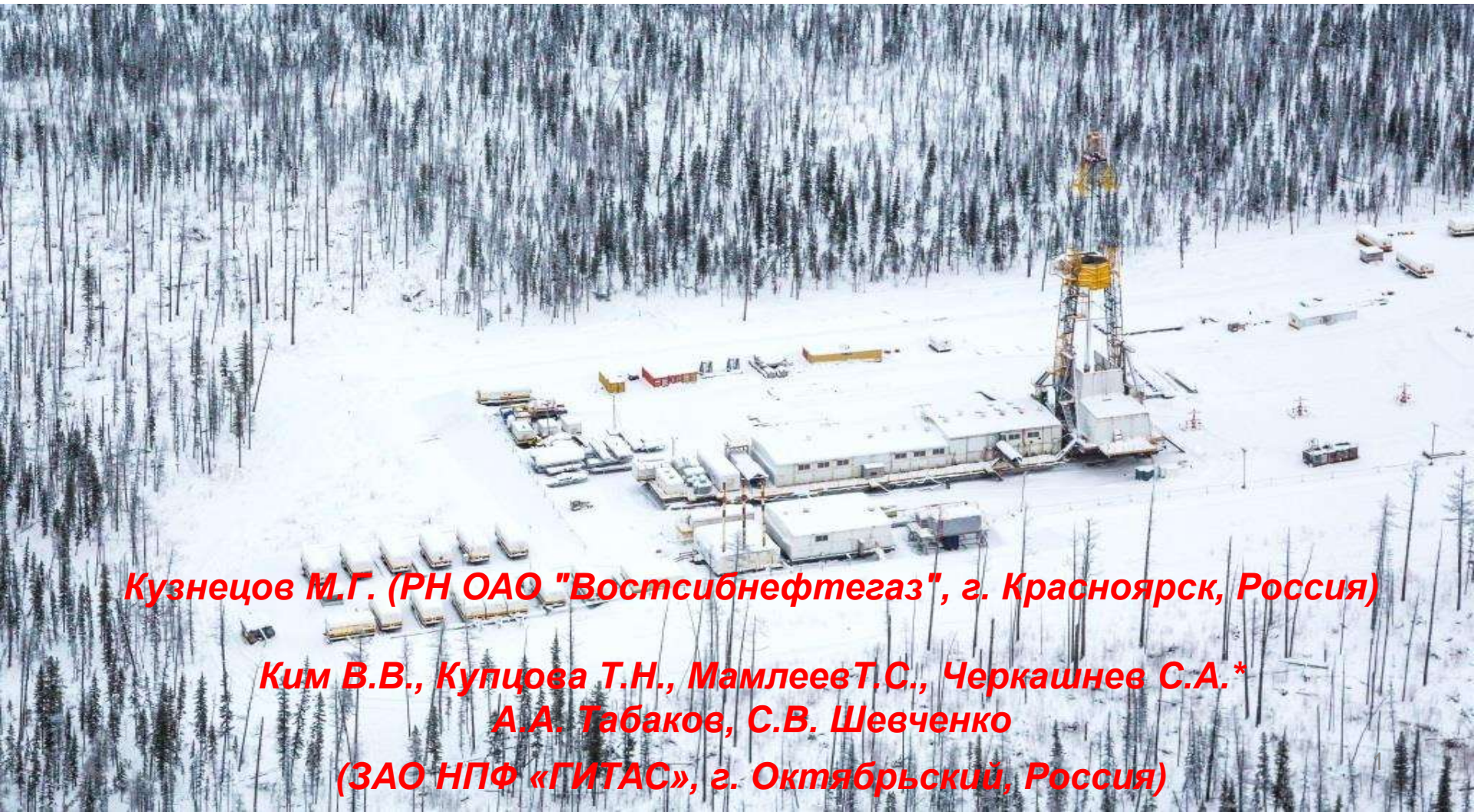


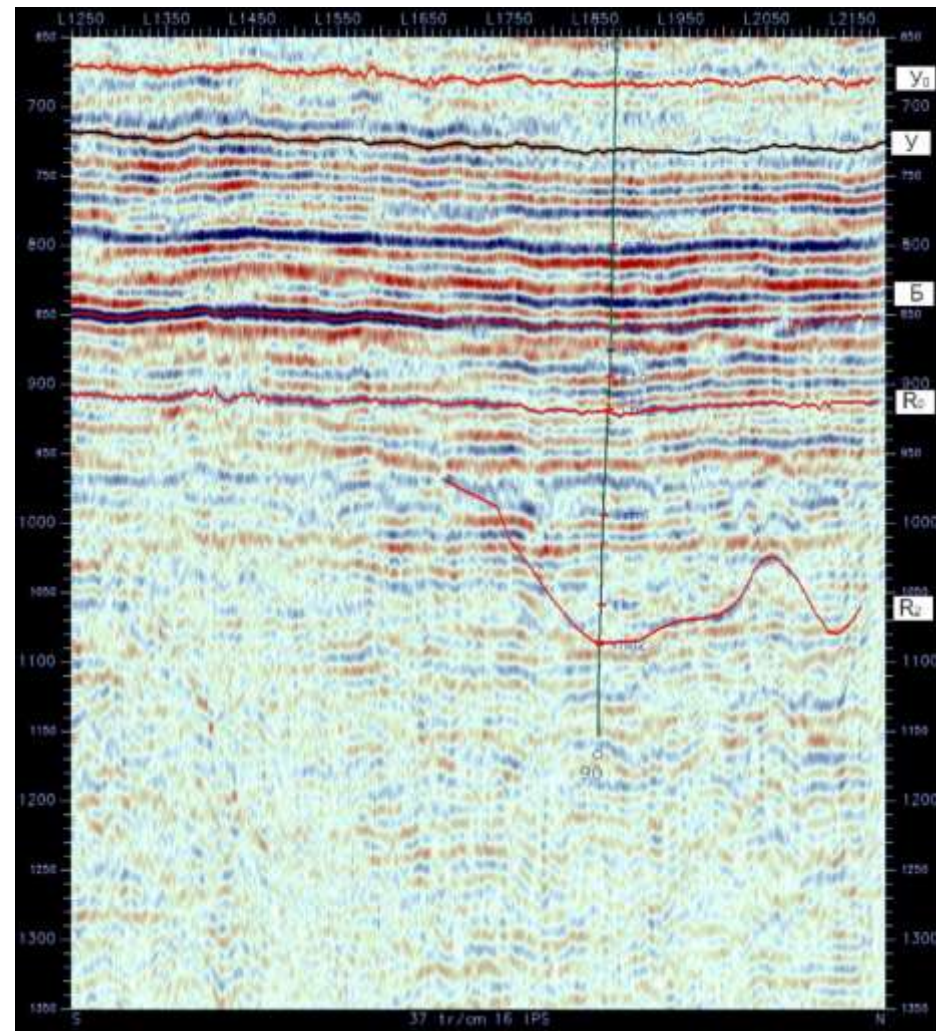
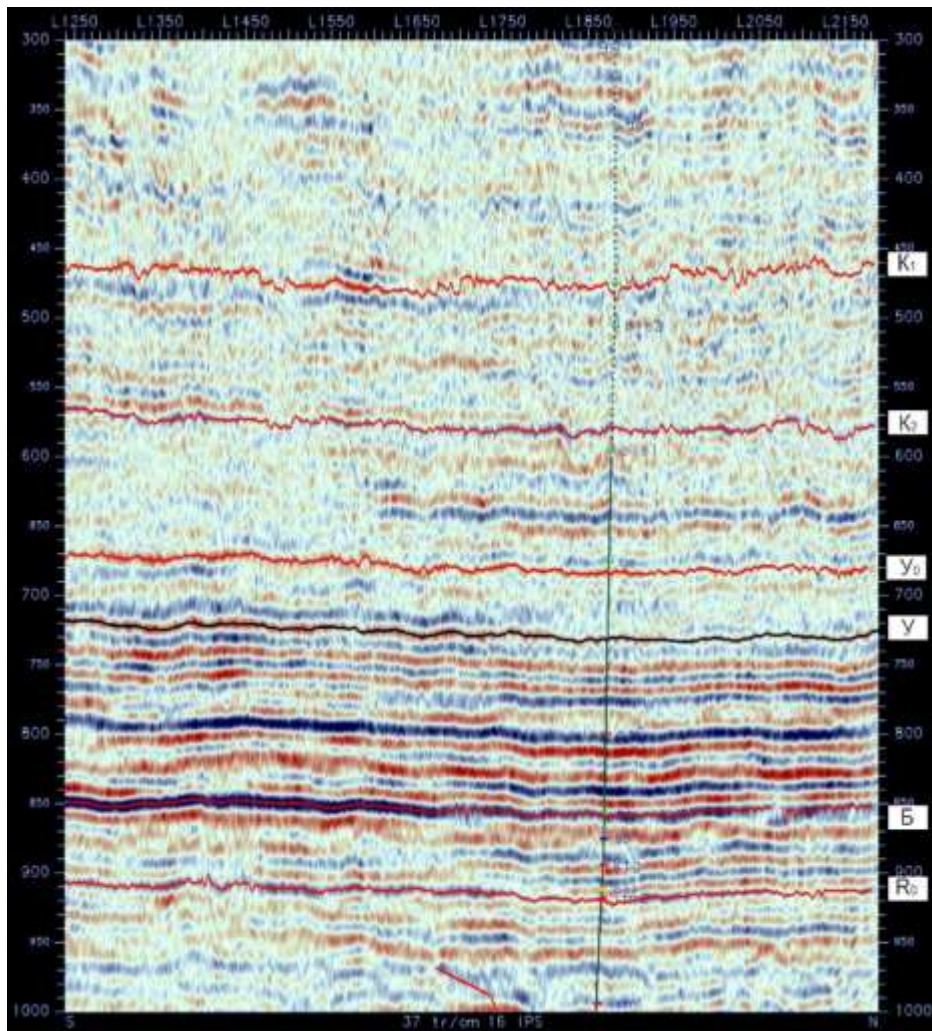
Комплексирование Кросс-Дипольной Акустики, 2Д ВСП МОГ и 3Д Сейсморазведки для Уточнения Геологического Строения Карбонатных Отложений Юрубченского ЛУ Красноярского Края



Кузнецов М.Г. (РН ОАО "Востсибнефтегаз", г. Красноярск, Россия)

**Ким В.В., Купцова Т.Н., Мамлеев Т.С., Черкашнев С.А.*
А.А. Табаков, С.В. Шевченко
(ЗАО НПФ «ГИТАС», г. Октябрьский, Россия)**

Мотивация



3D Временная Миграция

T1005_Y90_КембрийВенд

T1005_Y90_КембрийВендРифей

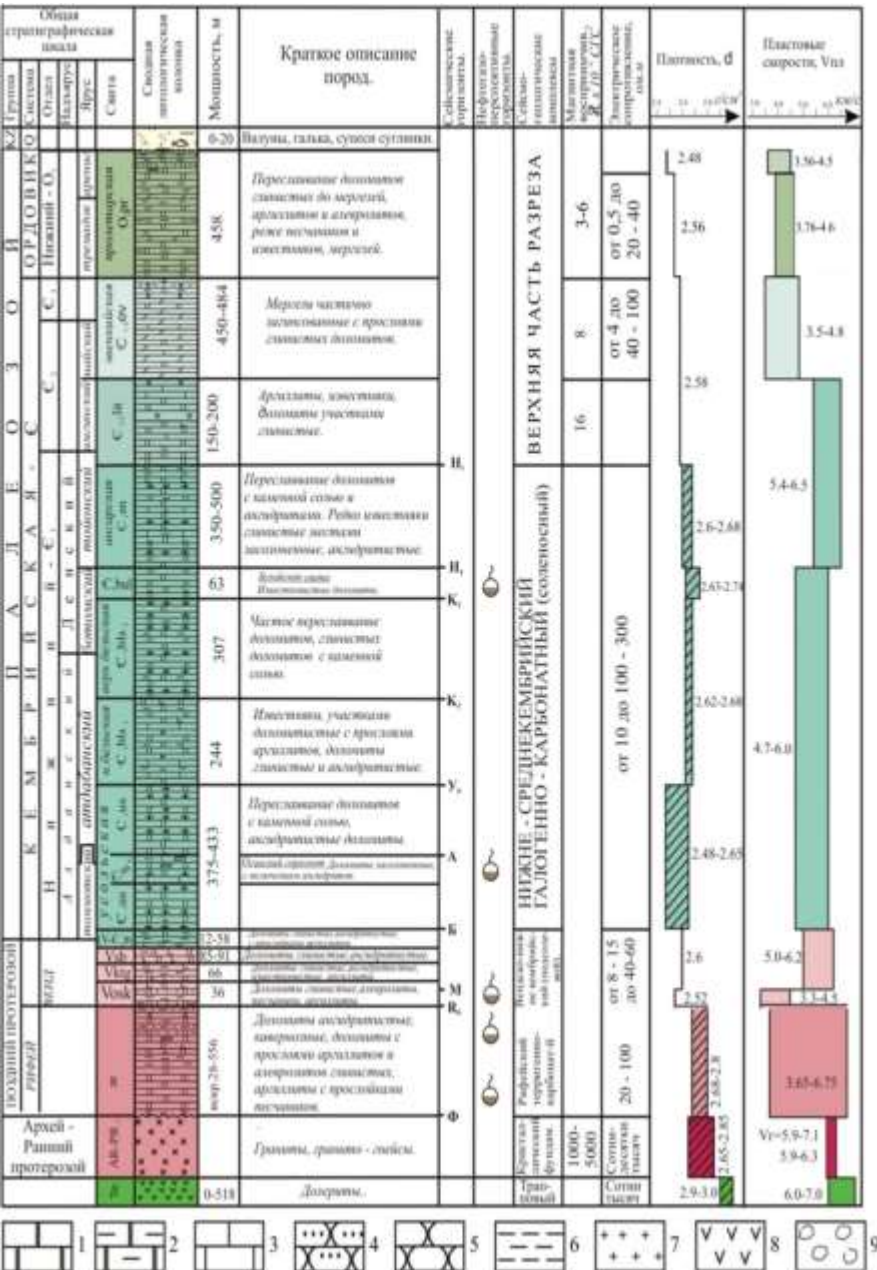
Сложности 2Д-3Д Сейсмики на ЮТ ЛУ

- Зависимость сейсмического сигнала от условий возбуждения (многолетней мерзлоты, болот и озёр, секущих тел долеритов) и появление дополнительных поверхностных и дифрагированных волн-помех
- Учет статических поправок. Альтитуда от 185 до 400 м и изменение скоростей в ВЧР со статикой до 200 мсек
- Кратные волны-помехи из-за переслаивания карбонатных и терригенных пород в рифейском, подсолевом вендском комплексе и подсолевом докембрийском интервале (доломиты, известняки, доломито-ангидриты, мергели, каменная соль)
- Сложная трещиноватость и разломная тектоника вызывают слабую интенсивность и фрагментарность сейсмических отражений
- Слабая изученность сейсмической анизотропии и затухания амплитуд вызванные трещиноватостью, переслаиванием акустически контрастных слоев, проницаемостью среды и резкой латеральной литолого-фациальной неоднородностью залегающих пород

Цели Проекта ВСП и X-Дипольной Акустики

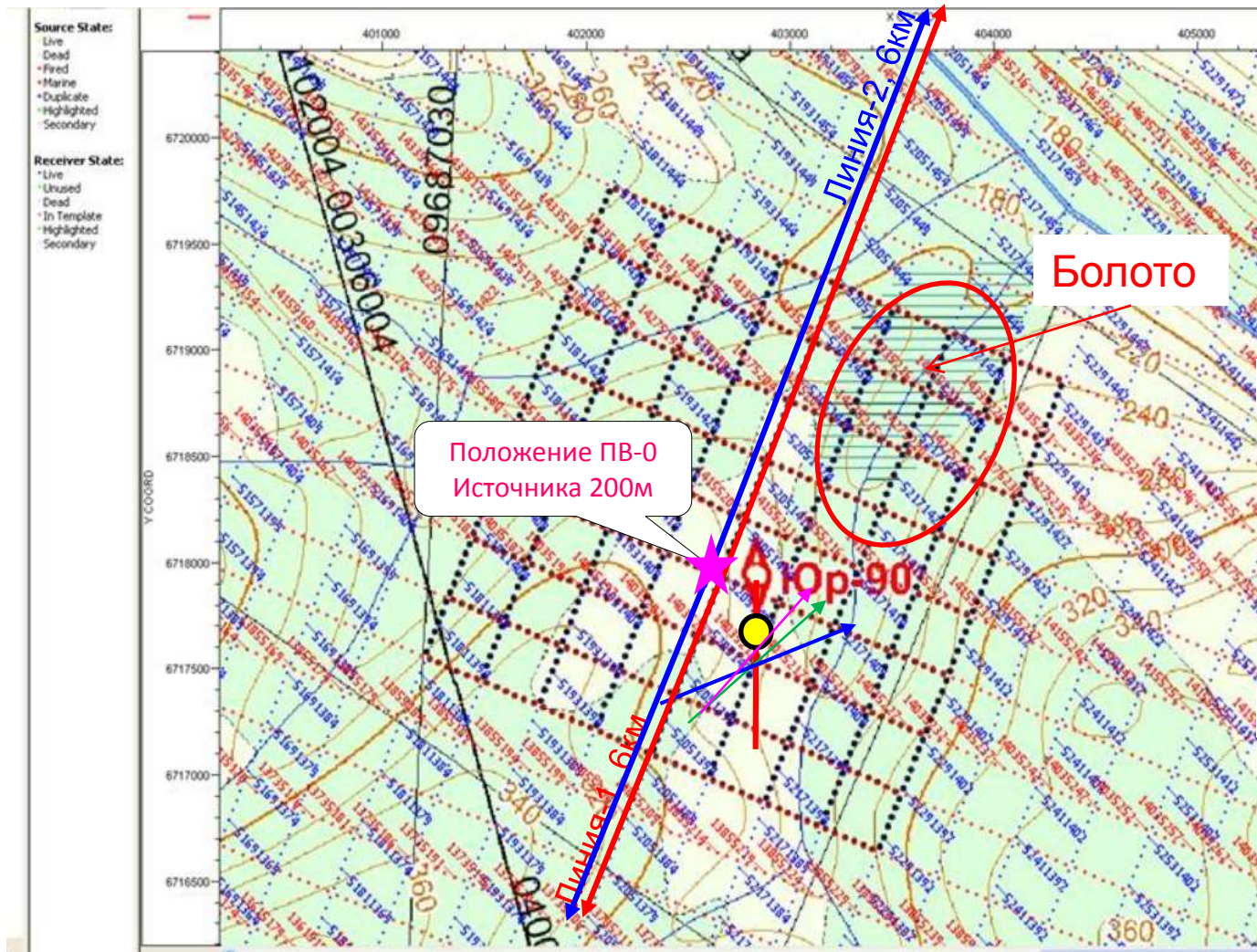
- Взаимная увязка данных наземной сейсмики 3Д, каротажа и ВСП
- Уточнение скоростной модели среды
- Изучение VTI анизотропии
- Расчет затухания
- Анализ кратных волн
- Расчет азимутальной анизотропии, стресса, проницаемости, трещиноватой пористости по данным X-Дипольной Акустики
- Детальное изучение структуры и особенностей строения геологического разреза в области исследований (Рифей и Венд)
- Выявление зон разуплотнения, трещиноватости, разрывных нарушений, разломов
- Обоснования для переобработки 3Д

Юрубчено-Тахомское Месторождение

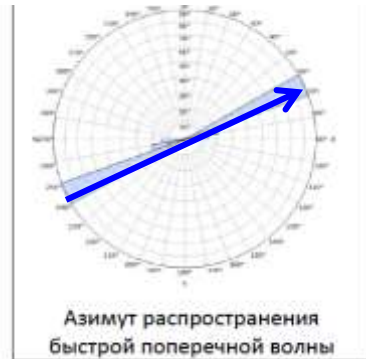


- Ю-Т месторождение (7500 km²) находится в 800 км севернее г. Красноярск.
- Открыто в 1982 году. Освоение началось в 2009 году
- Нефтегазоносность связана с карбонатными и терригенными песчаниками вендского и рифейского возрастов
- Извлекаемые запасы ЮТ м-ния составляют по категории С1 – 64,5 млн тонн нефти, С2 – 172,9 млн тонн, газа (С1+С2) – 387,3 млрд кубометров.
- Залежи на глубине около 2,0-2,5 км и отличаются существенной неравномерностью продуктивности (приточности), особенно резко проявившейся в северной и южной залежах месторождения (нефть 0-177 м³/сут), что в совокупности с большой (до 172 м) толщиной. В южной залежи толщина нефтенасыщенного интервала не превышает 70 м.
- Добыча в 2014 г составляла около 50 тысяч т нефти
- По литологическому составу и физическим свойствам выделяется пять сейсмо-геологических комплексов: кристаллический фундамент, рифейский (нефтегазоносный), подсолевой вендско-нижнекембрийский (нефте и газоконденсатный), ниже-среднекембрийский (соленосный) и надсолевой (верхняя часть разреза)

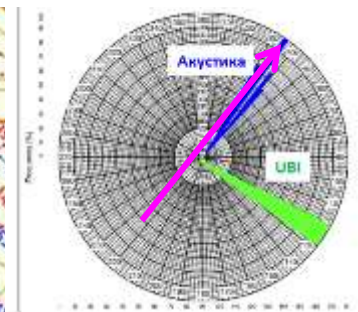
Схема расположения ВСП МОГ



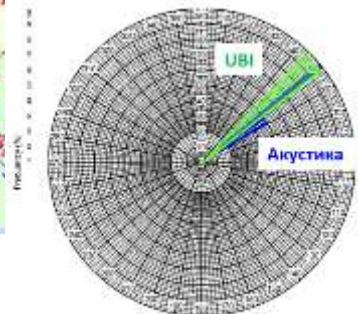
Скв. 1 Направление Трещин



Скв. 2 Направление Трещин



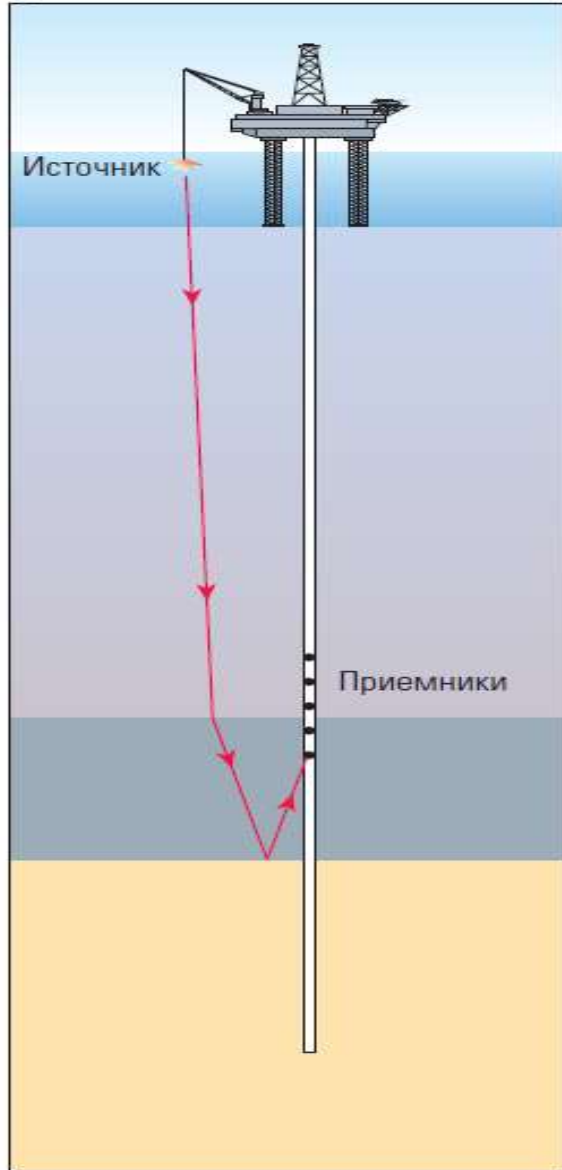
Скв. 3 Направление Трещин



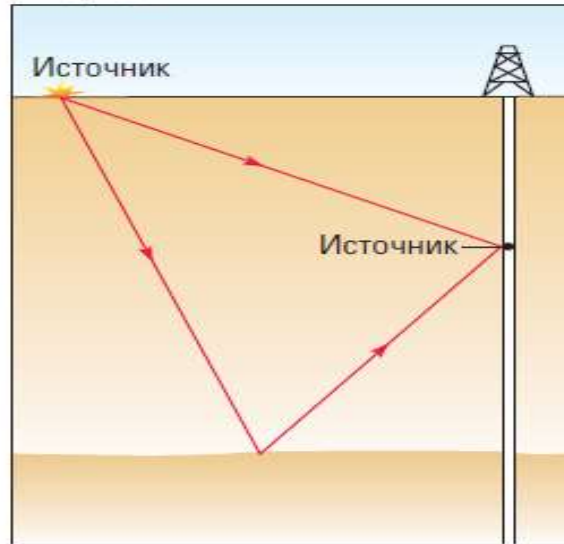
- ← Скв. 1 Направление Трещин
- ← Скв. 2 Направление Трещин
- ← Скв. 3 Направление Трещин
- Траектория Скв. 90
- ★ ВСП ПВ-0 (200м)
- ← ВСП МОГ СТОП-1
- ← ВСП МОГ СТОП-2

Методика Работ ВСП

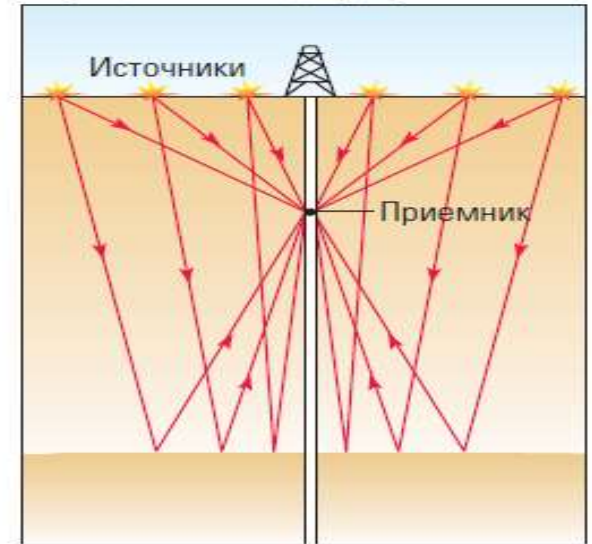
Продольное ВСП



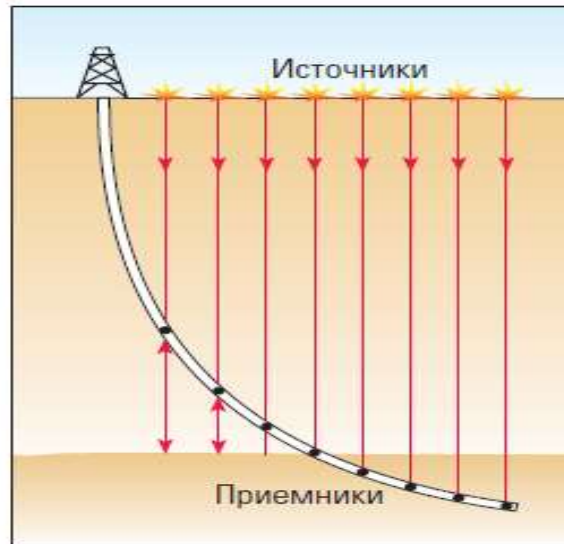
Непродольное ВСП



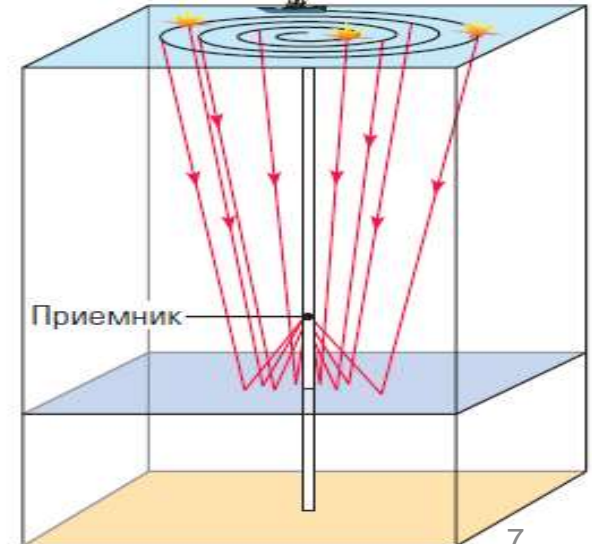
**Уровневое ВСП или метод
обращенного годографа**



ВСП в наклонной скважине



3D ВСП



Время Полевых Работ ВСП

- Мобилизация: 5 дней
- Геодезические Работы : 7 дней
- Буровзрывные Работы: 21 дня
- Регистрация ВСП-ПВО: 13 часов
- Регистрация ВСП-МОГ1: 4 часа 40 мин
- Регистрация ВСП-МОГ2: 5 часов 20 мин
- Демобилизация: 4 дня

Объёмы и Оценка Качества Данных ВСП

Вид работ	Ф.н. по проекту	Пропущено ф.н.	Выполнено ф.н.	Оценка качества ф.н.			Коэф-нт Качества
				хор.	удов.	брак	
ВСП-ПВ0	40	0	40	37	3	0	0,993
ВСП-МОГ-1	242	0	242	223	18	1*	0,988
ВСП-МОГ-2							

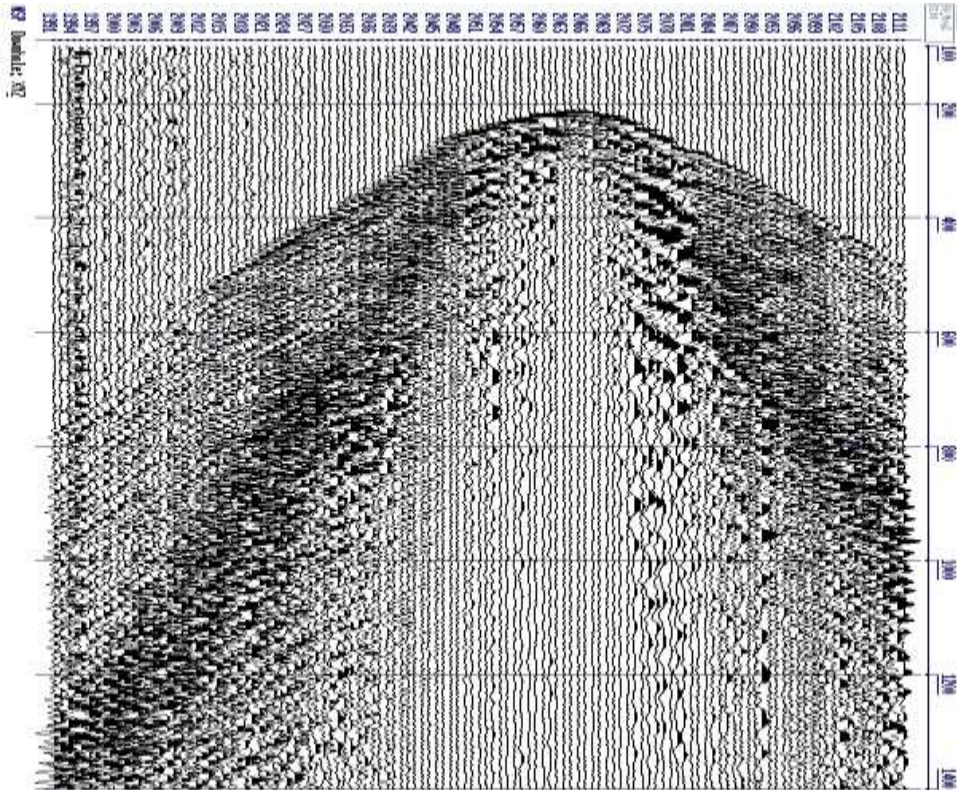
* - условно отбраковано по критерию соотношения сигнал/шум на этапе приема данных (на конце профиля МОГ2, ПВ №1994). В обработке использовано.

Преимущества Метода МОГ ВСП

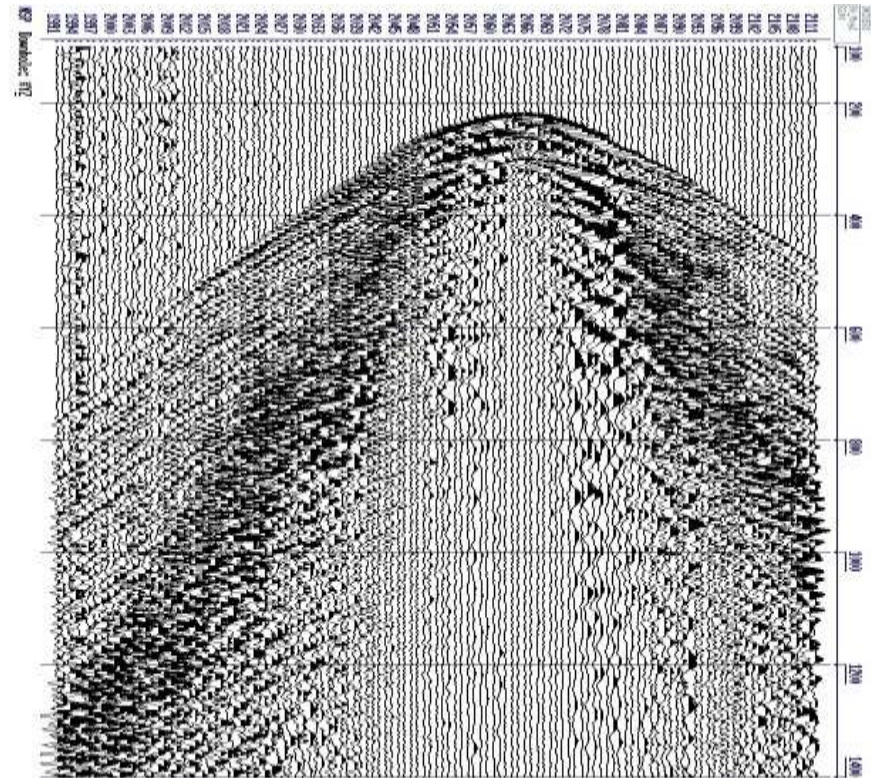
- Более высокое соотношение сигнал-шум и кратность (из-за увеличения количества приборов) по сравнению с данными НВСП
- Расчет параметров анизотропии, поглощения Q_p , Q_s и построение калиброванных скоростных моделей для моделирования и обработки поверхностной сейсмики
- Калибровка P_p и P_s отражений по методике AVO МОГ ВСП
- Равномерное освещение целевых горизонтов по полям отраженных P и P_s волн
- Отсутствие зоны тени
- Нет влияния за кривизну скважины
- Надежная калибровка геологической модели и выделение разломов
- Существенное сокращение времени при проведении полевых работ, простоя скважины в 2 раза и увеличения эффективности работ в 2-3 раза по сравнению с НВСП (ф.н)

МОГ-1 До и После Статики

До Статики

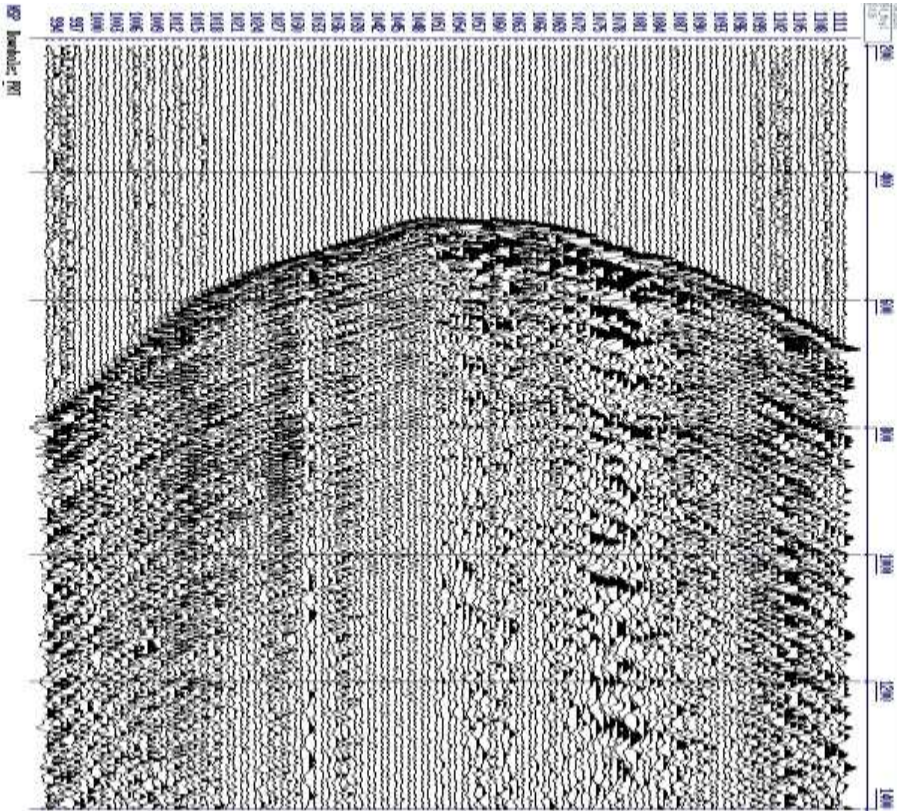


После Статики через модель

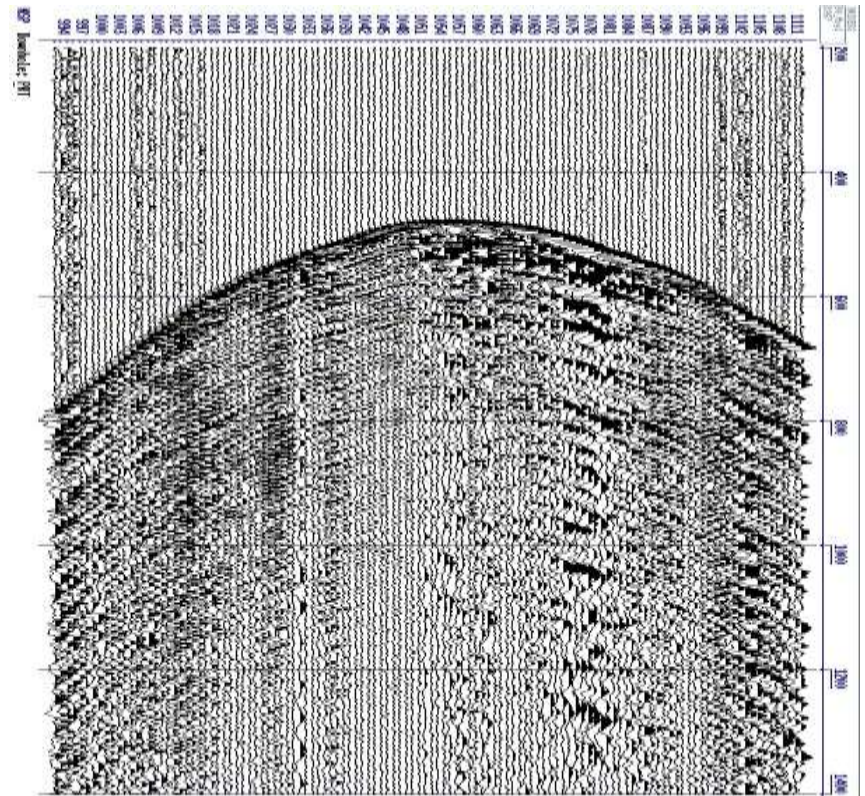


МОГ-2 До и После Статики

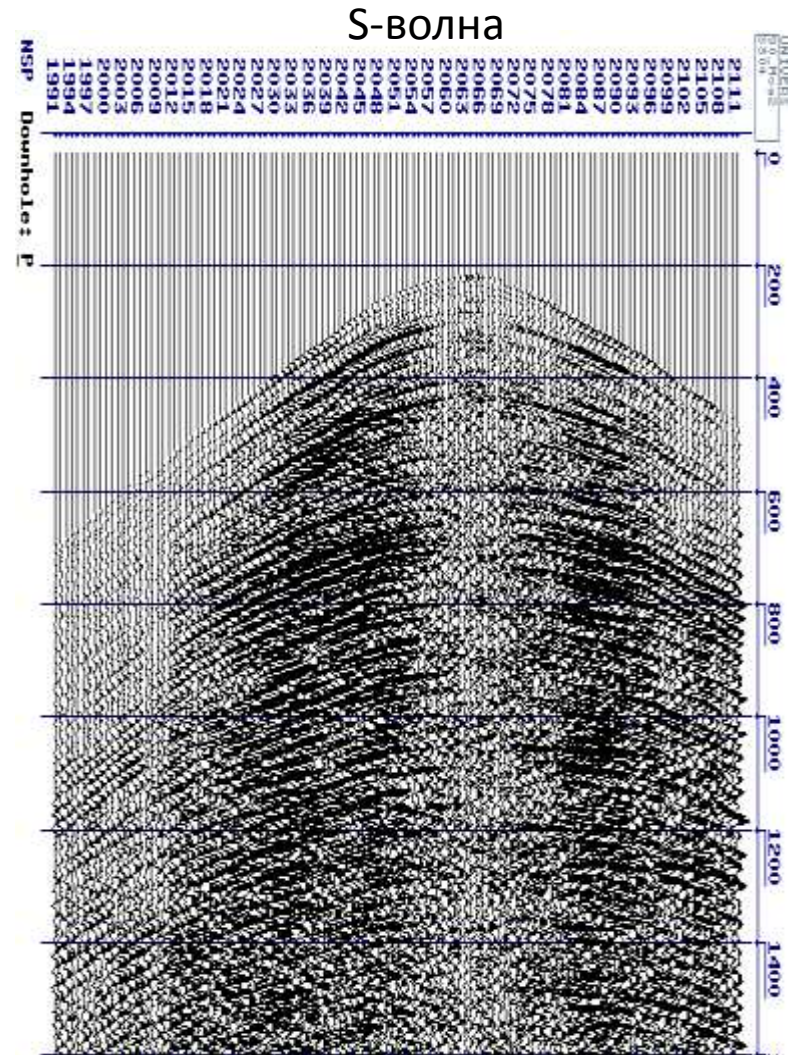
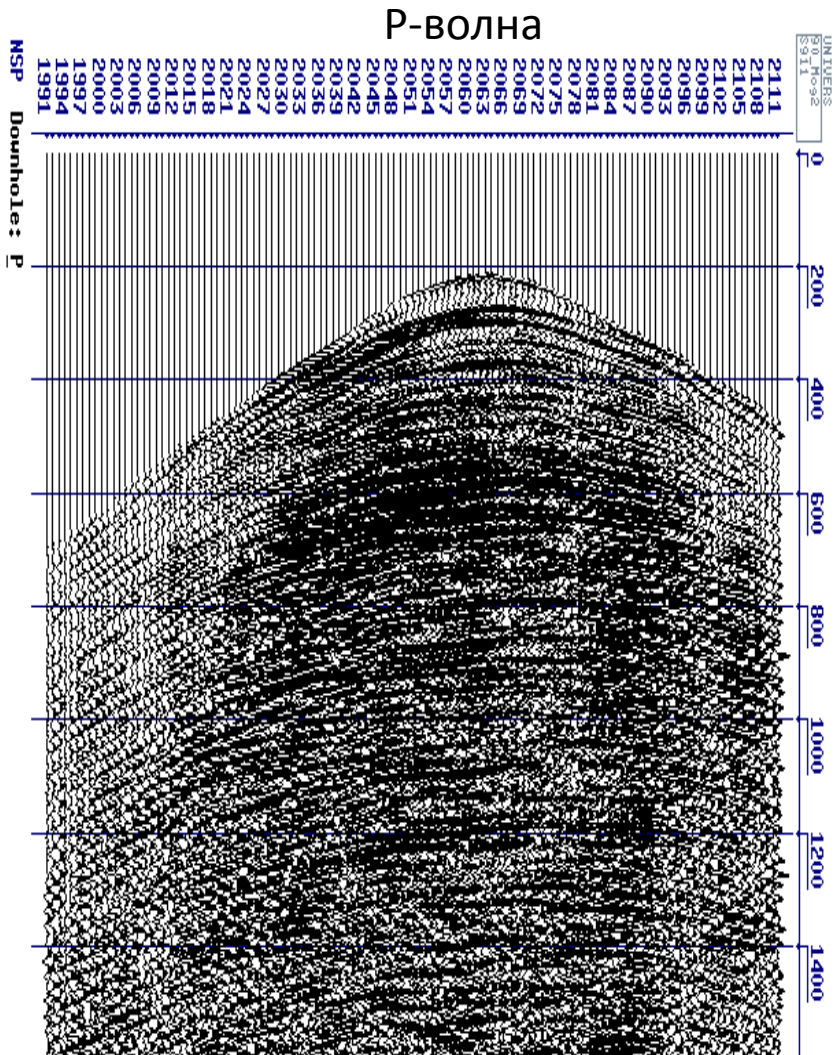
До Статики



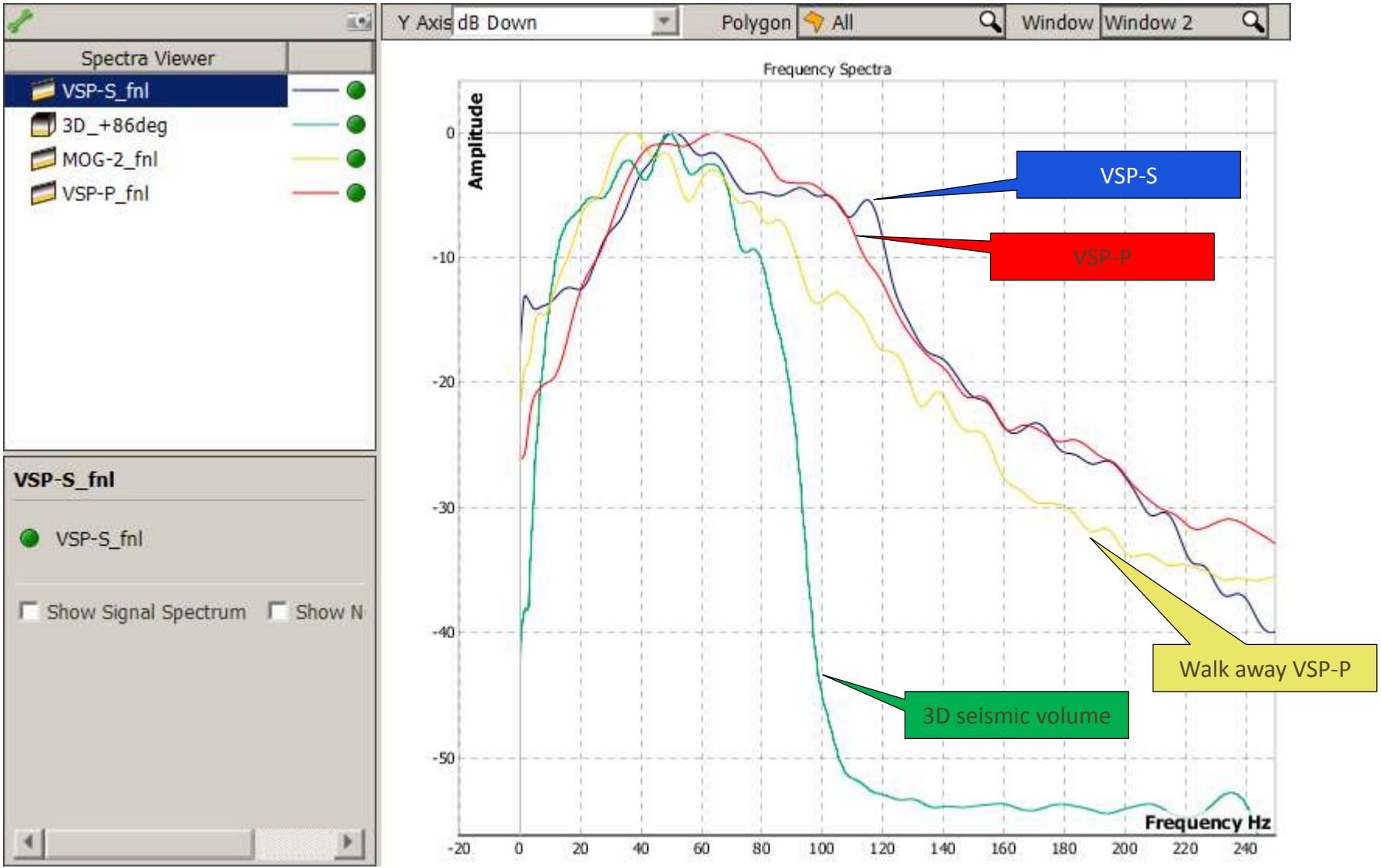
После Статики через модель



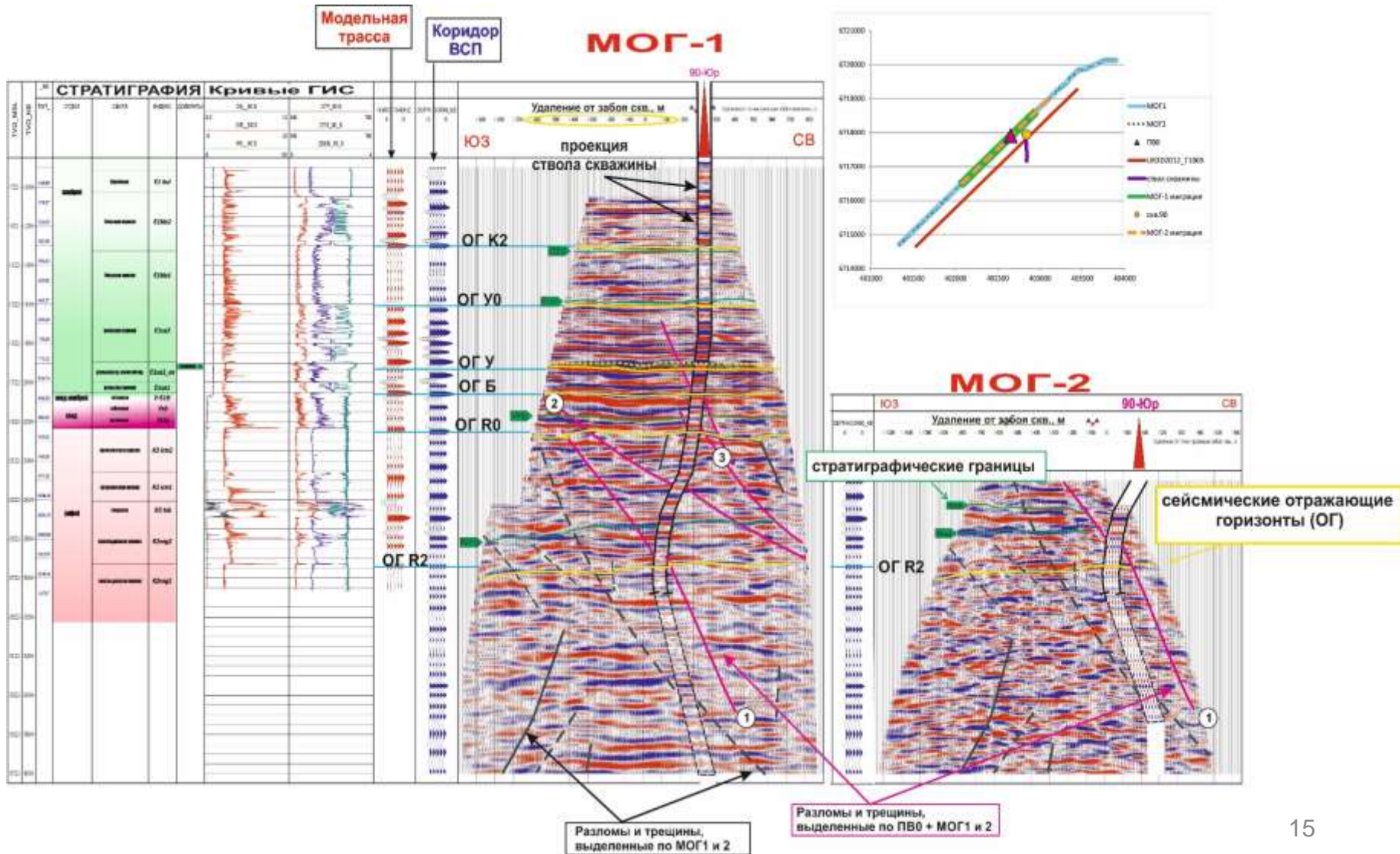
МОГ-2: Следящие P и S Волны



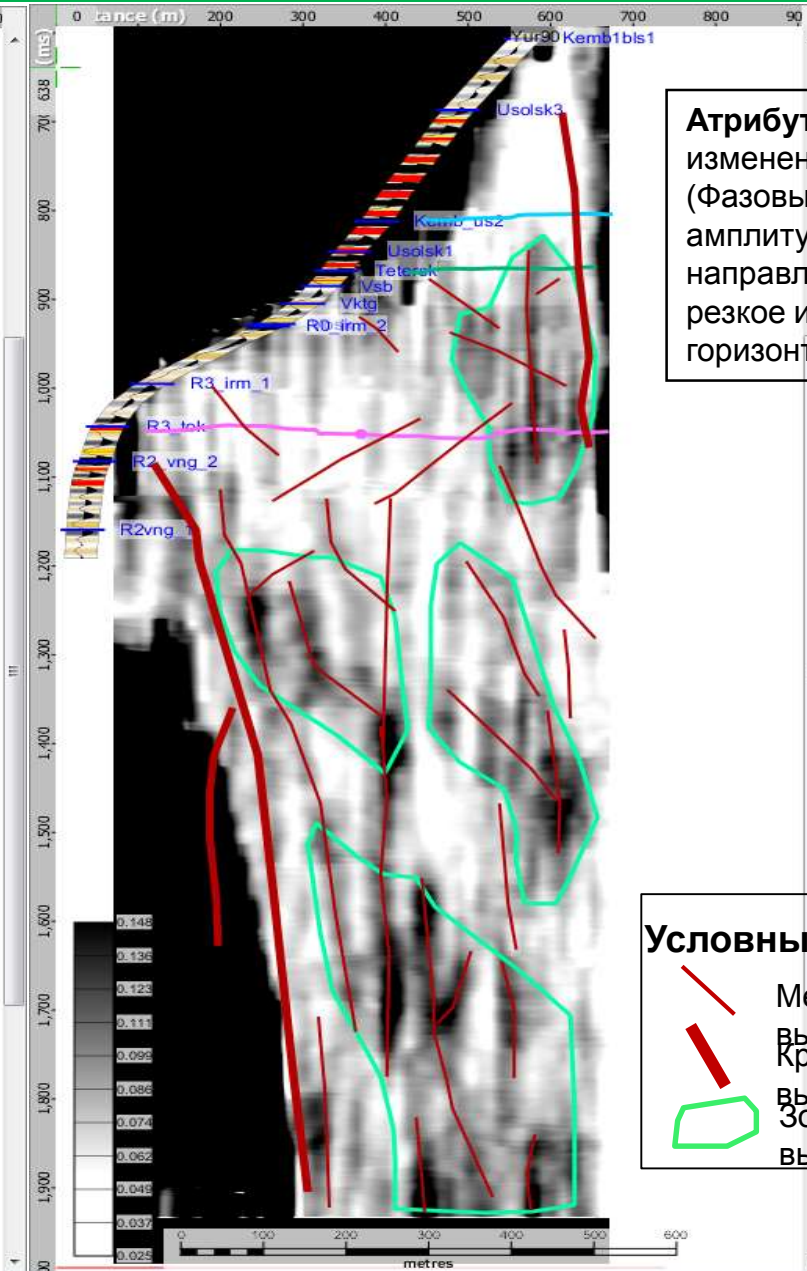
Спектр 3Д Сейсмики и ВСП



Геологическая интерпретация МОГ и ПВ-0 (Глубинный масштаб)







ПВ-0 Р-волна и Интерпретация Атрибута

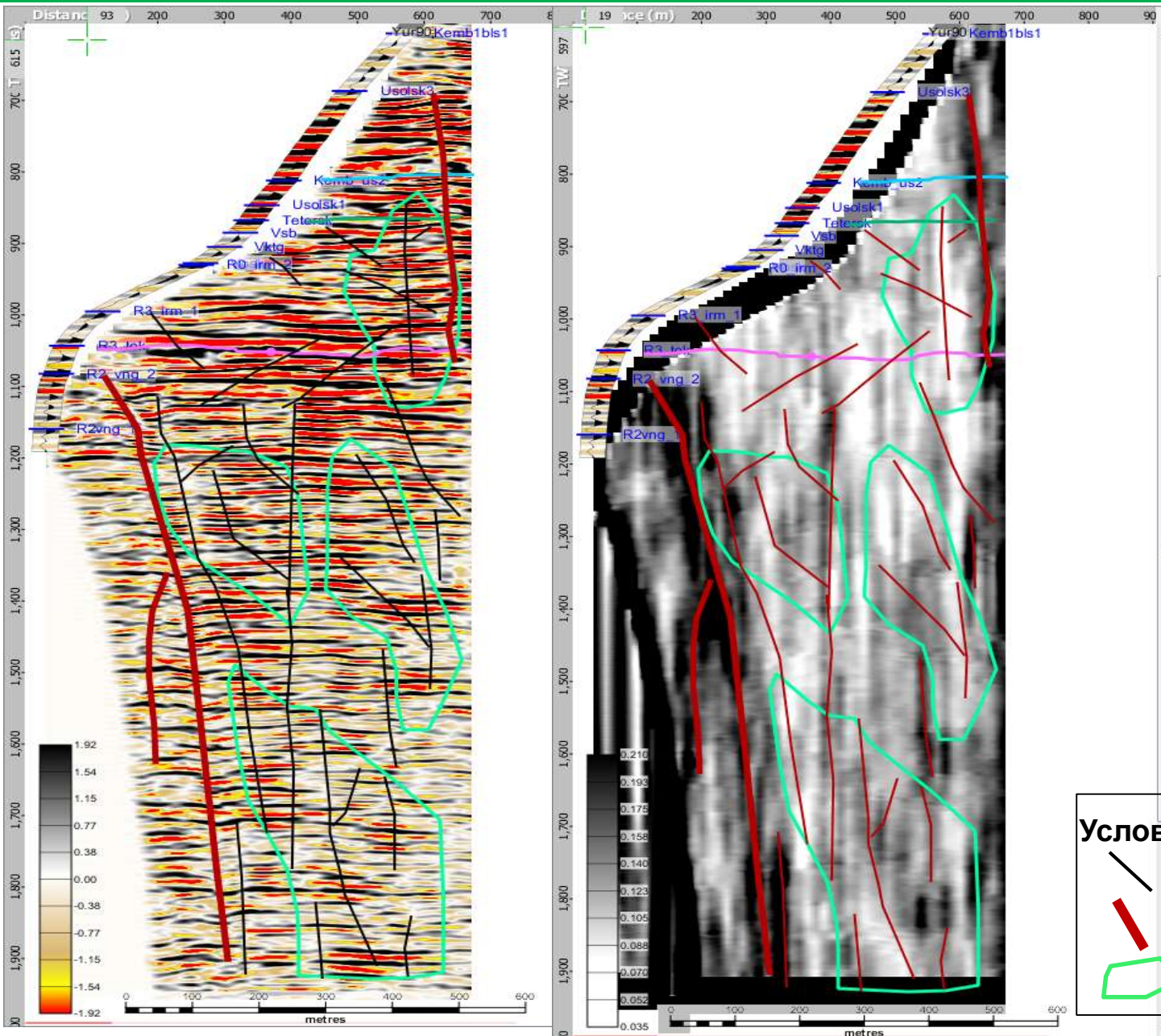


Атрибут *Incoherence* - это изменение сейсмических трасс (Фазовый сдвиг, Изменение амплитуды) в латеральном направлении. Пример: Разломы, резкое изменение литологии в горизонтальном направлении

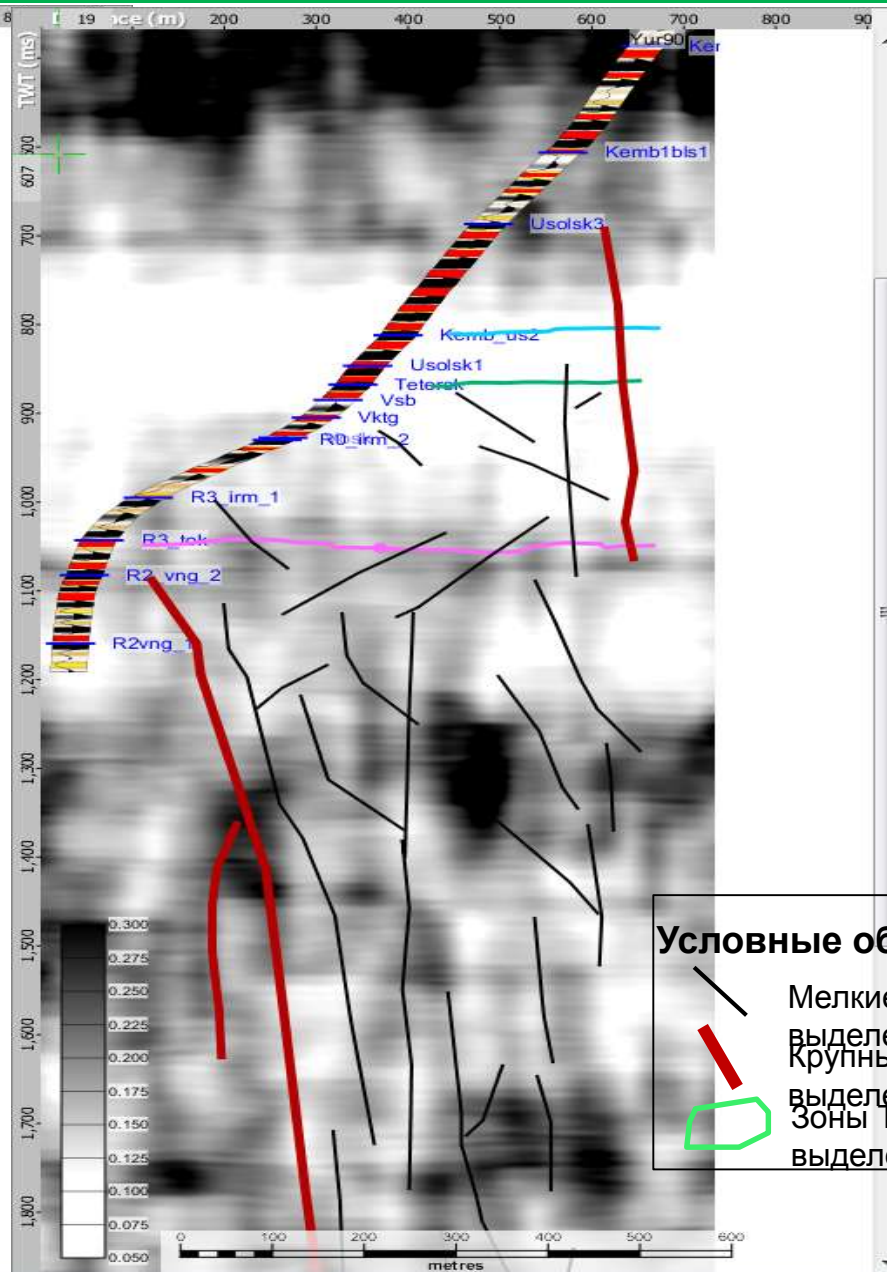
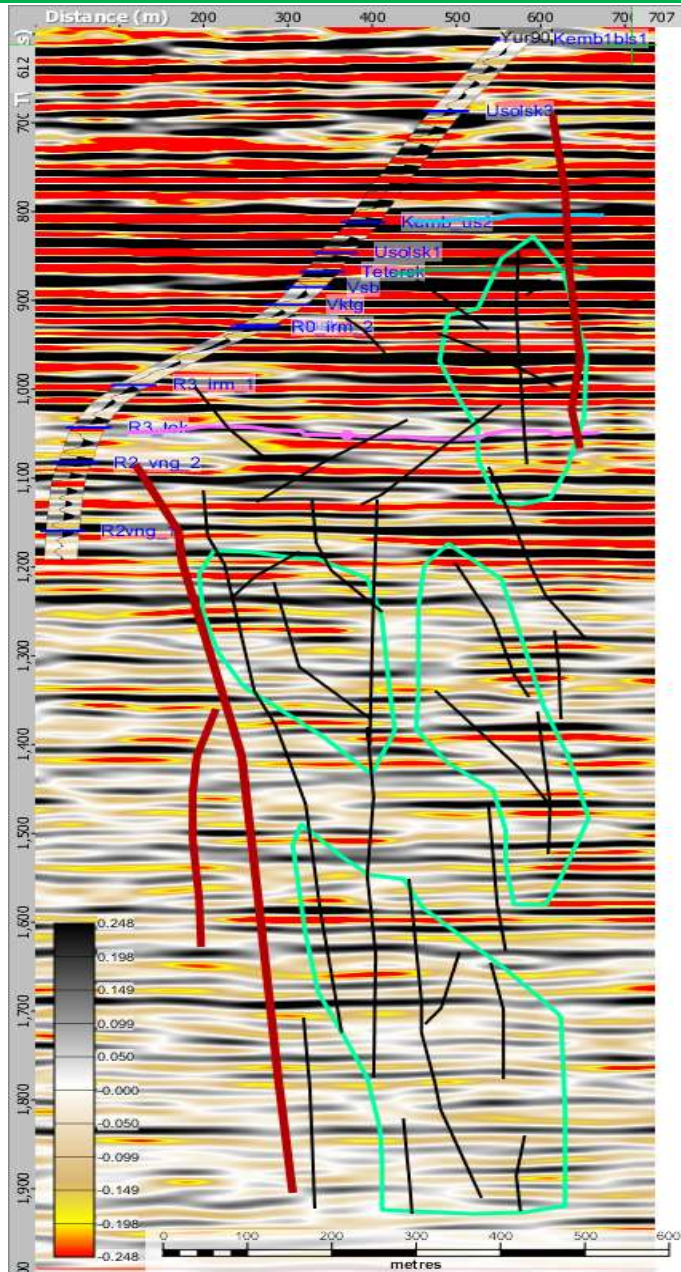
Условные обозначения:

-  Мелкие разломы
-  выделены по ВСП-P/S
Крупные разломы
-  выделены по ВСП-S
Зоны Трещиноватости
-  выделены по ВСП-P

ПВ-0 S-волна и Интерпретация Атрибута



Интерпретация разломов и трещиноватости по ВСП на 3Д

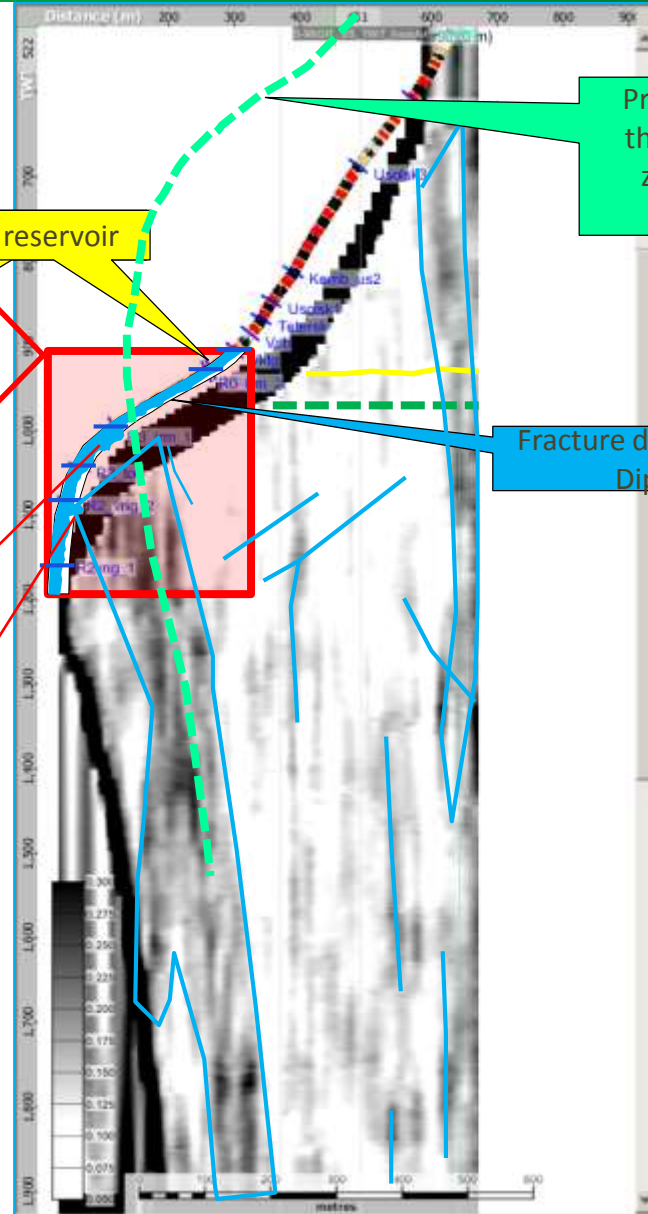
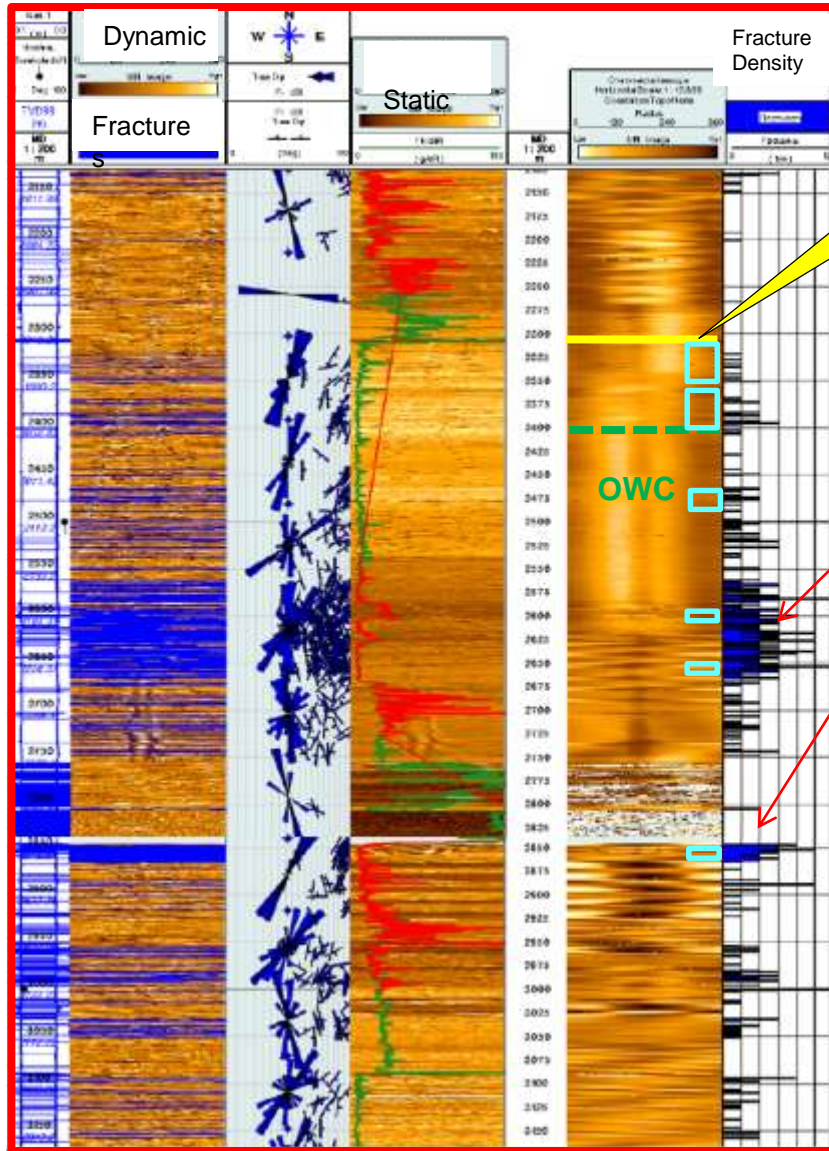


Условные обозначения:

- Мелкие разломы
- выделены по ВСП-P/S
- Крупные разломы
- выделены по ВСП-S
- Зоны трещиноватости
- выделены по ВСП-P

Интерпретация Каротажа и ВСП

Yur-90 UBI fracture interpretation

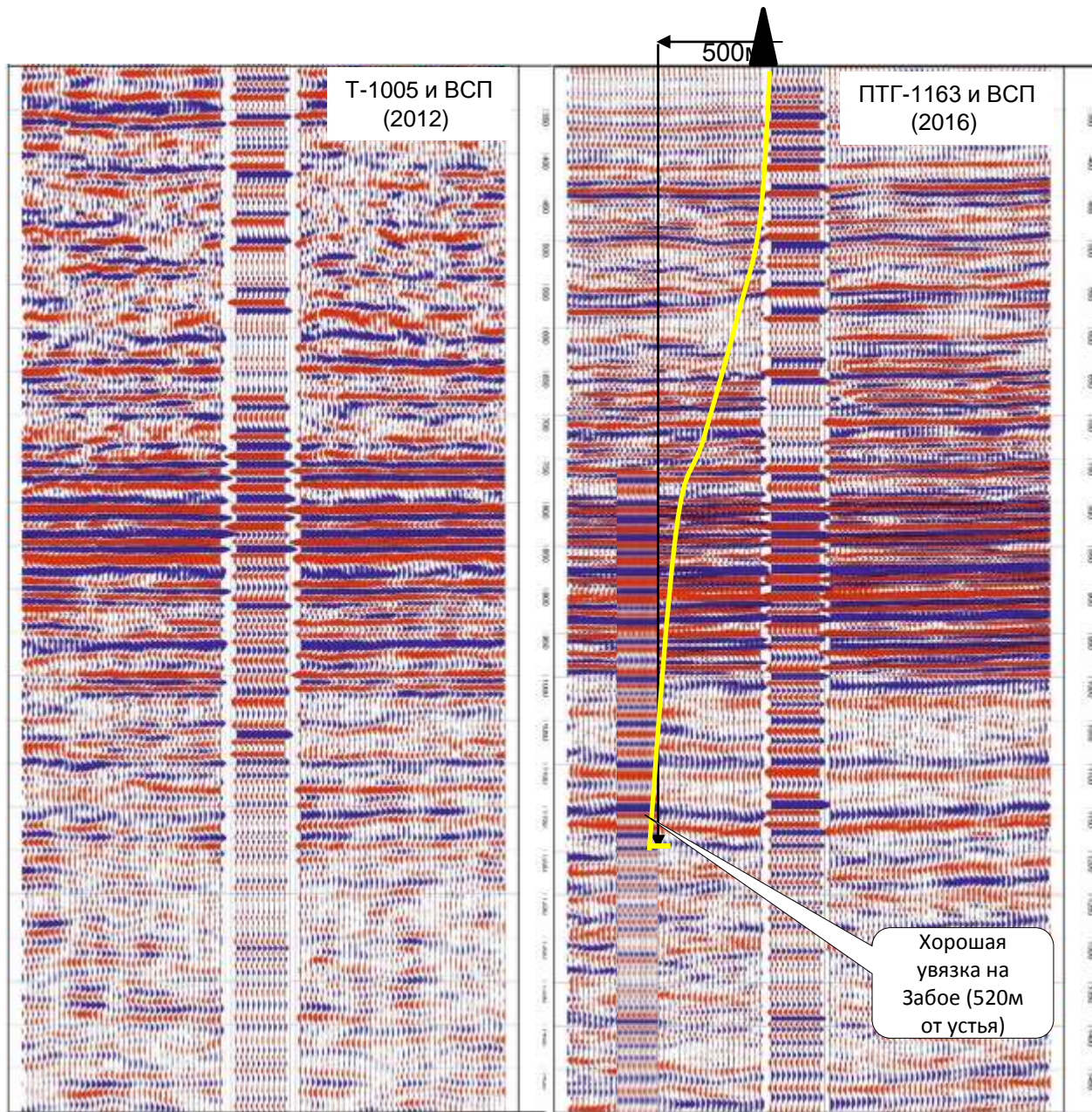


Proposed well side-track that intersects fractured zone at the top of the reservoir

Top reservoir

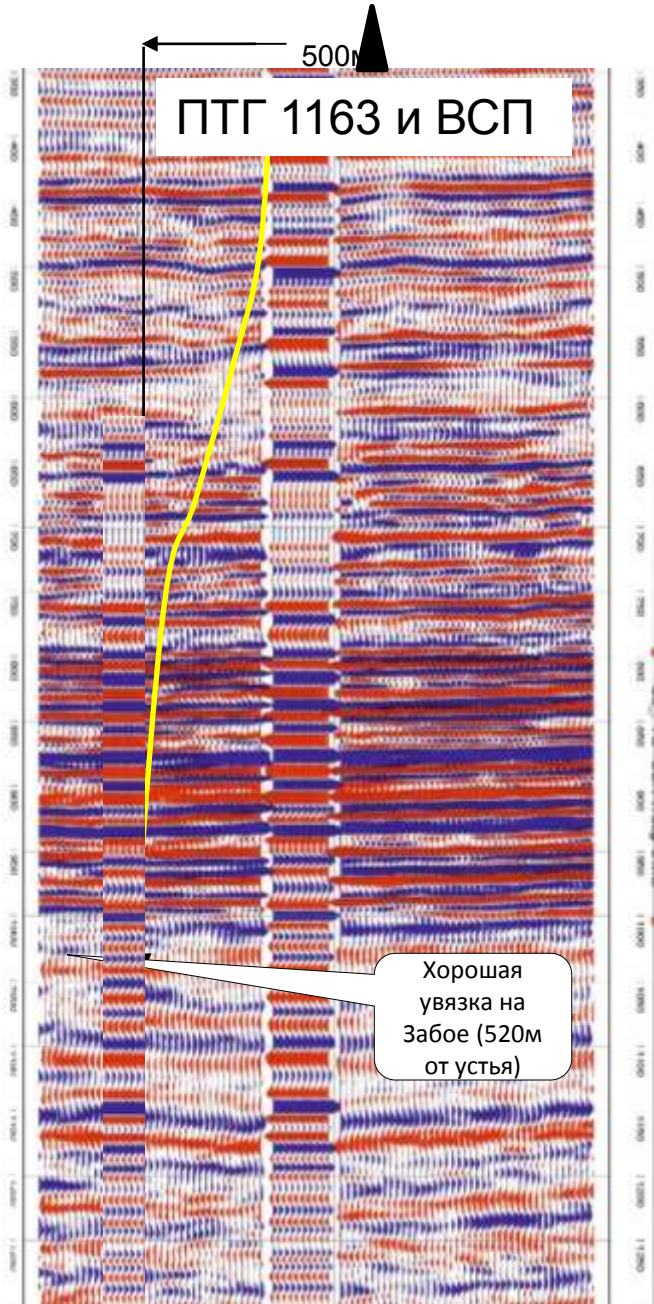
Fracture density from Cross Dipole Sonic

После Коррекции Статики и Фазы



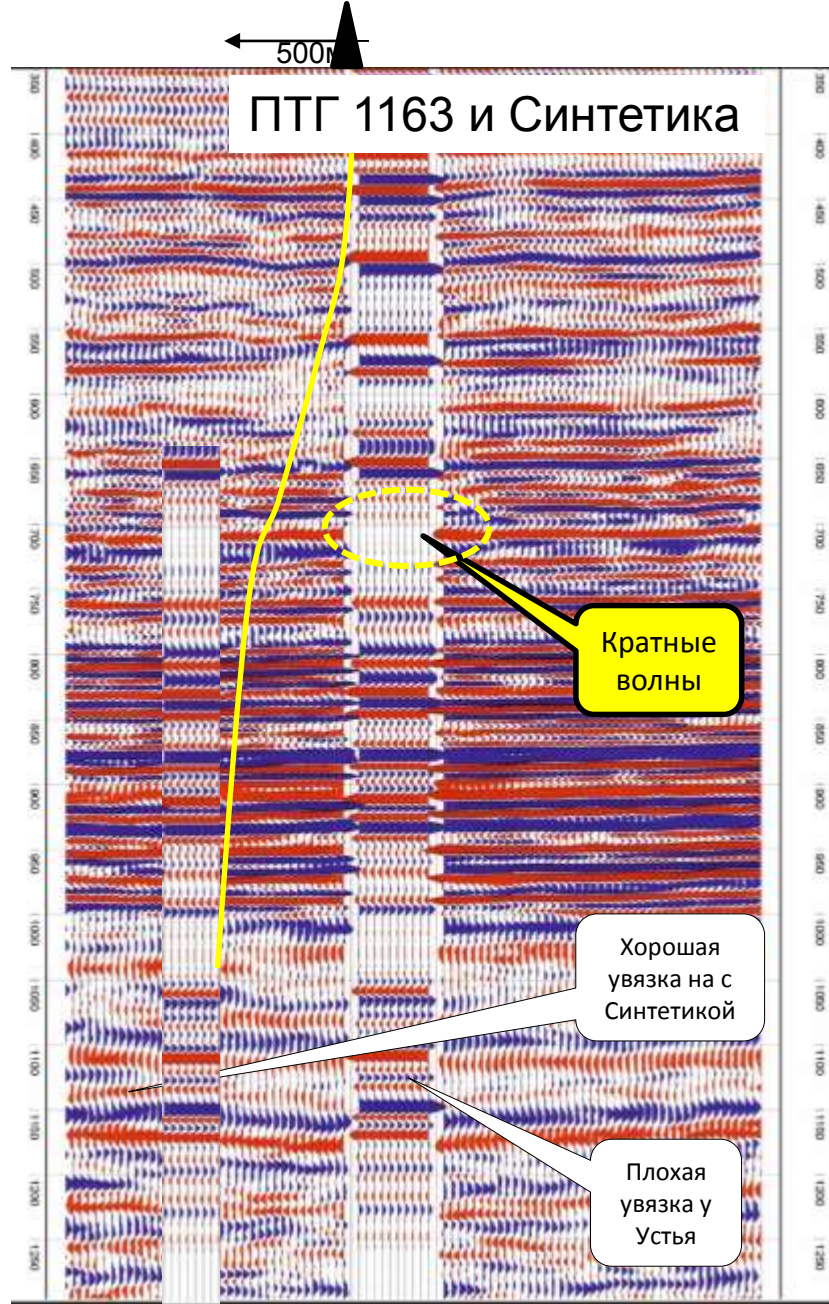
Inline-1163 ПТГ и Коридор ВСП

Inline-1163 ПТГ и Синтетика



ПТГ 1163 и ВСП

Хорошая увязка на Забое (520м от устья)



ПТГ 1163 и Синтетика

Кратные волны

Хорошая увязка на с Синтетикой

Плохая увязка у Устья

Фазовая поправка сейсмики +45 градусов

Статика к коридору ВСП +65 мс

Уникальность проекта

- Впервые был осуществлен проект ВСП МОГ в компании ВСНК Роснефть
- Проектирование и дизайн проекта, полевые работы, обработка и интерпретация ВСП МОГ и Акустики выполнено в полном соответствии с ГТЗ
- 100% объема работ ВСП МОГ было выполнено российскими сервисными компаниями «ГИТАС», «ВостокГФ» и «БВТ»
- Получены достоверные и уникальные геолого-геофизические результаты позволяющие уточнить геологическое строение м-ния в зоне 2км в районе скв.
- Впервые проведен количественный расчет величины трещинной пористости в рамках теории эффективных сред
- Выделены разломы, трещинная пористость, проницаемость и зоны трещиноватости по комплексной интерпретации данных кросс-дипольной акустики и ВСП МОГ
- Предложены рекомендации по переобработке 3Д сейсмике с использованием данных кросс-дипольной акустики и ВСП
- Показана ценность исследований кросс-дипольной аппаратурой для изучения и количественных расчетов величин трещинной пористости для гидродинамического моделирования и подсчета запасов. Необходимо рассмотреть проведение работ в обсаженных скважинах "старого фонда" и переобработки существующих данных кросс-дипольной акустики с выдачей подсчетных параметров трещинной пористости

Результаты Работ ВСП ПВ0 и ВСП-МОГ

- Изучены скоростные и упругие характеристики среды по ПВ-0
- Рассчитаны синтетические трассы по данным акустики и плотности в частотном диапазоне ВСП и ОГТ
- Построена трасса коридорного суммирования ВСП
- Определен временной и фазовый сдвиг между данными 3Д ОГТ и ВСП
- Проведена оценка сейсмической добротности (Q_p factor)
- Проведен анализ кратных волн и кратнообразующих границ по ПВ-0
- Проведена оценка анизотропии по МОГ и Х-акустике
- Осуществлена стратификация сейсмических отражающих горизонтов
- Выполнена увязка данных ГИС, 3Д и мигрированных профилей ПВ-0 и ВСП-МОГ в глубинном и временном масштабах
- Проведена геологическая интерпретация разрезов отработанных по методике ВСП-МОГ
- Выполнена интерпретация атрибута инкогерентности для выделения разломов и зон трещиноватости

Основные выводы

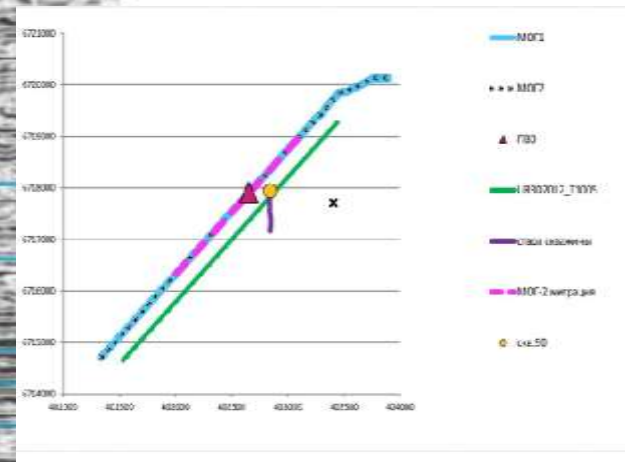
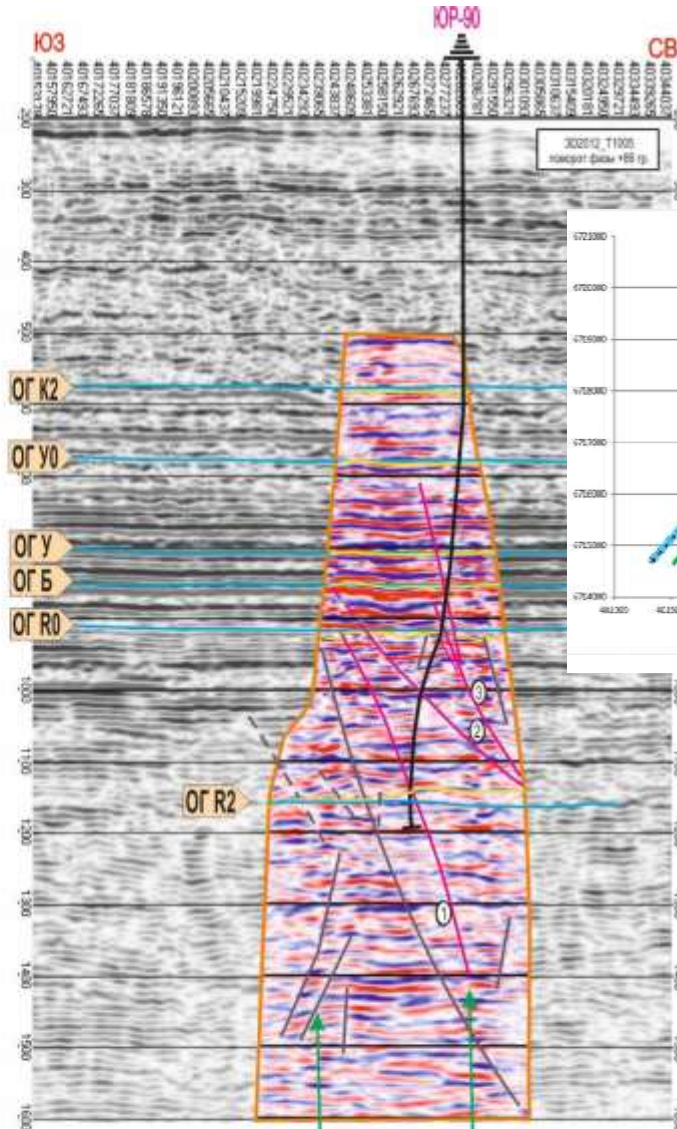
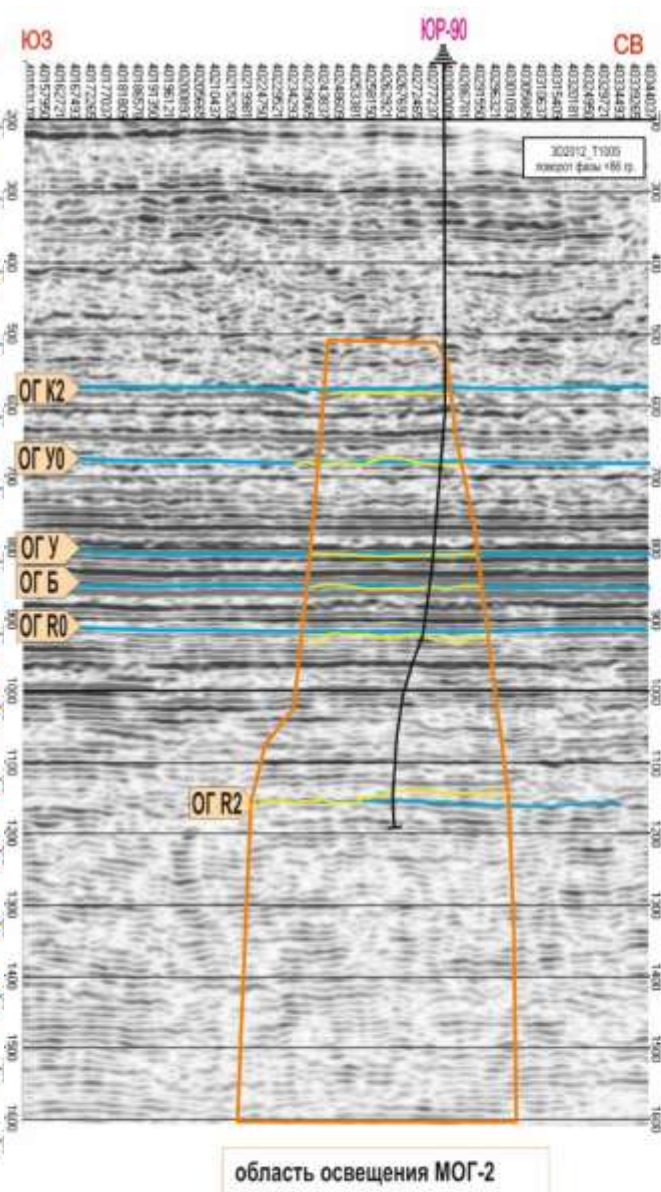
- Высокая степень информативности мигрированных разрезов ВСП (ПВ0) и ВСП-МОГ в комплексе с данными ГИС и ОГТ позволяет четко привязать и трассировать основные ОГ в окрестностях скважины в пределах области освещения полученных мигрированных разрезов.
- В районе скважины выявлено несколько разрывных нарушений в целевом интервале разреза, вертикальная амплитуда которых в большинстве случаев не превышает 10 м.
- Сопоставление результатов X-Акустики и ВСП позволяет повысить достоверность и убедительность выделяемых зон трещиноватости и отдельных разрывных нарушений.
- Совместный анализ разрезов по продольным и поперечным волнам позволяет использовать методику выделения зон разуплотнения – развития тектонической трещиноватости и/или кавернозности в пределах области освещения (ВСП-ПВ0). *Интерпретация мигрированных разрезов только по продольным волнам в силу объективных физических причин не дает возможности выделения подобных областей.*

Благодарность

Авторы выражают благодарность коллективу ОАО «ВСНК» за ценную поддержку и согласие на данную публикацию. Мы хотели бы так же поблагодарить многих своих коллег из БВТ (спуско-подъемные работы), ВостокНГФ (буровзрывные работы), Сергея Добрынина за демонстрационную обработку X-акустики и ЗАО НПФ «ГИТАС» работающих в группах разработки аппаратуры и программного обеспечения для ВСП



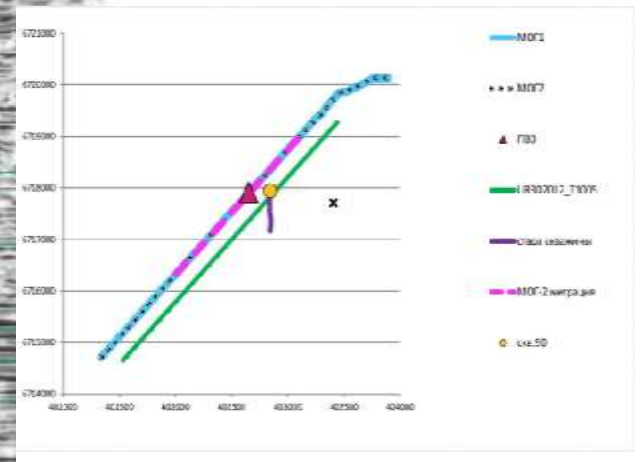
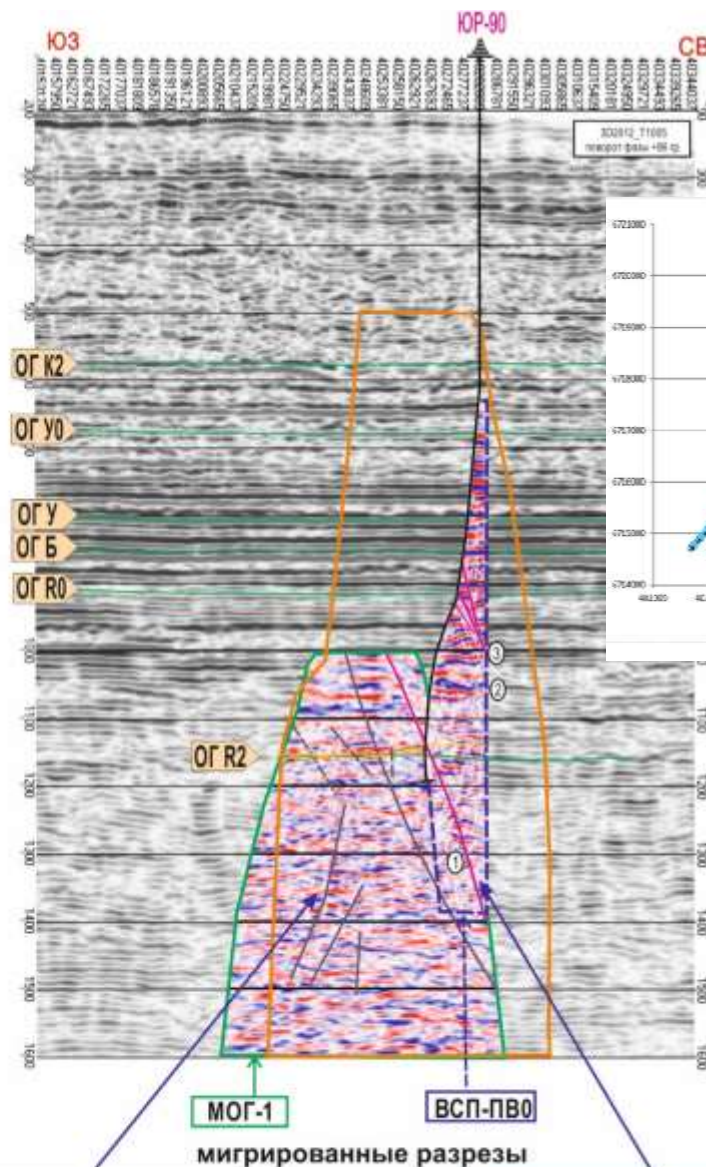
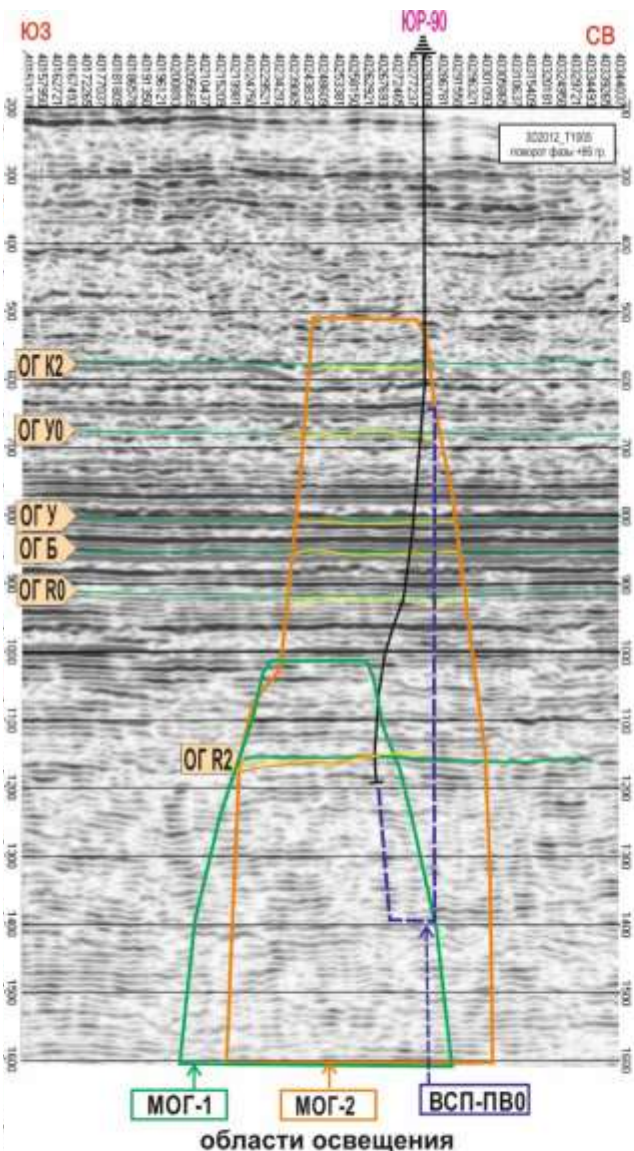
ЗД ОГТ и МОГ-2 Р-волны



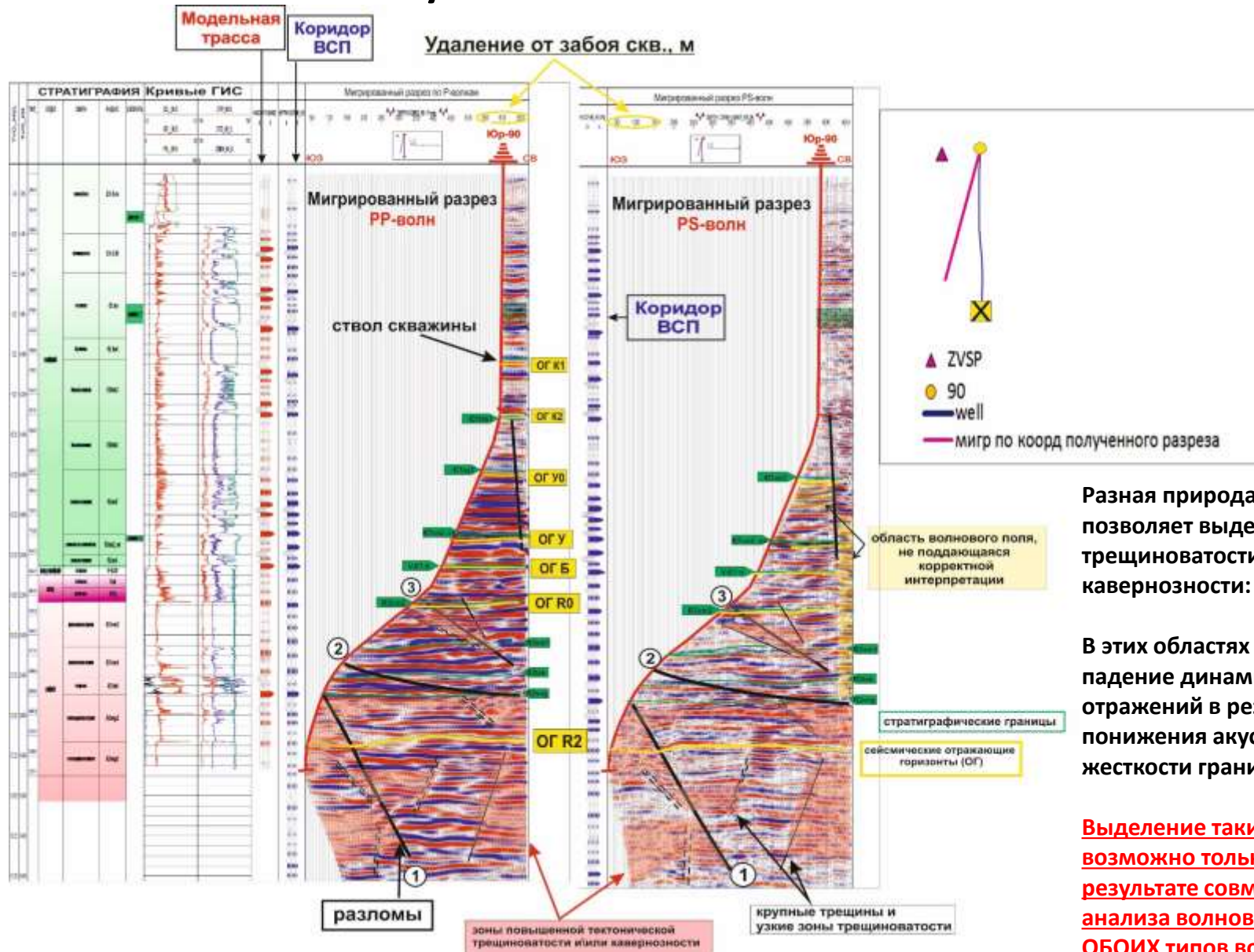
разломы и трещины, выделенные по данным МОГ-2

разломы и трещины, выделенные по данным ГВ0 и МОГ-2

ЗД ОГТ, МОГ-1 и ВСП-ПВО Р-волны



Геологическая интерпретация разрезов ВСП-ПВО. Глубинный масштаб

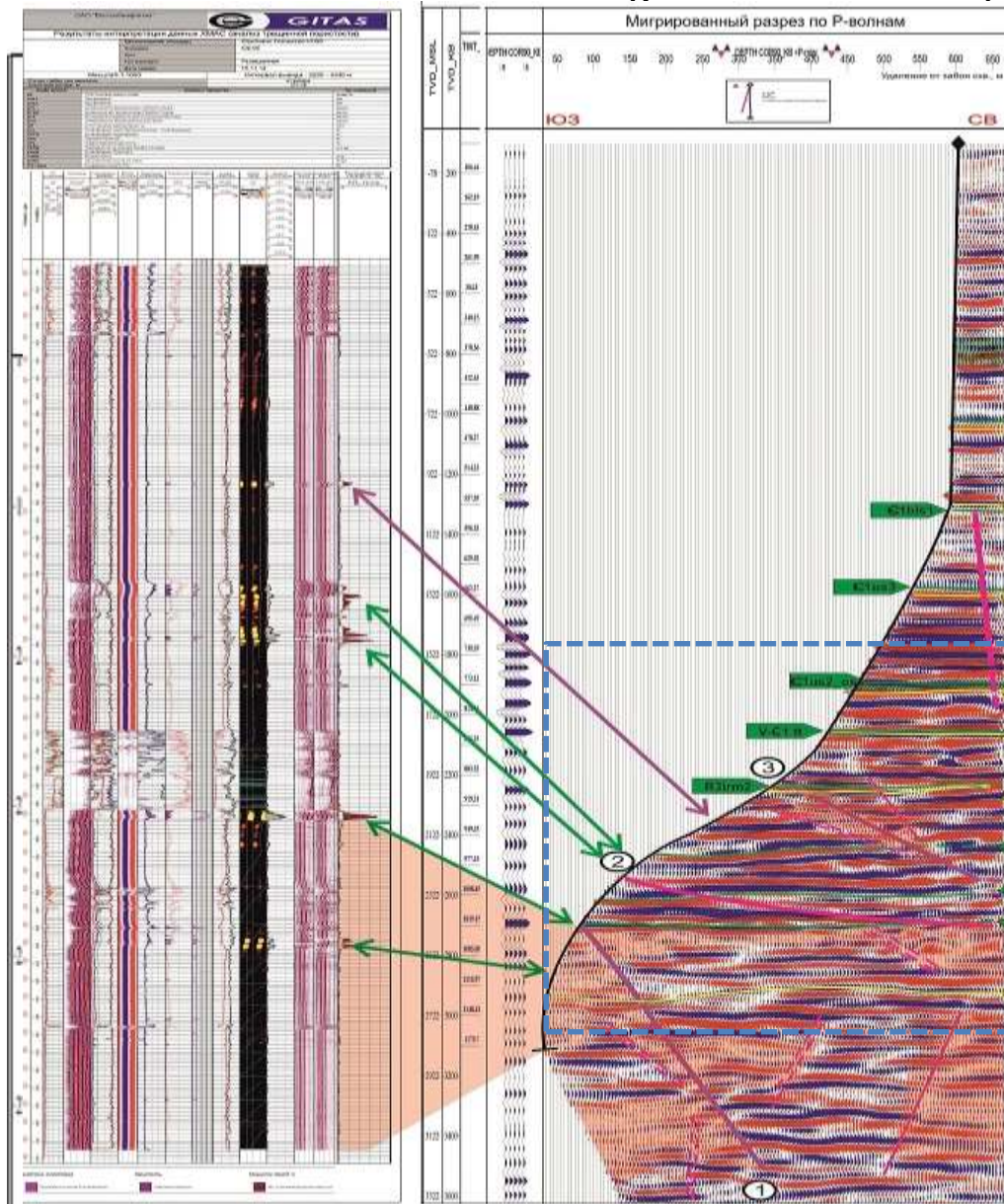


Разная природа отражений позволяет выделить зоны трещиноватости и/или кавернозности:

В этих областях отмечается падение динамики отражений в результате понижения акустической жесткости границ.

Выделение таких зон возможно только в результате совместного анализа волновых полей ОБОИХ типов волн.

Сопоставление результатов SS и ВСП



Результаты SS:



получившие выражение на разрезе ВСП-ПВ0

неполучившие выражение на разрезе ВСП-ПВ0

В едином масштабе:

