



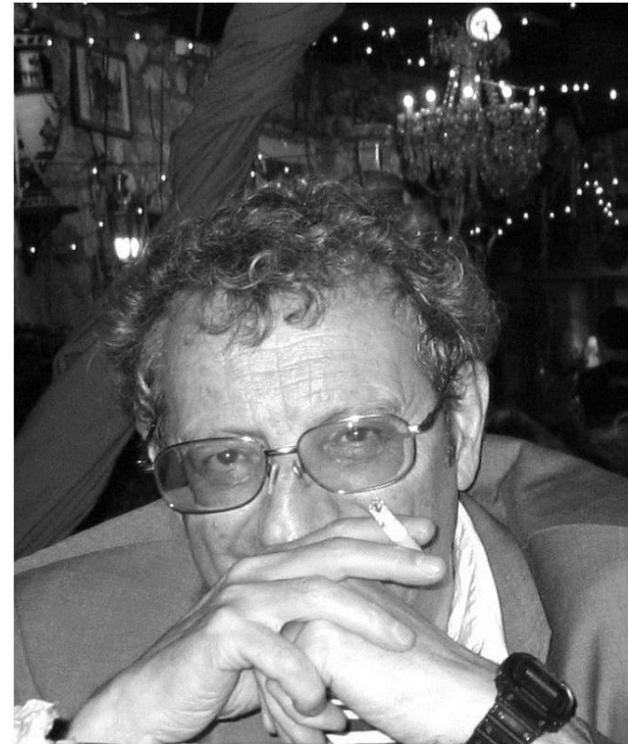
# **Комплексное решение для интерпретационной обработки сейсмических данных**

**Технологии XXI века**

**Сейсмотек** - коллектив единомышленников, созданный **В.М. Глоговским** за более чем 20 лет плодотворной совместной работы.

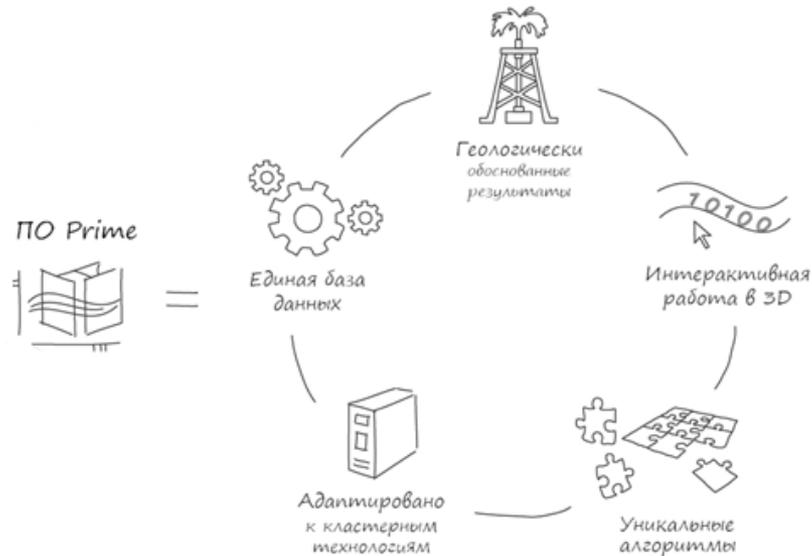
**В.М. Глоговский** (1936-2008) - доктор физико-математических наук, выдающийся математик, геофизик, автор концепции системы обработки сейсмических данных **Prime**. Он разработал прикладную теорию решения обратной кинематической задачи - построение глубинно-скоростной модели среды, добавив проверку её допустимости и непротиворечивости.

В.М. Глоговский реализовал на практике интерактивный подход и оперативный учет априорной информации, позволяющие принять геологически осмысленное решение непосредственно в ходе обработки.



## Сейсмотек:

- ✓ отечественное ПО Prime,
- ✓ исследование и разработка,
- ✓ практический опыт экспертов.



**Вычислительные ресурсы Яндекса**

- 🇷🇺 Кластерная реализация алгоритмов;
- 🇷🇺 Загрузка данных объёмом **10 Тб** с USB-носителей 2.0 занимает **всего сутки**;
- 🇷🇺 Пересортировка данных объёмом **10 Тб** на **230 узлах** кластера занимает **20 минут**;
- 🇷🇺 **Более 20 лет** практического применения технологии Prime.



## Мощности:

- Вычислительные ресурсы Яндекса;
- **4 000 ядер (с возможностью расширения);**
- Оперативная память 16 000 GB;
- Дисковая память 2 640 TB.

## Программное обеспечение Prime

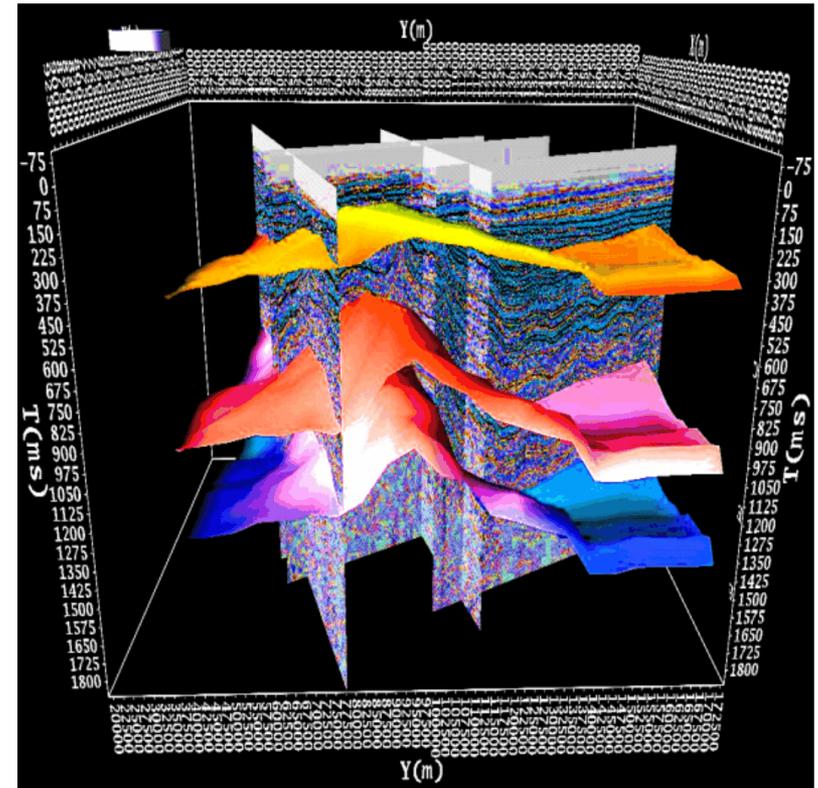
**Сертифицированный** в соответствии со всеми стандартными требованиями собственный программный комплекс интерпретационной интерактивной обработки сейсмических данных.

Программное обеспечение Prime **зарегистрировано** в Федеральной службе по интеллектуальной собственности.

# Концепция программного обеспечения Prime

Концепция Prime основана на прикладной теории построения глубинно-скоростной модели среды с проверкой её допустимости и непротиворечивости.

В программе реализована возможность постоянного интерактивного учёта априорной информации, что позволяет принимать геологически обоснованные решения в процессе обработки. Таким образом, программа позволяет существенно уменьшить риск получения некорректного результата с ложными структурами на геологическом разрезе.



*В процессе обработки используется толстослоистая глубинно-скоростная модель, согласованная с априорной геологической информацией, позволяющая учитывать изменения физических свойств как в вертикальном, так и в латеральном направлениях.*

## Возможности исследовательской интерактивной работы.

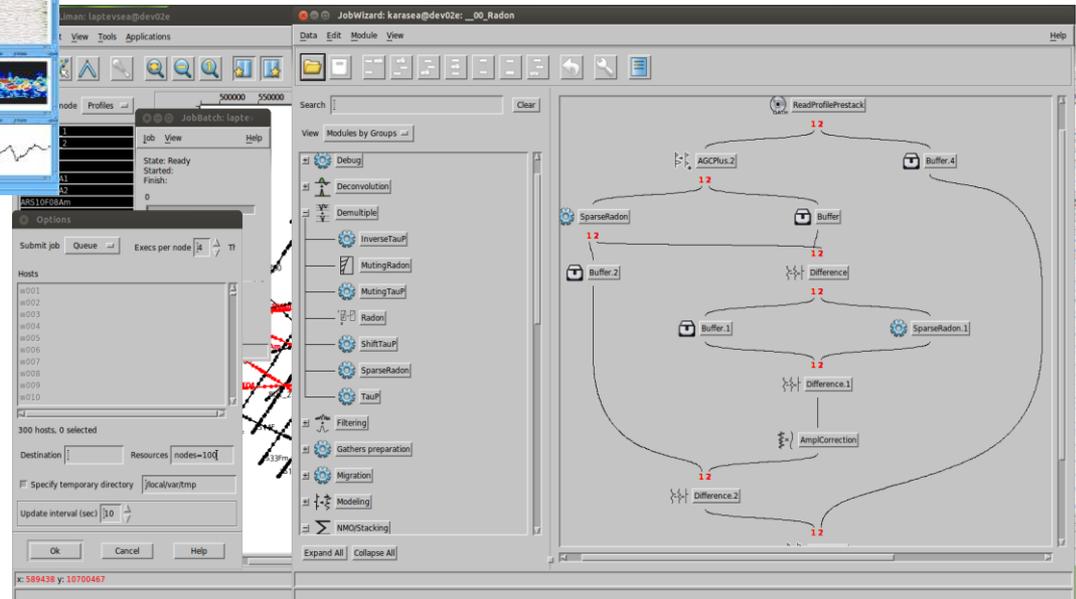
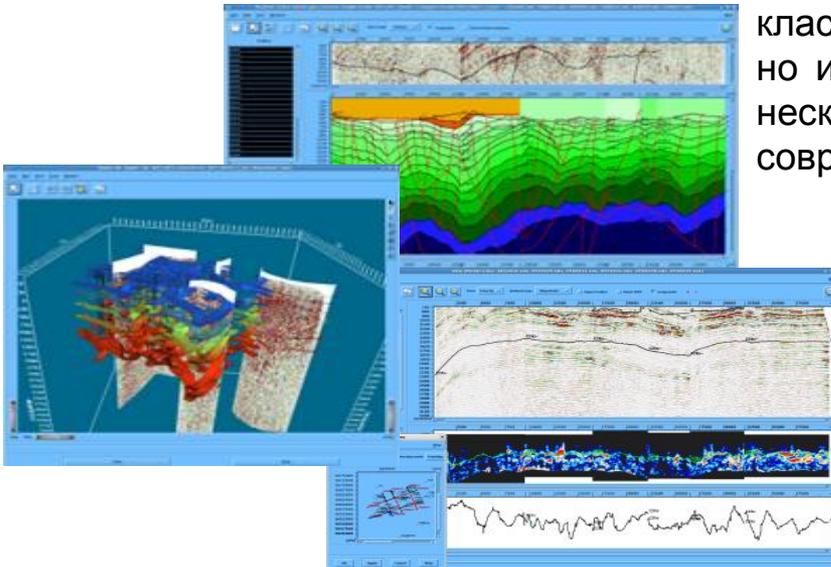
Prime включает в себя не только традиционные для классической обработки модули, методики и инструменты, но и уникальные алгоритмы, разработанные за последние несколько лет и уже активно применяемые для решения современных задач повышенной сложности.

*Технологичность работы с разнородными большими данными.*

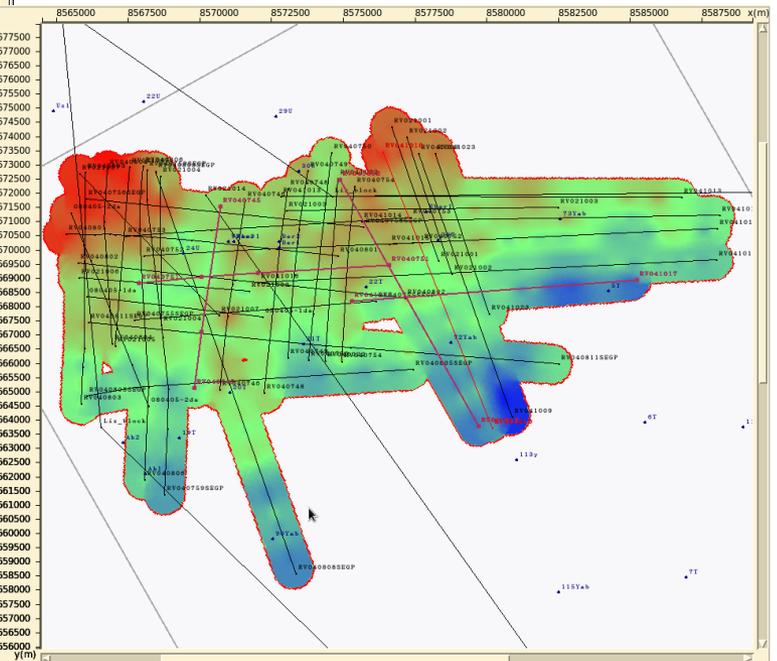
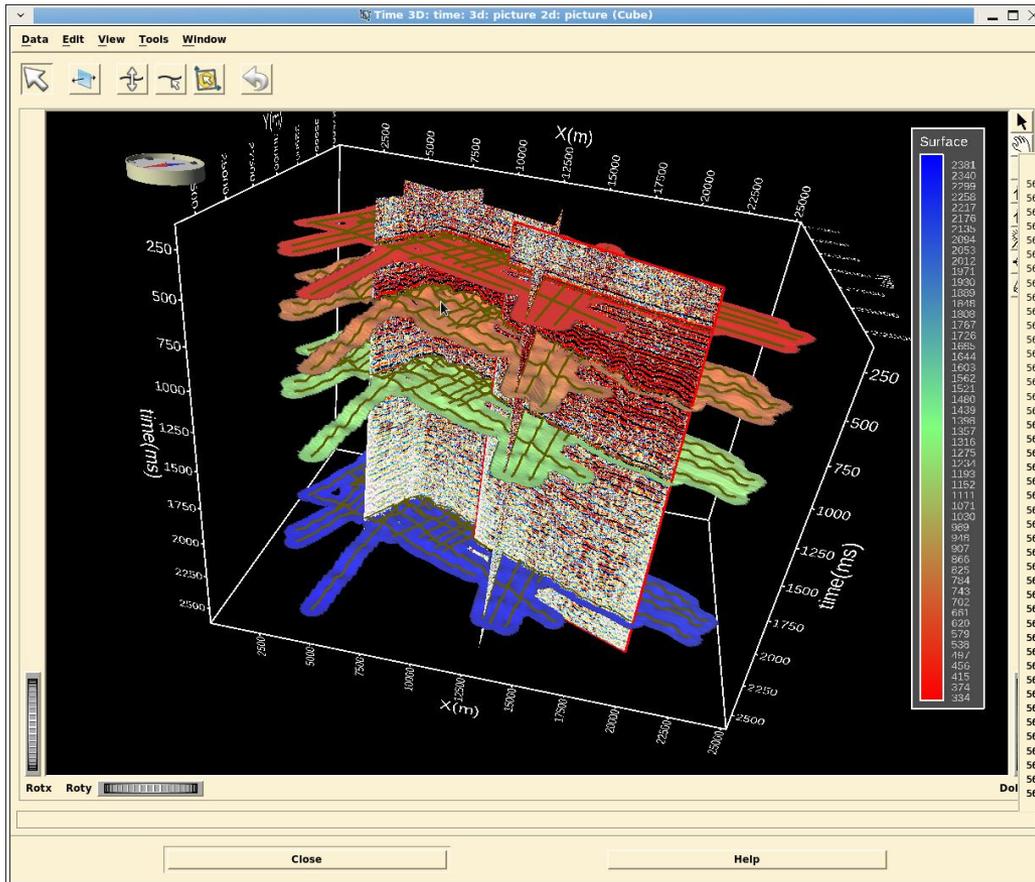
## Более 400 эффективных интерактивных инструментов!

- Согласованная с горизонтами обработка;
- Программы коррекции фазовых спектров и нестационарная деконволюция;
- Коррекция статических сдвигов с использованием информации о глубинах геологических структур;

и многое другое...

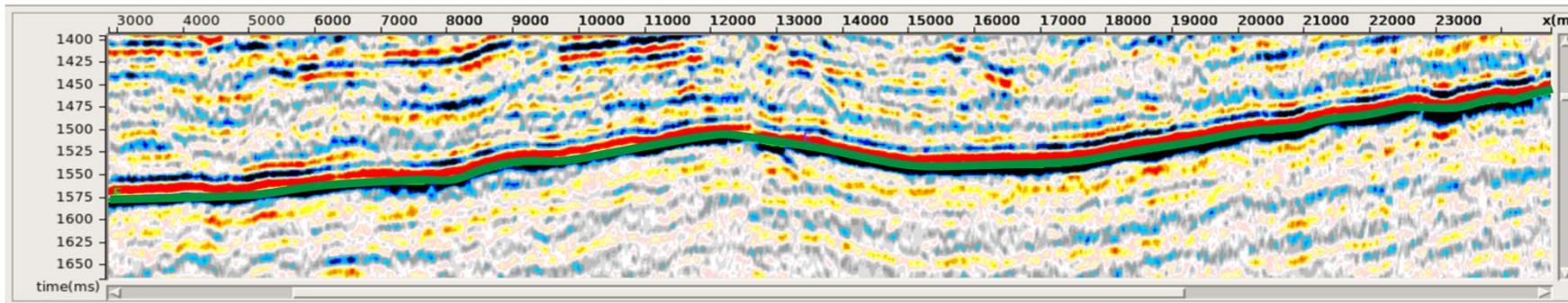


# Работа с полем параметров на площади

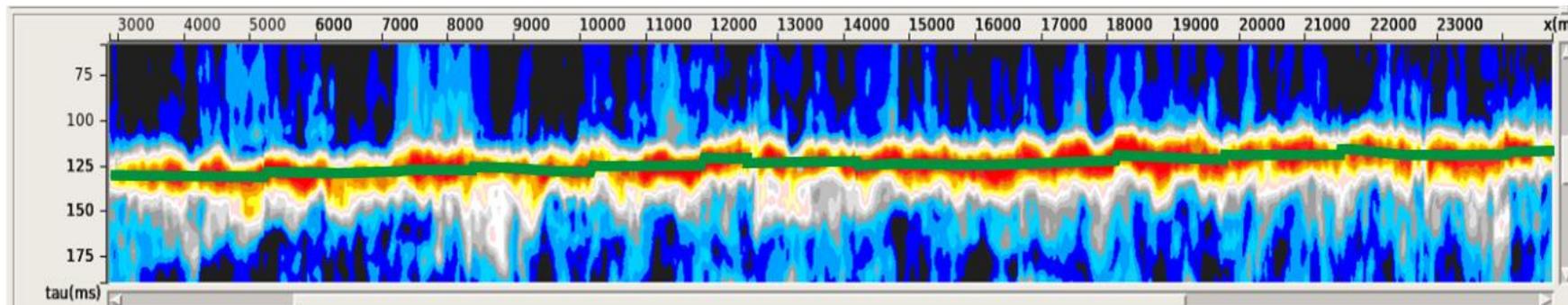


# Построение глубинно-скоростной модели

На временном разрезе прослежен очередной горизонт



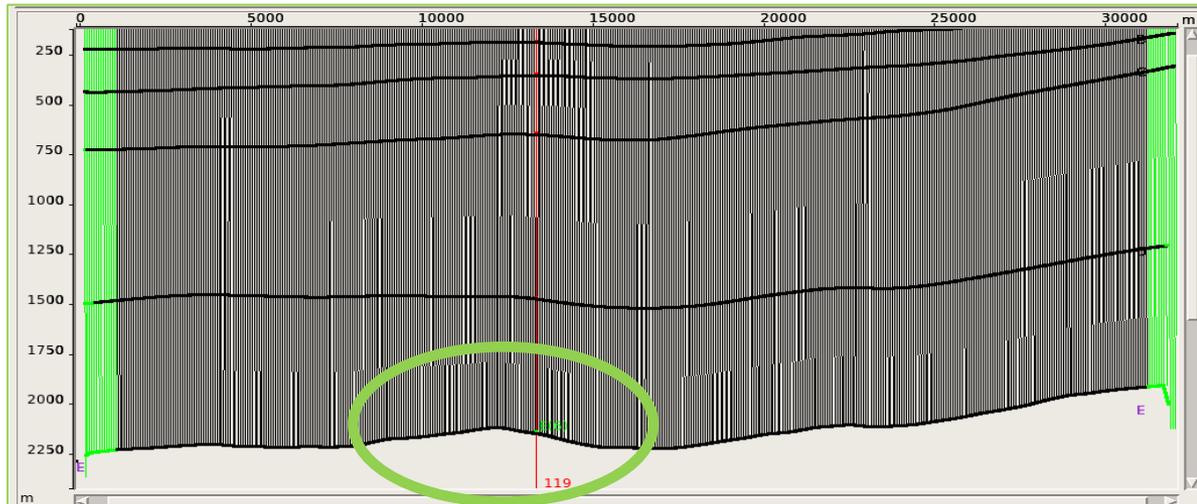
Для него посчитан и пропикирован горизонтальный спектр скоростей



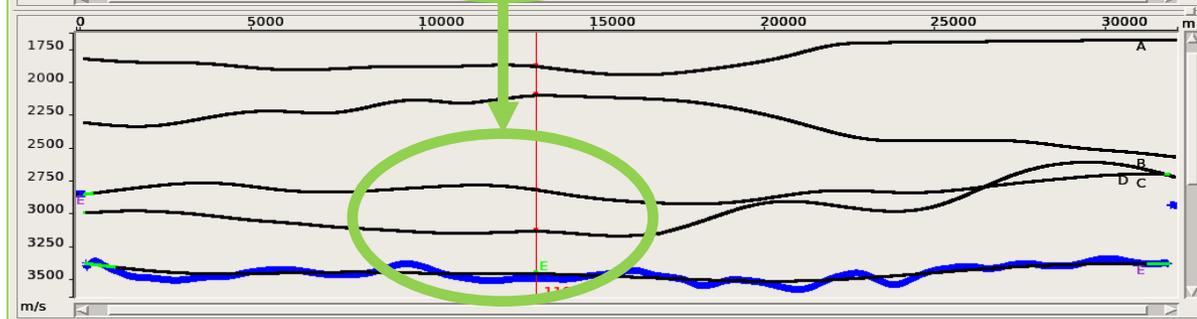
# Построение глубинно-скоростной модели

Обработчик сомневается в том, что данная структура существует на самом деле.

*Горизонты  
в глубинной  
области*



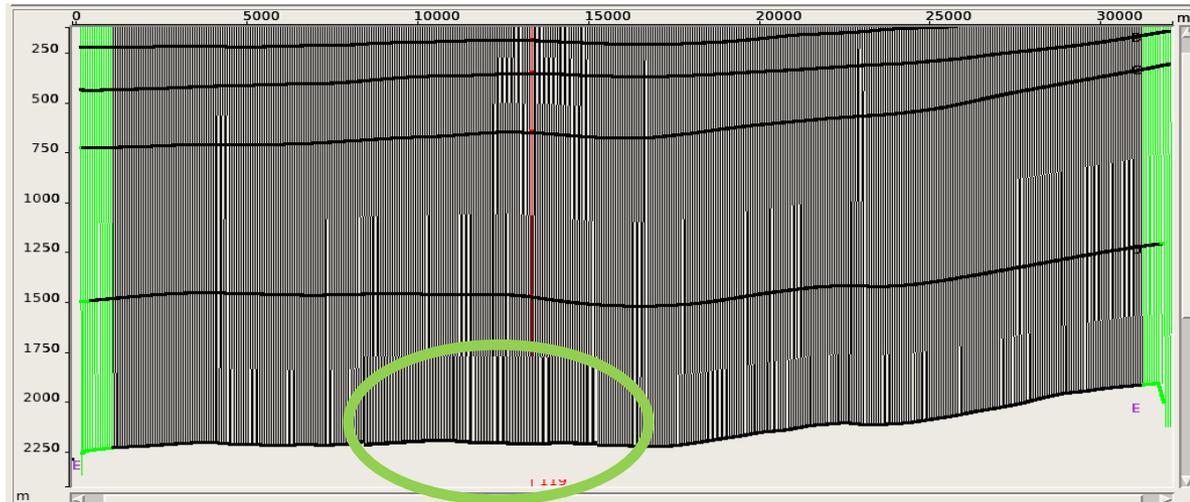
*Интервальные  
скорости*



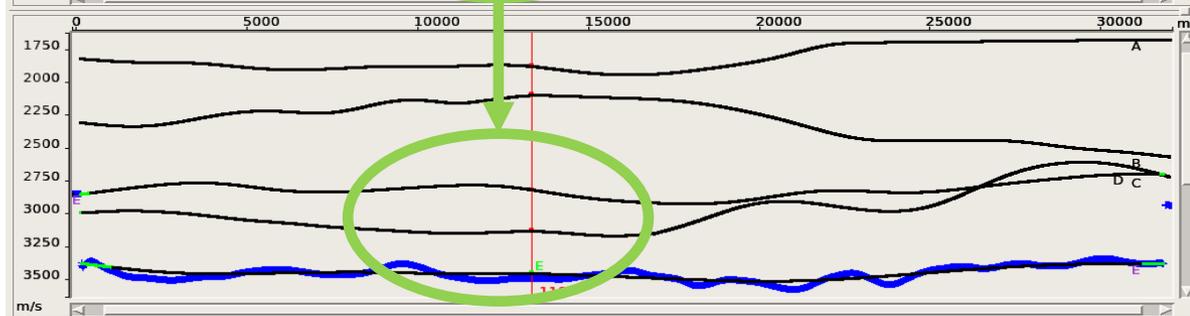
# Построение глубинно-скоростной модели

Поэтому обработчик спрямляет горизонт в глубинной области, чтобы проанализировать изменение поведения скоростей.

*Горизонты в глубинной области*



*Интервальные скорости*

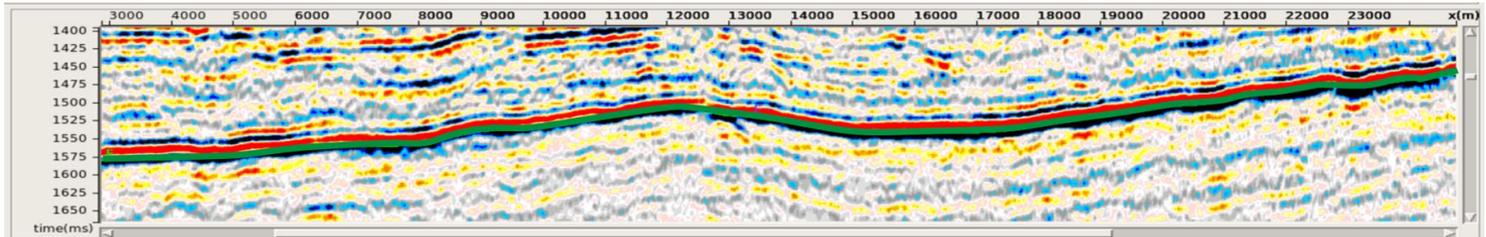


# Построение глубинно-скоростной модели

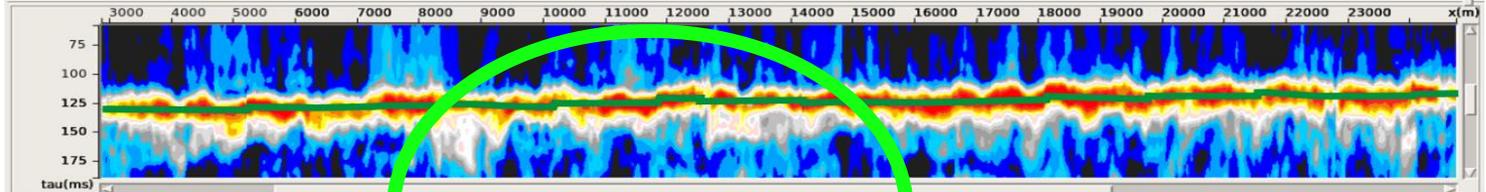
Для отредактированной модели была рассчитана прямая задача – получена новая оценка скорости. Кривая, соответствующая новой скорости, не попадает на максимум спектра в месте, где была структура.

**Значит, структура действительно существует!**

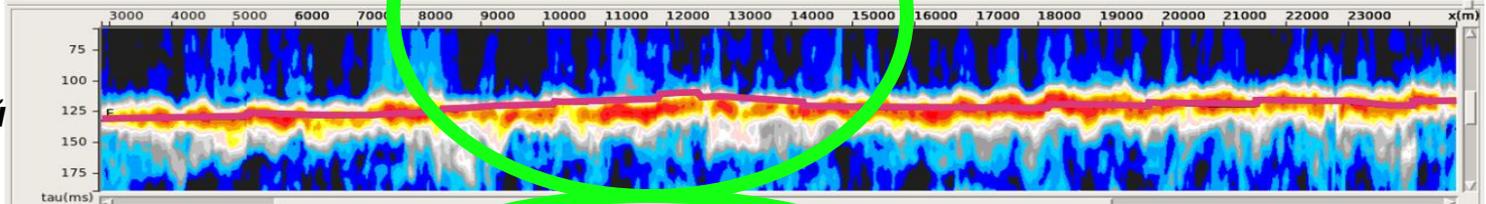
*Корреляция  
горизонта  
на временном  
поле*



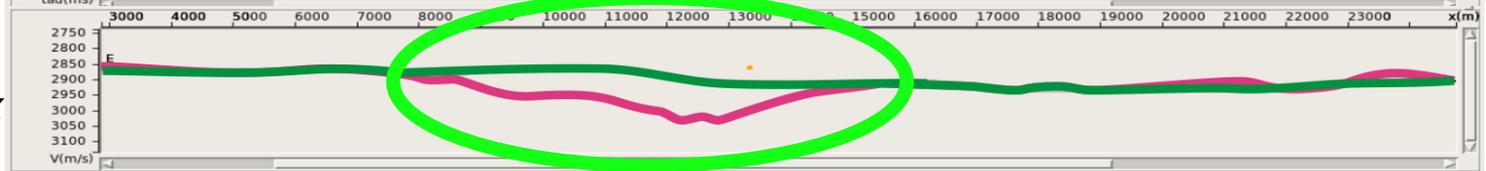
*Первая  
корреляция  
спектра  
скоростей*



*Результат  
решения прямой  
задачи*

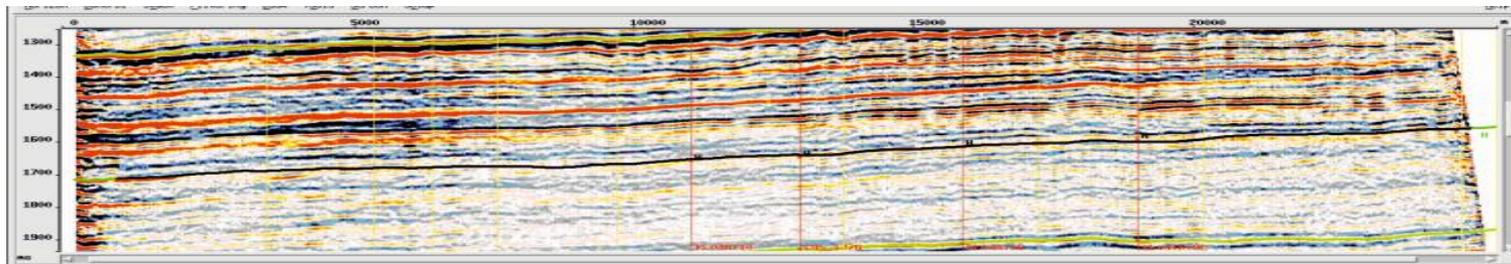


*Графики кривых  
скоростей  
ОГТ*

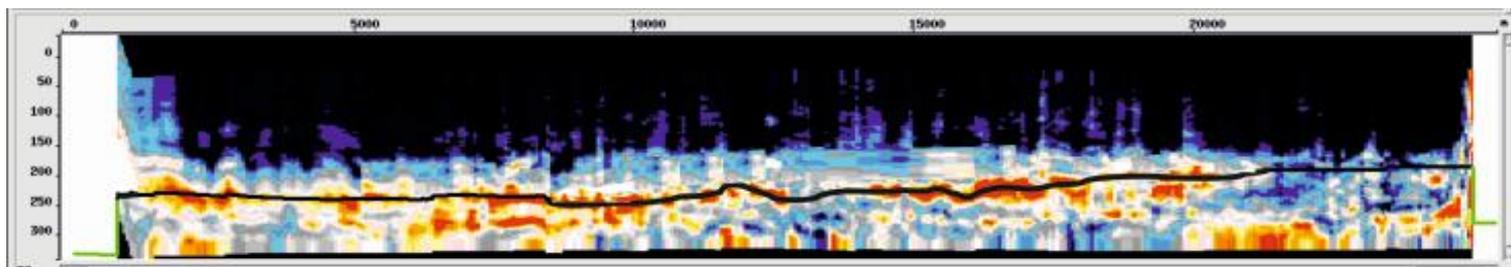


# Привлечение априорной информации

На временном разрезе прослежен очередной горизонт

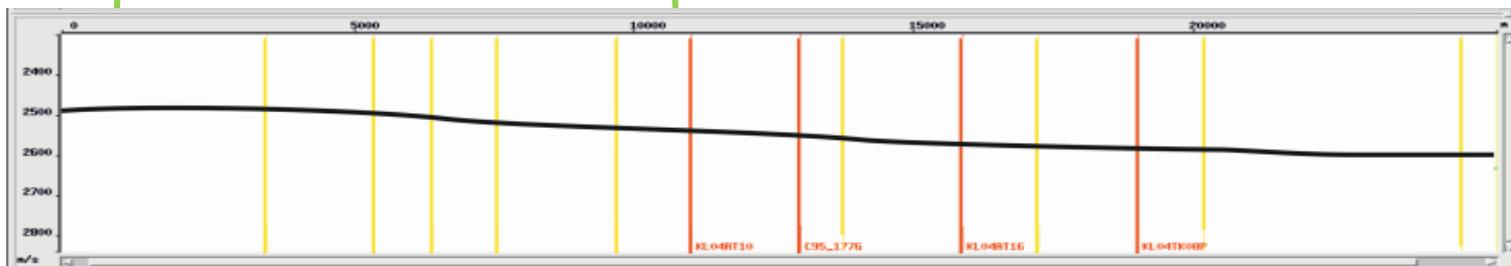


Для него посчитан и пропикирован горизонтальный спектр скоростей



Зона интереса ↓

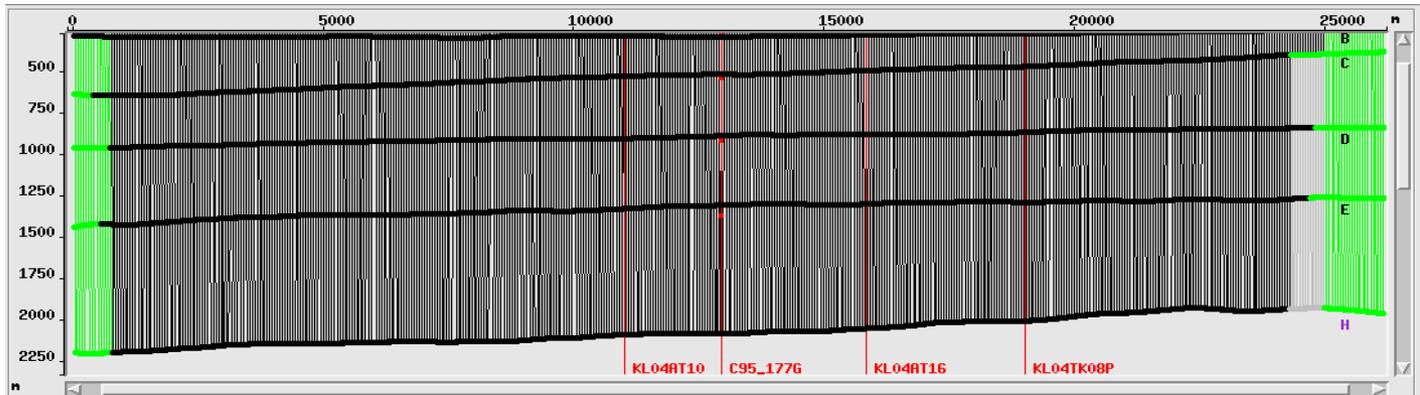
Спектру соответствует кривая скоростей ОГТ



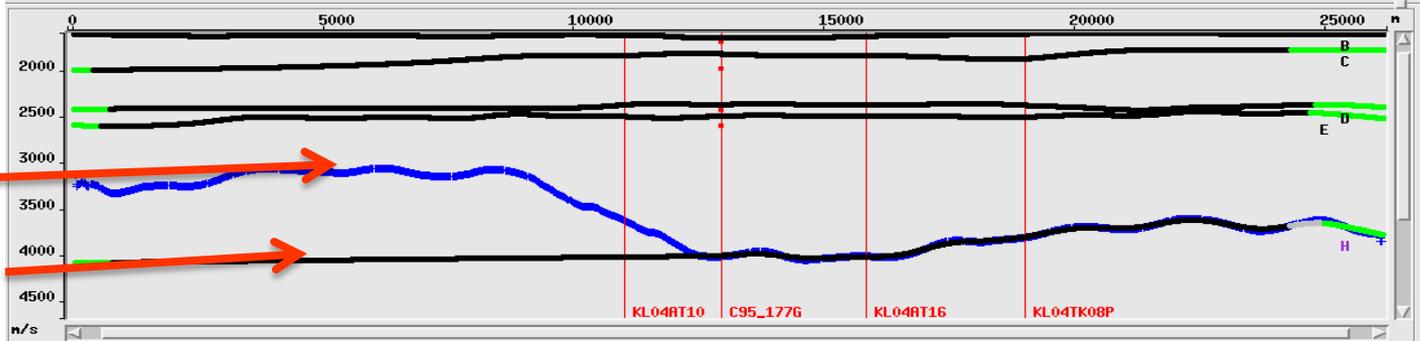
# Построение глубинно-скоростной модели

При расчете получаем резкое уменьшение скорости в пласте, что не подтверждается скважинными данными и общими региональными сведениями по площади. Зададим скорость для пласта, соответствующую априорным представлениям.

*Горизонты в  
глубинной  
области*



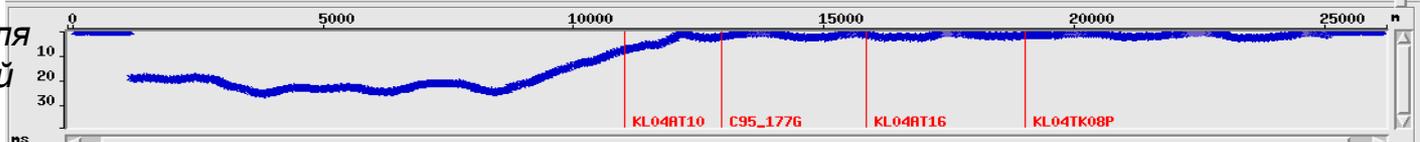
*Интервальные  
скорости*



Результат решения  
обратной задачи

Скорость выбранная  
по априорным  
данным

*Критерий контроля  
решения обратной  
задачи*



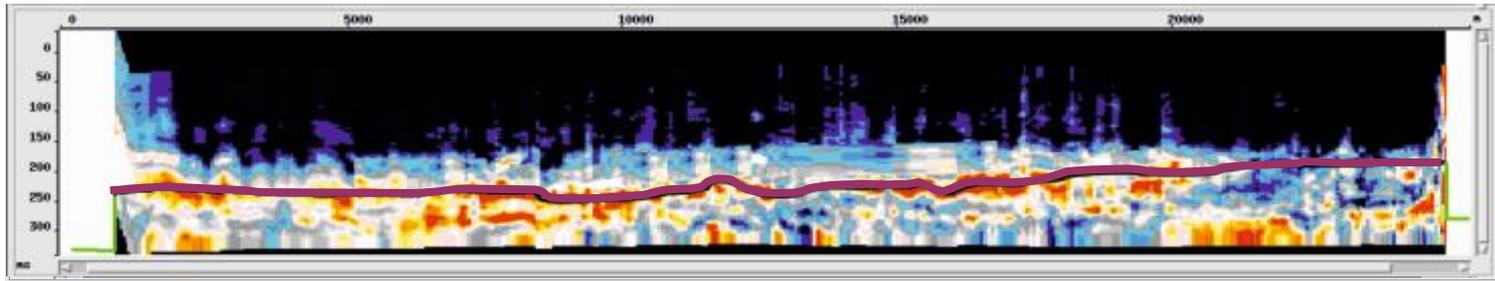
Зона интереса

# Построение глубинно-скоростной модели

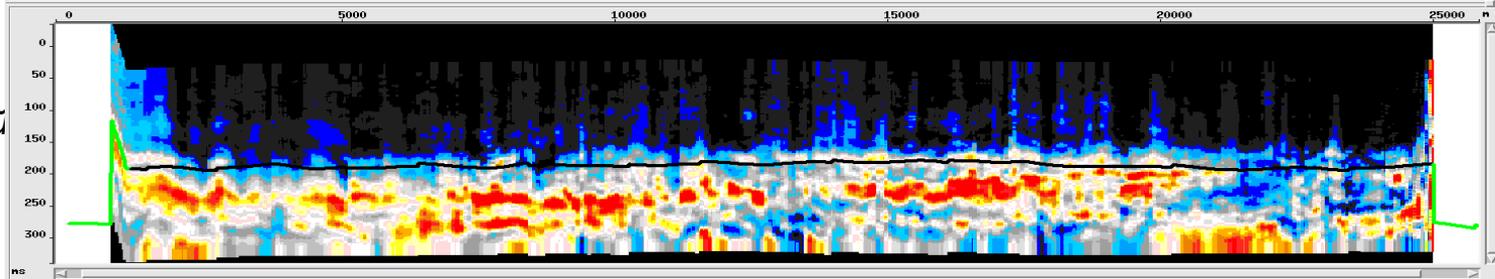
Решив прямую кинематическую задачу, можно посмотреть как отображается результат ее решения в исходные спектры скоростей ОГТ.

Оказывается, скорость ОГТ целевых отражений соответствует наиболее слабой энергии в верхней части спектра скоростей ОГТ. Интенсивная энергия соответствует кратным волнам-помехам.

*Первая корреляция спектра скоростей*



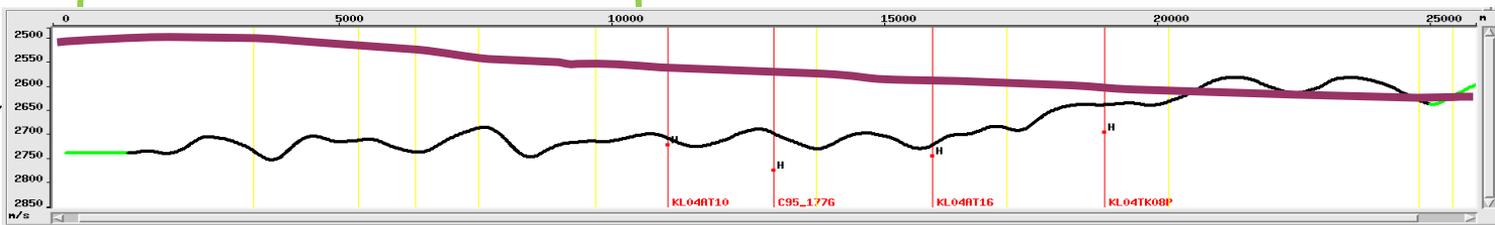
*Результат решения прямой задачи – черная кривая*



Зона интереса



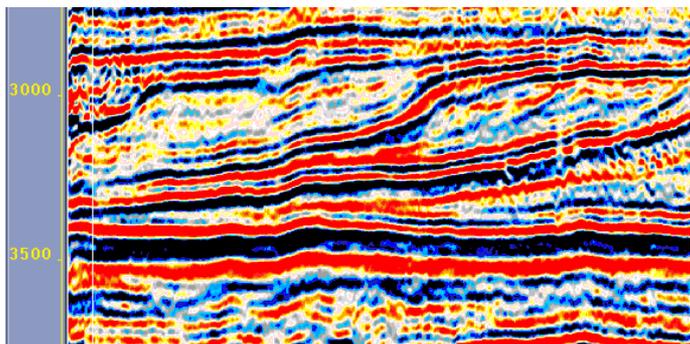
*Графики кривых скоростей ОГТ*



# Альтернативная методика учета неоднородности верхней части

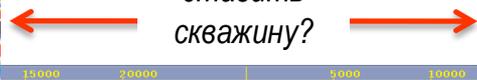
Воспользовавшись методикой реконструкции глубинной границы, в рамках глубинно-скоростной модели, для тех же априорных данных (граница  $\Gamma$  – гладкая) получим совершенно иное положение целевых границ!!! Качество прослеживания горизонтов на обоих разрезах удовлетворительное.

Реконструкция слоя

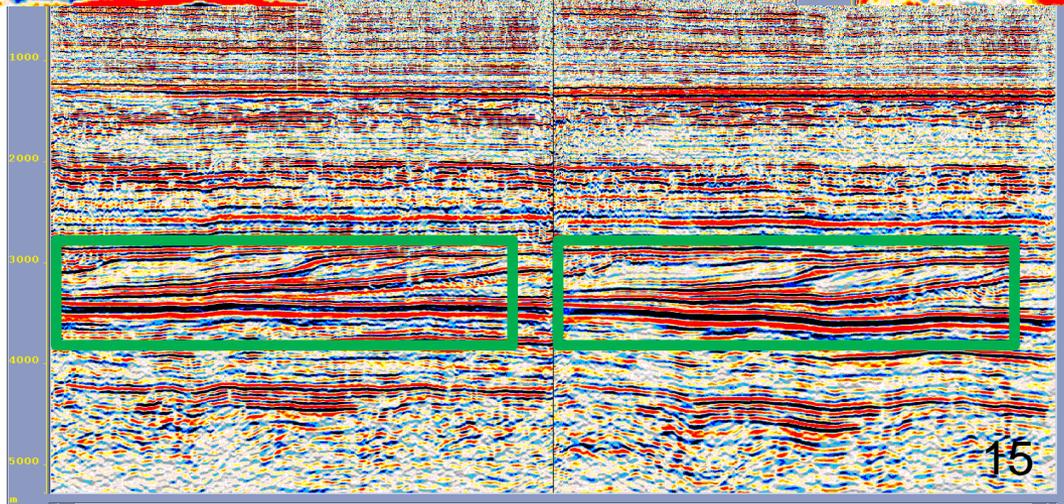
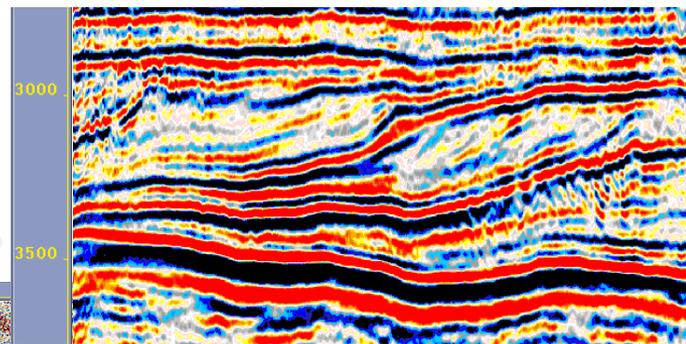


Глубинные разрезы

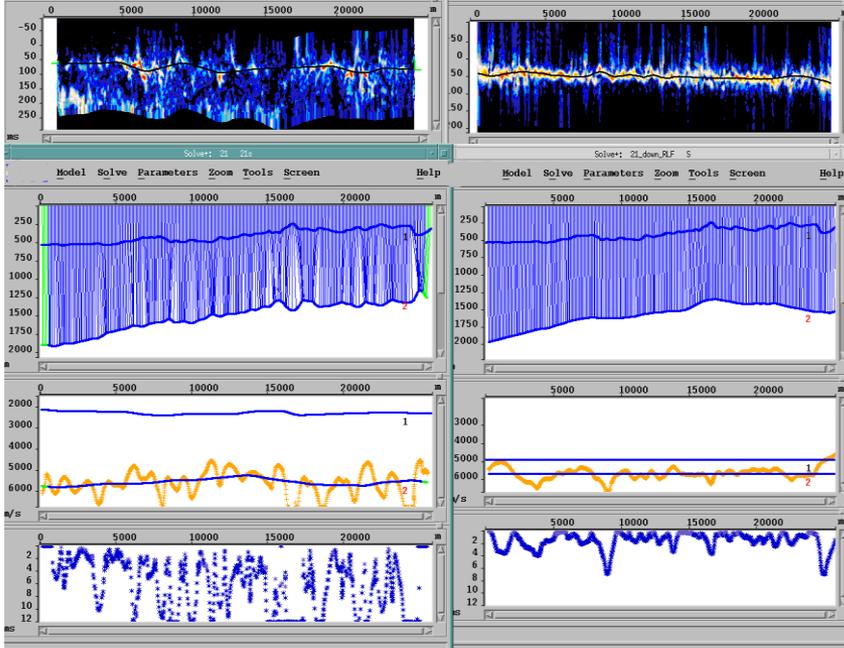
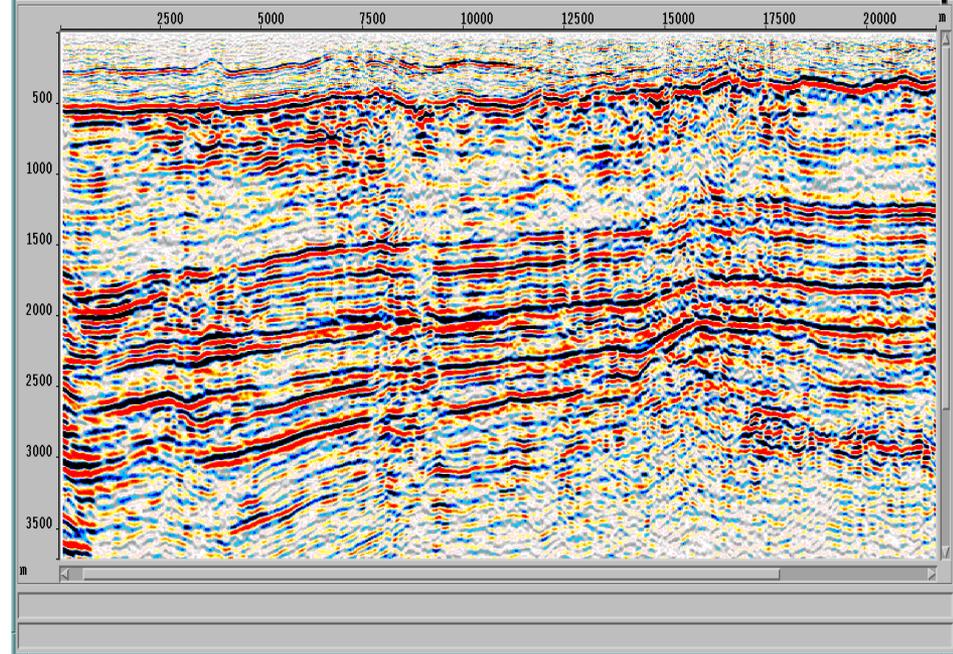
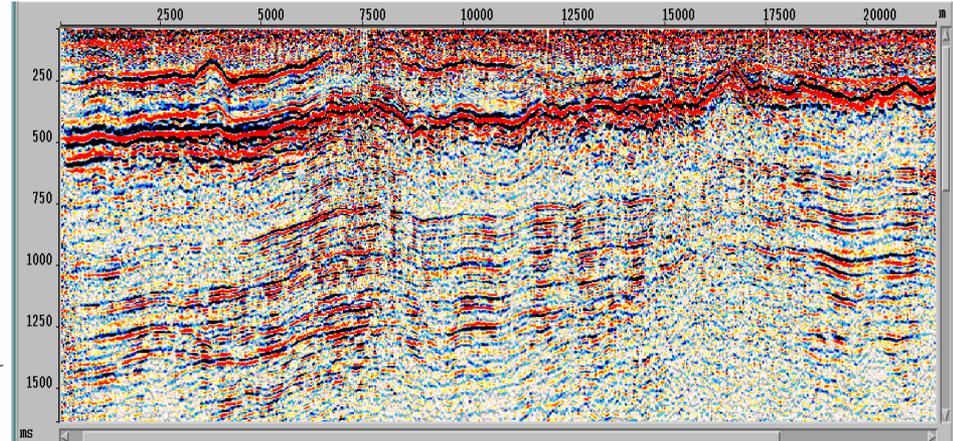
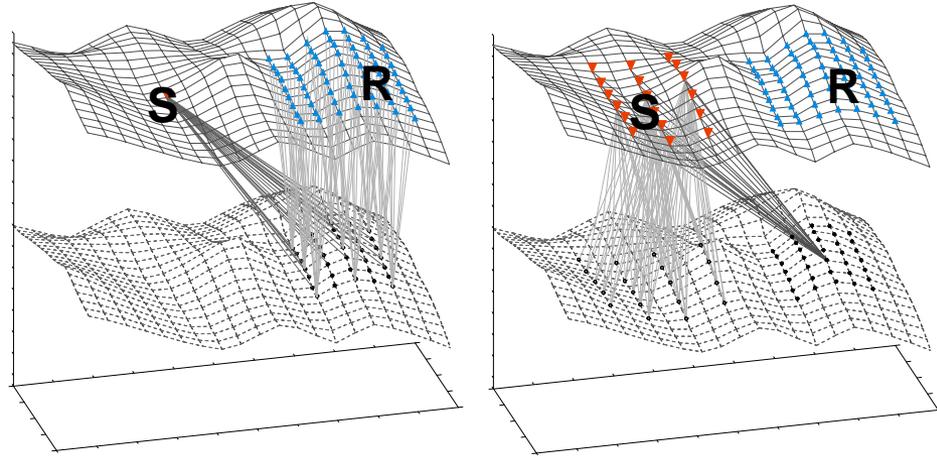
Куда  
ставить  
скважину?



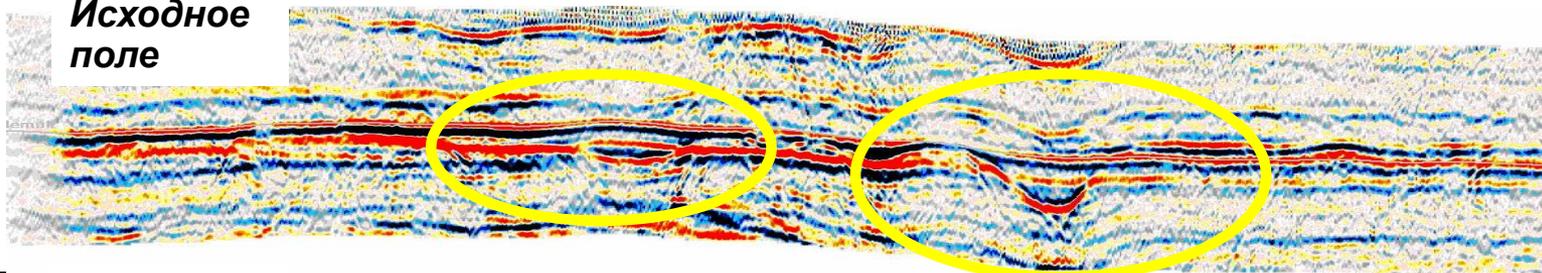
Модель статике



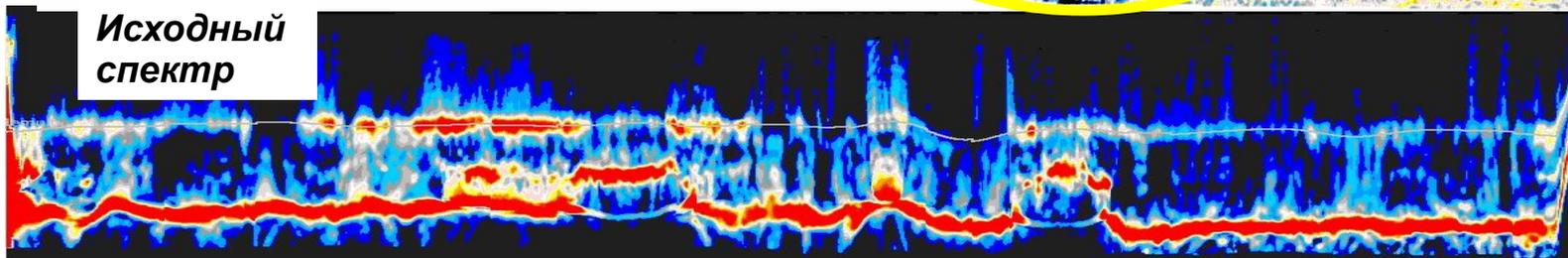
# Пример продолжения волновых полей



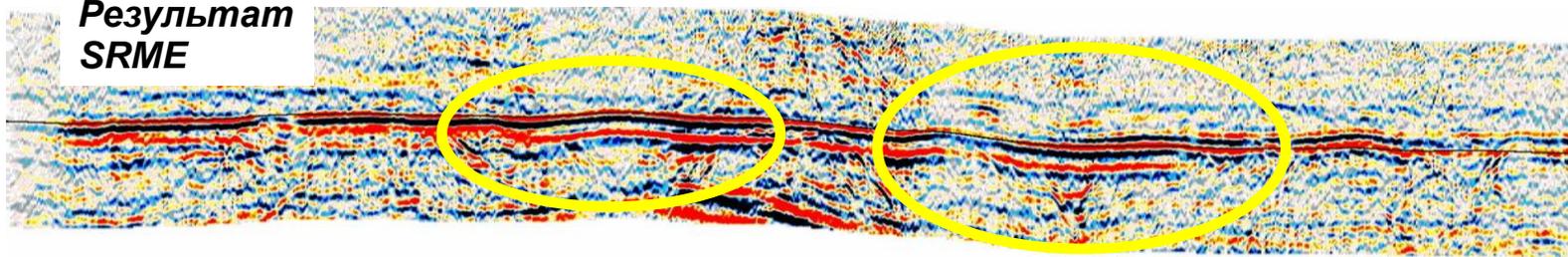
Исходное поле



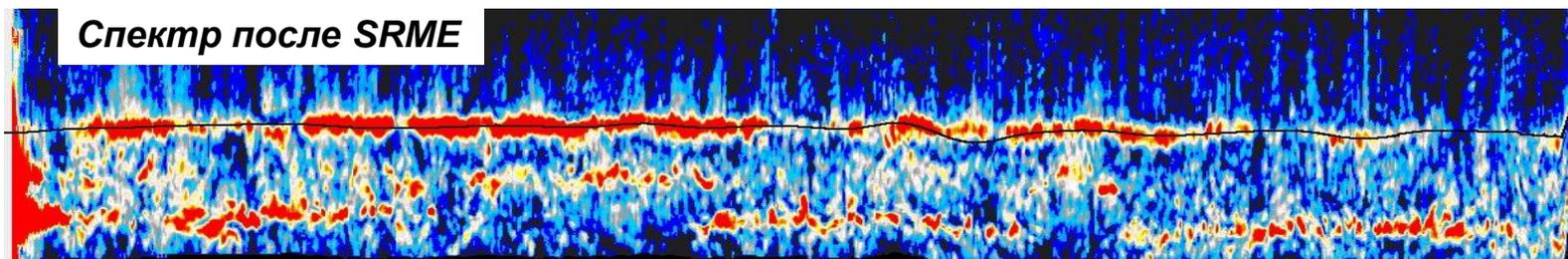
Исходный спектр



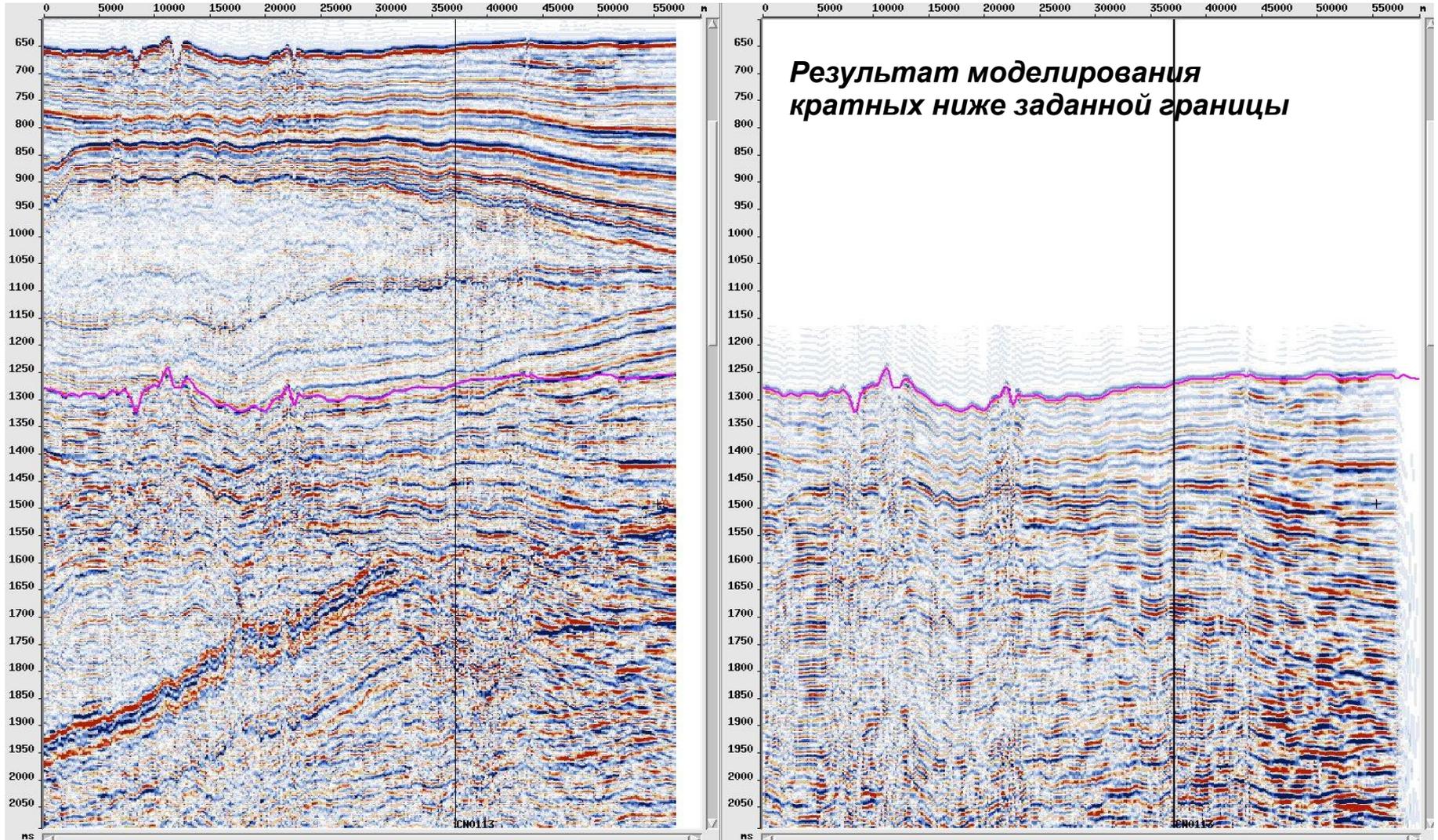
Результат SRME



Спектр после SRME

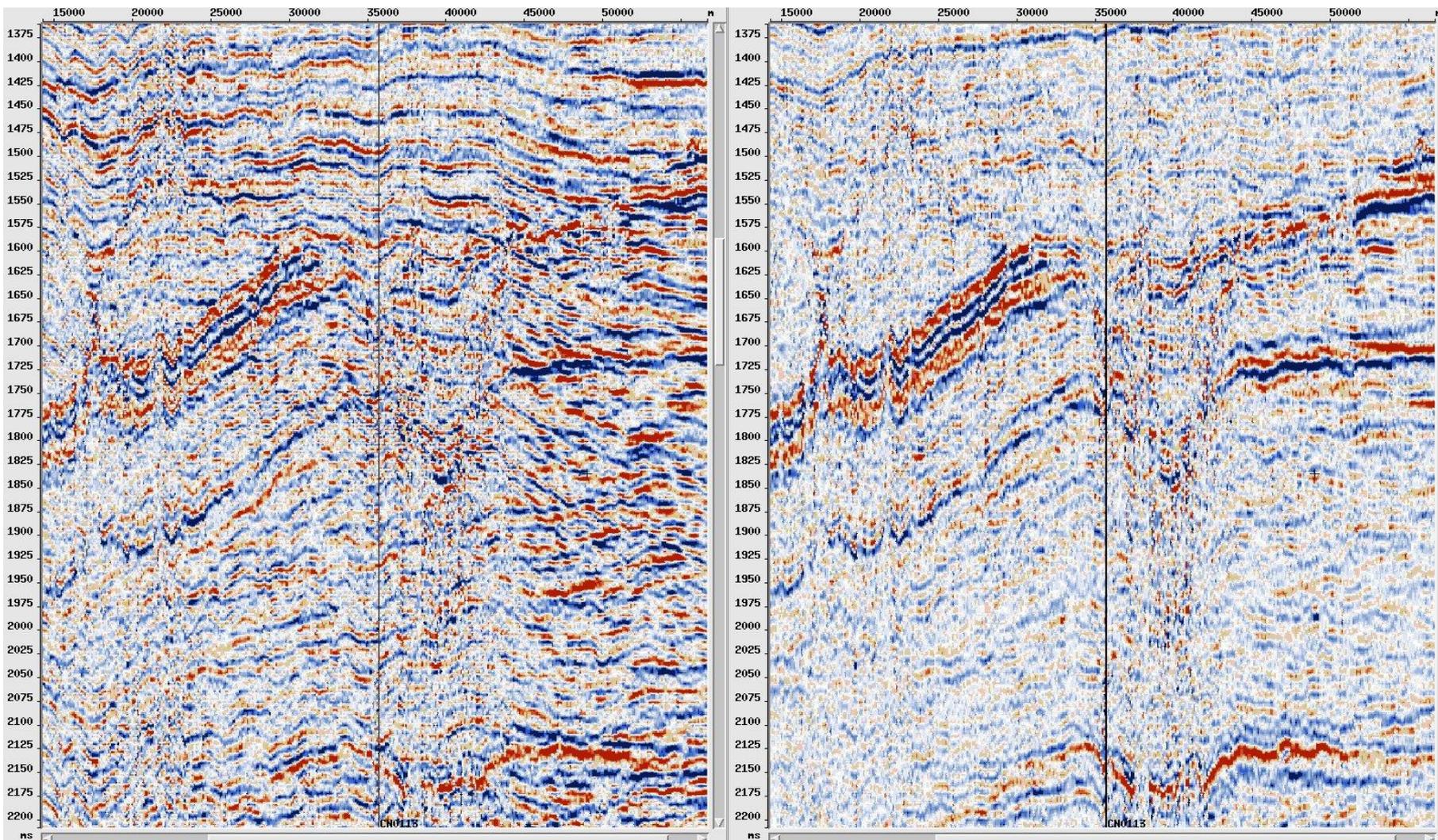


# Моделирование кратных волн



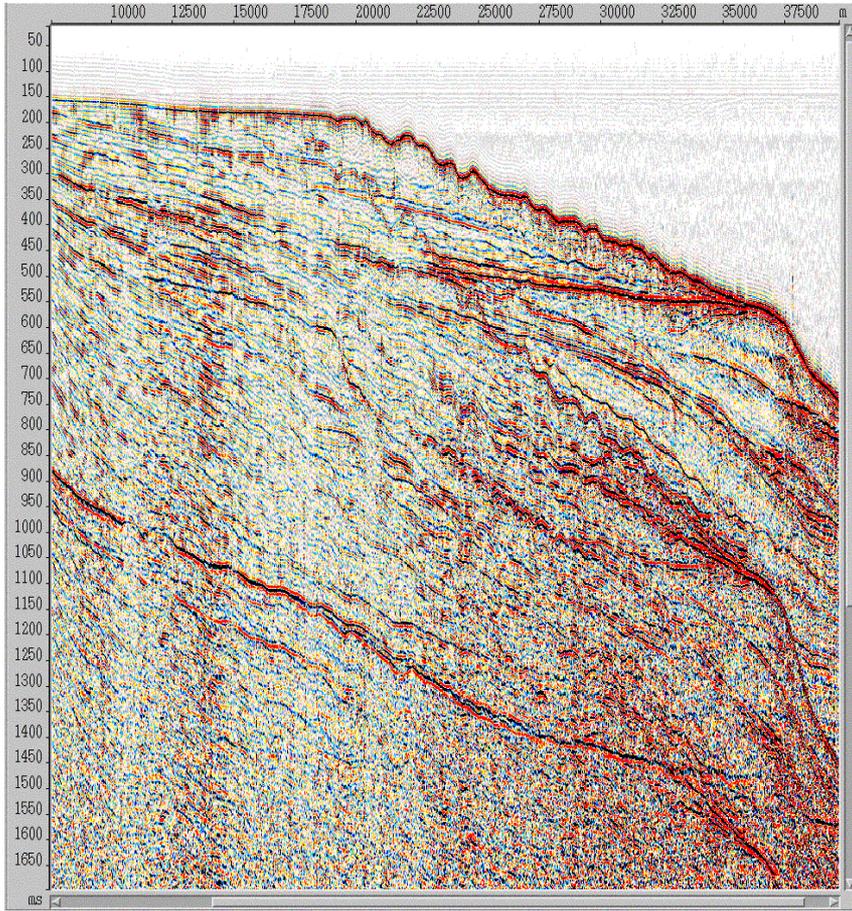
Фиксированное удаление 200м

# Адаптивное вычитание кратных волн

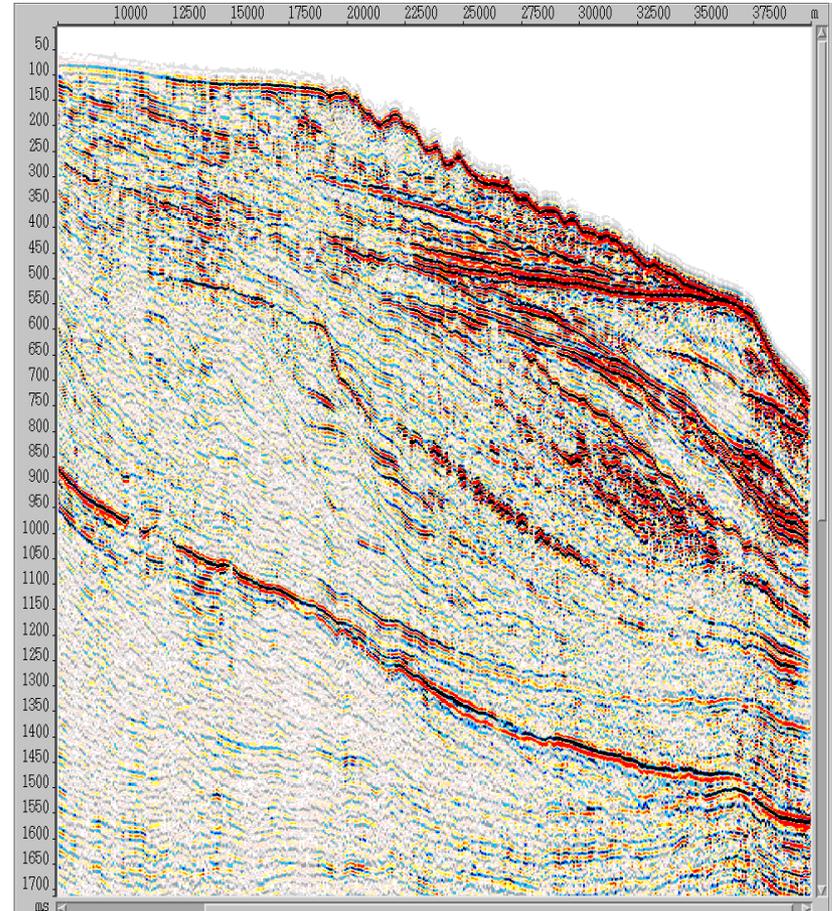


*Фиксированное удаление 200м*

Суммарный разрез. 2D SRME.

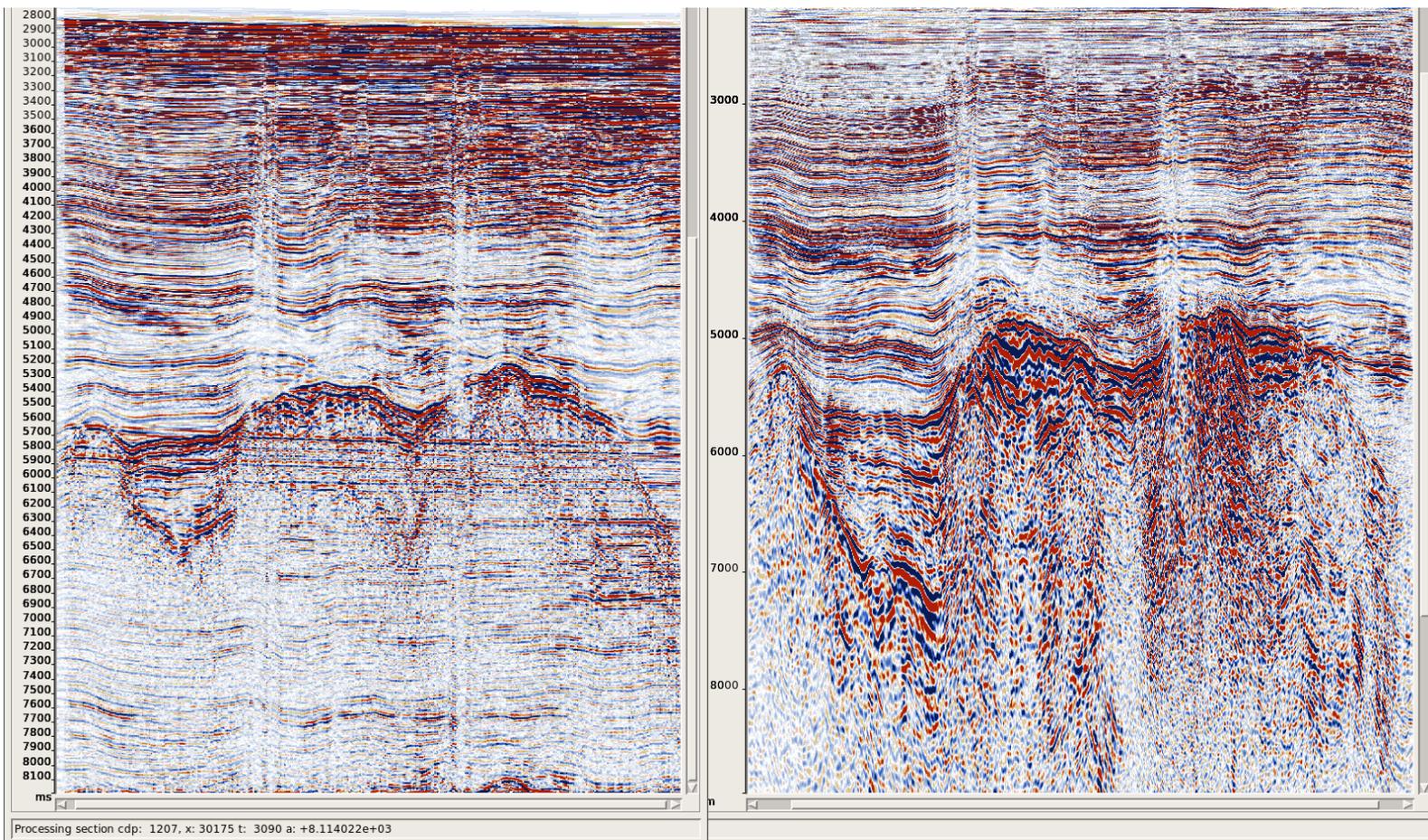


**Исходное поле**

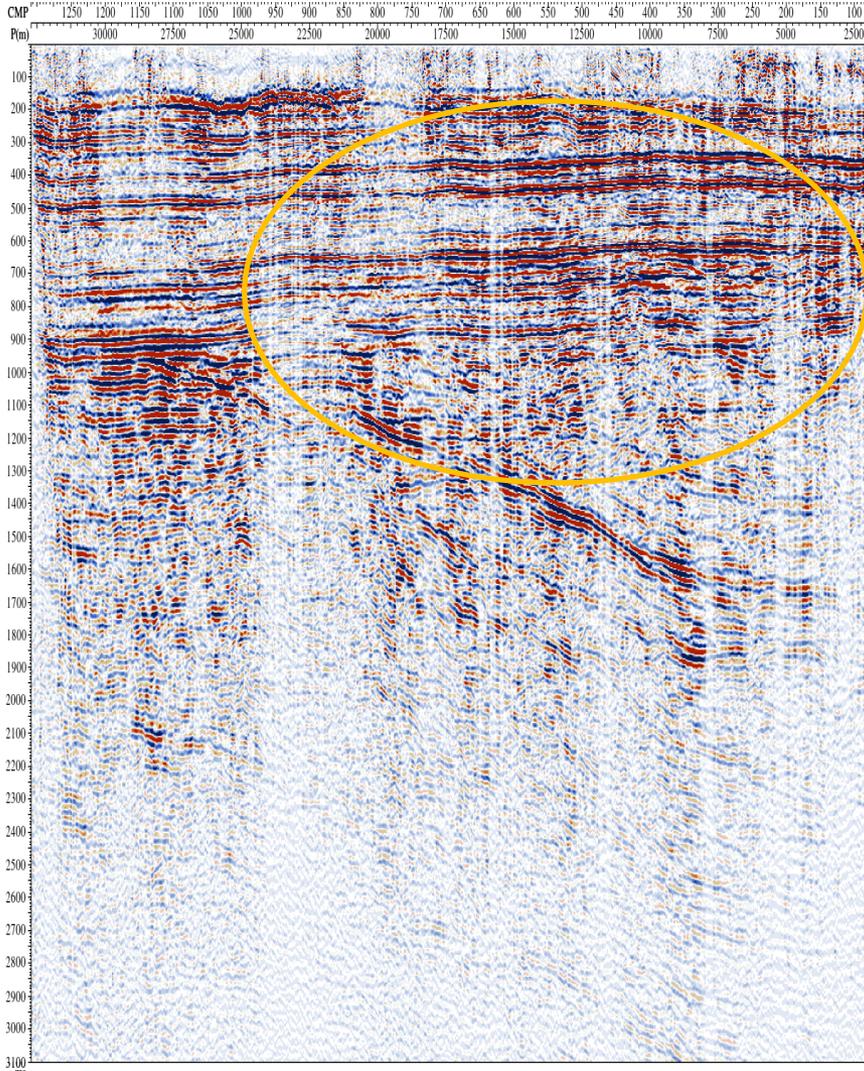


**Результат  
вычитания**

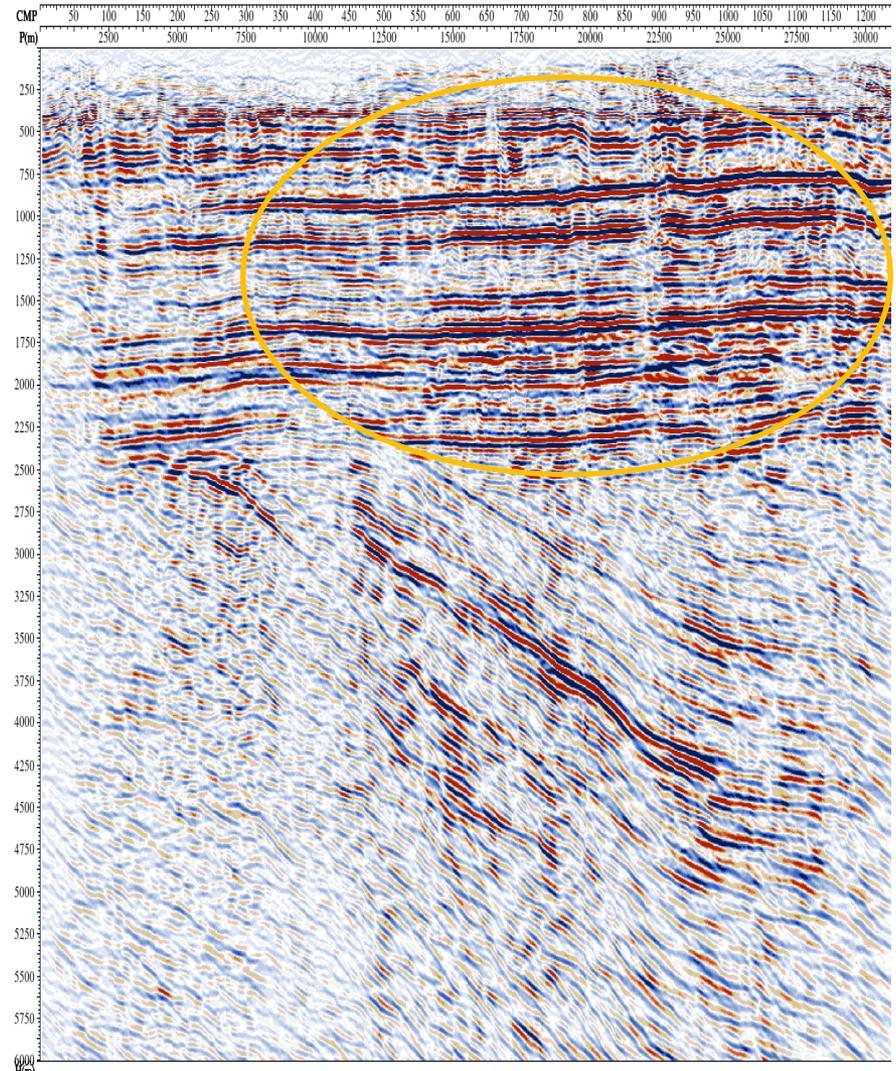
# Миграционные преобразования и подавление кратных волн, Черное море



# Восточная Сибирь. 2D миграция до суммирования и вычитание кратных волн



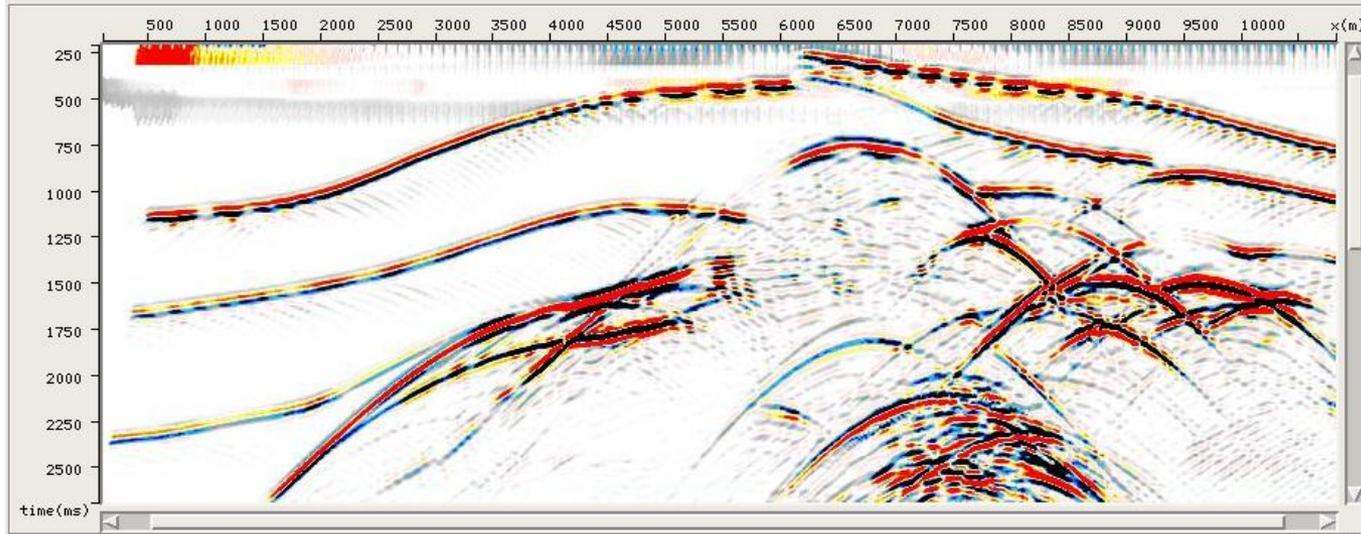
*Временной разрез*



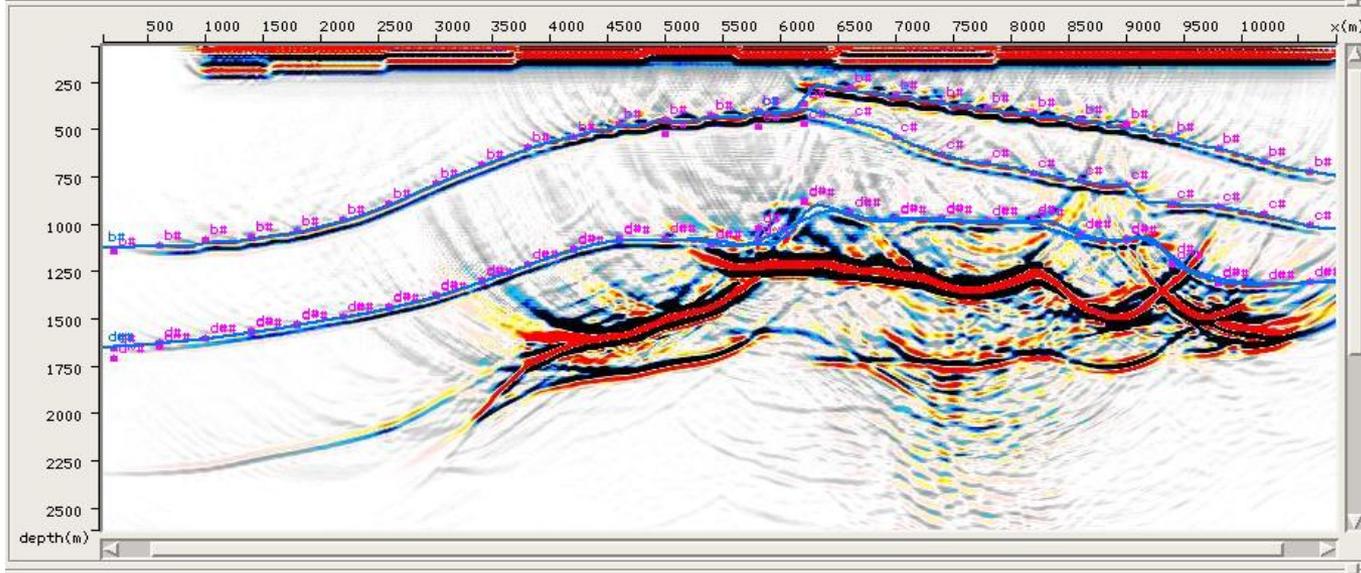
*Глубинная миграция*



Изменение структурного плана



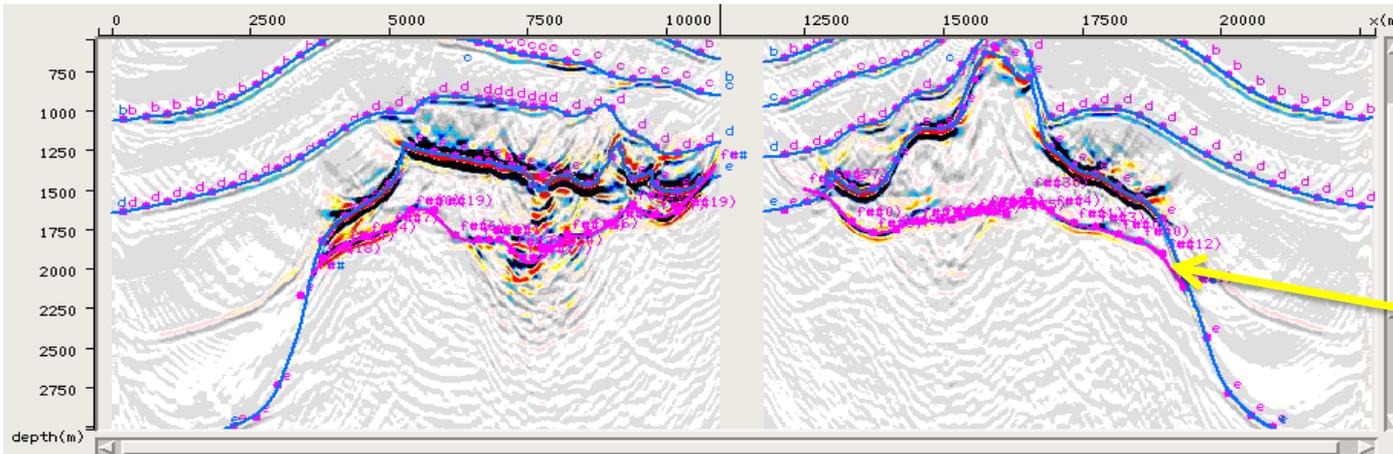
*Временной разрез*



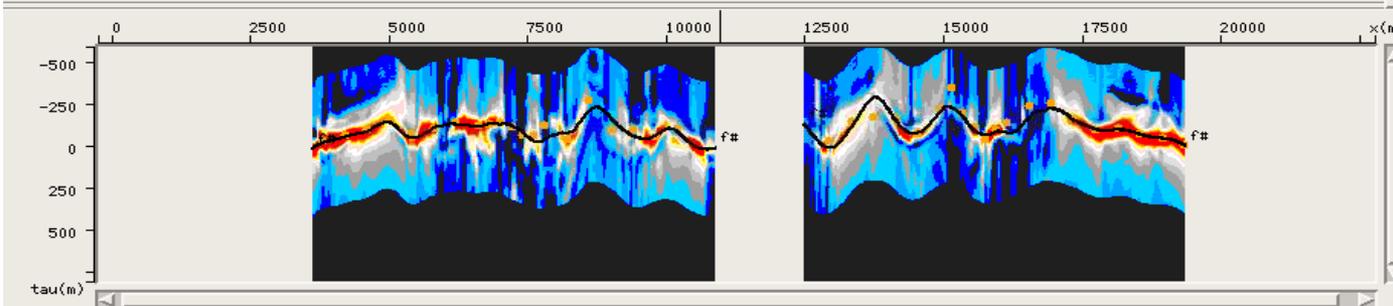
*Результат  
глубинной миграции  
с постоянной  
скоростью 2200 м/с*

# Применение кинематико-динамического преобразования

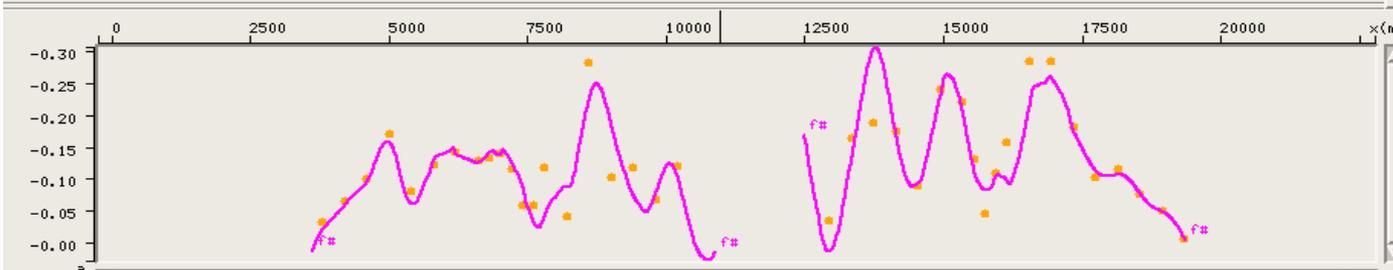
Результат преобразования для горизонта по подошве соли на примере двух параллельных сечений



**Результат миграции до суммирования с горизонтами модели**  
*Рассчитанный горизонт*



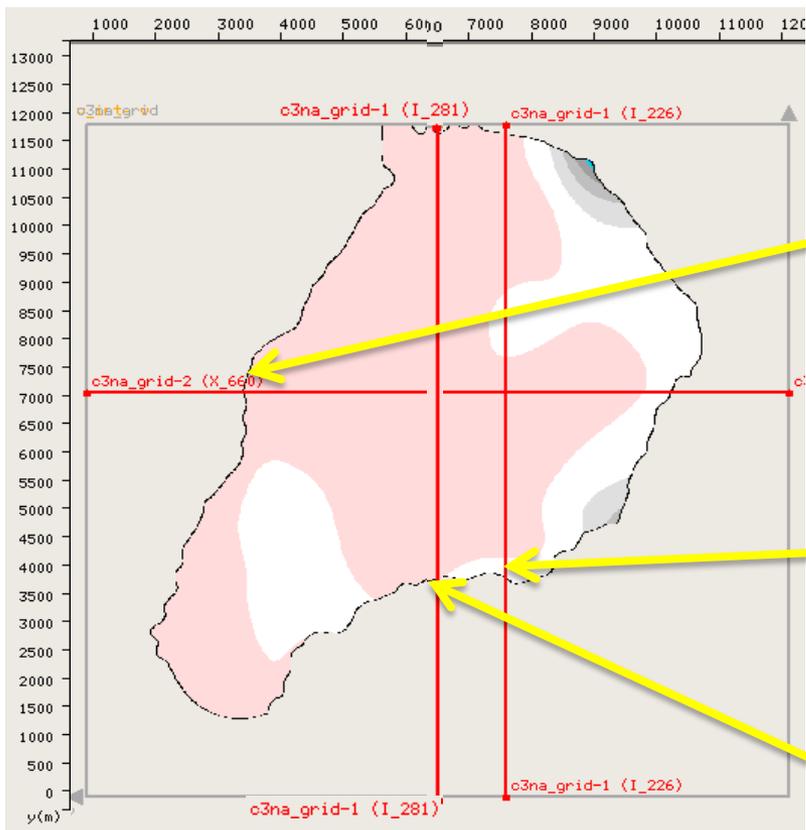
**Горизонтно-согласованный спектр скоростей**



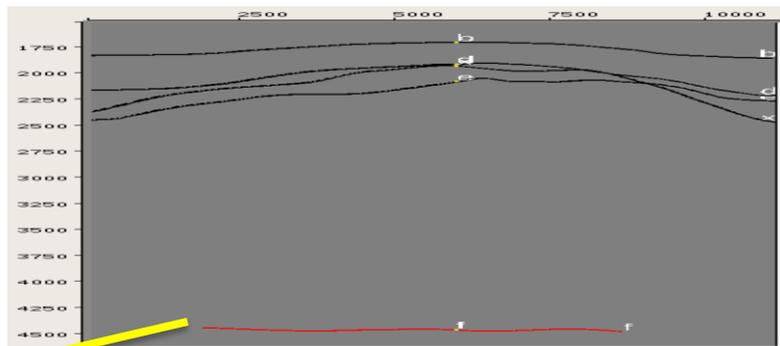
**Параметры остаточной кинематики**

# Интервальные скорости для соляного тела

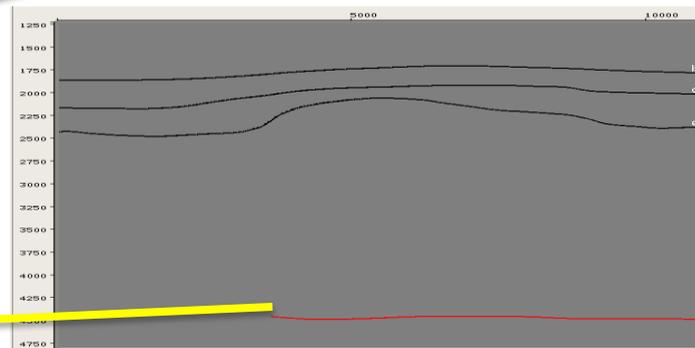
## Карта интервальных скоростей соляного тела



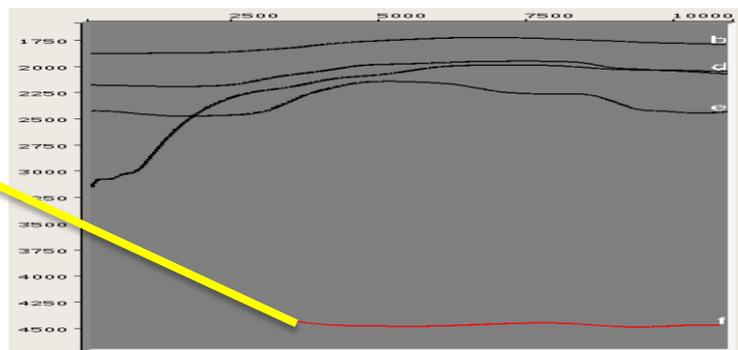
## Вертикальные сечения



Inline 281

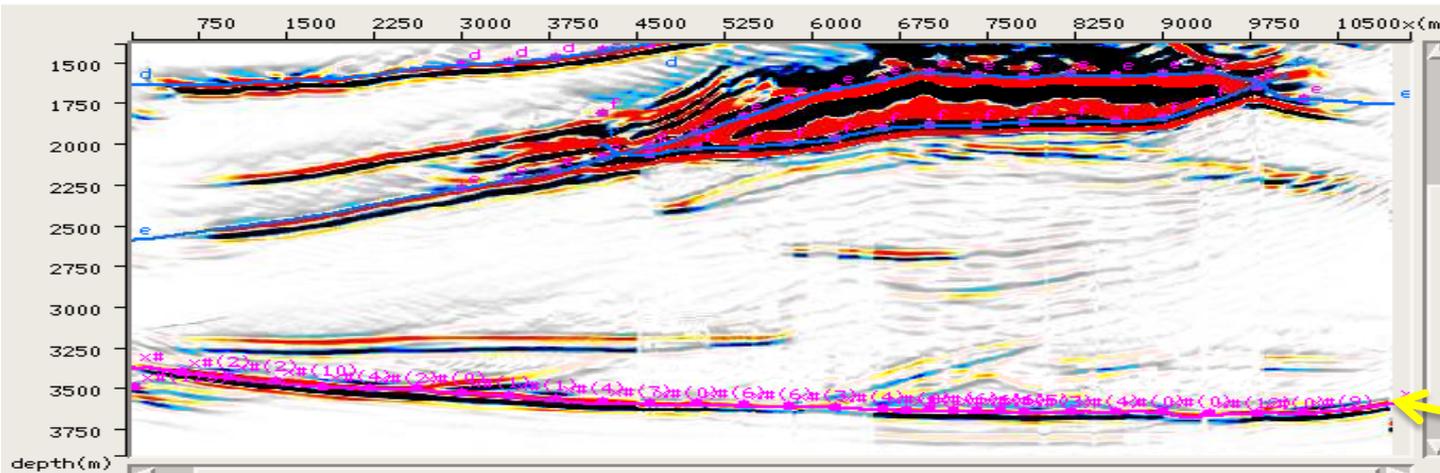


Inline 226



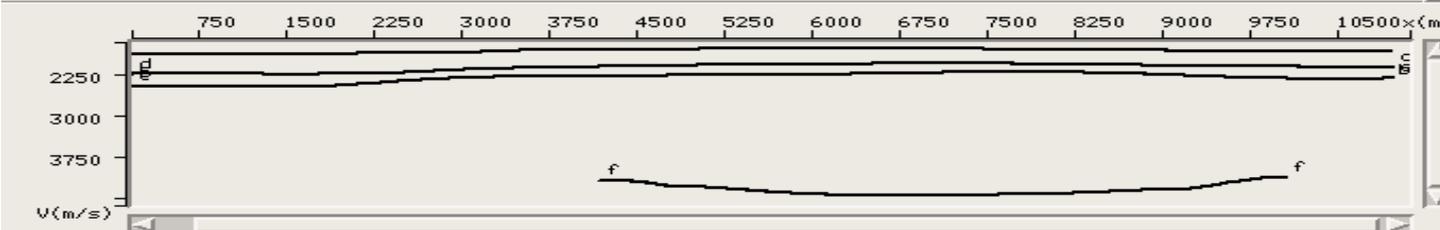
Crossline  
660

# Результат кинематико-динамического преобразования для последнего горизонта

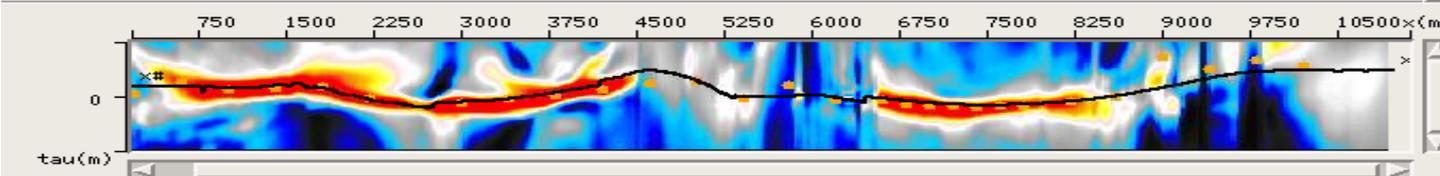


Результат новой  
глубинной миграции  
(скорость в слое ниже  
соли 2300 м/с)

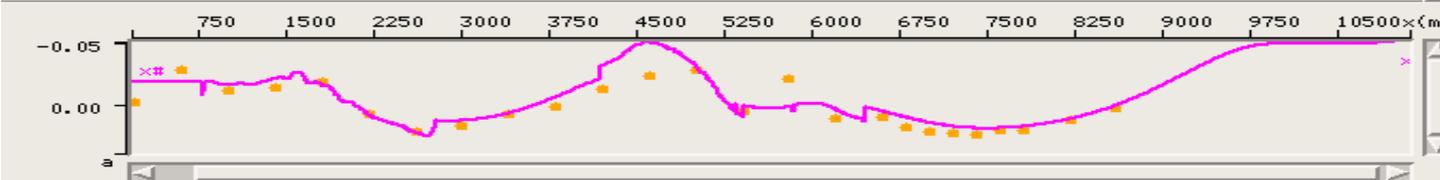
Рассчитанный  
горизонт



Интервальные  
скорости

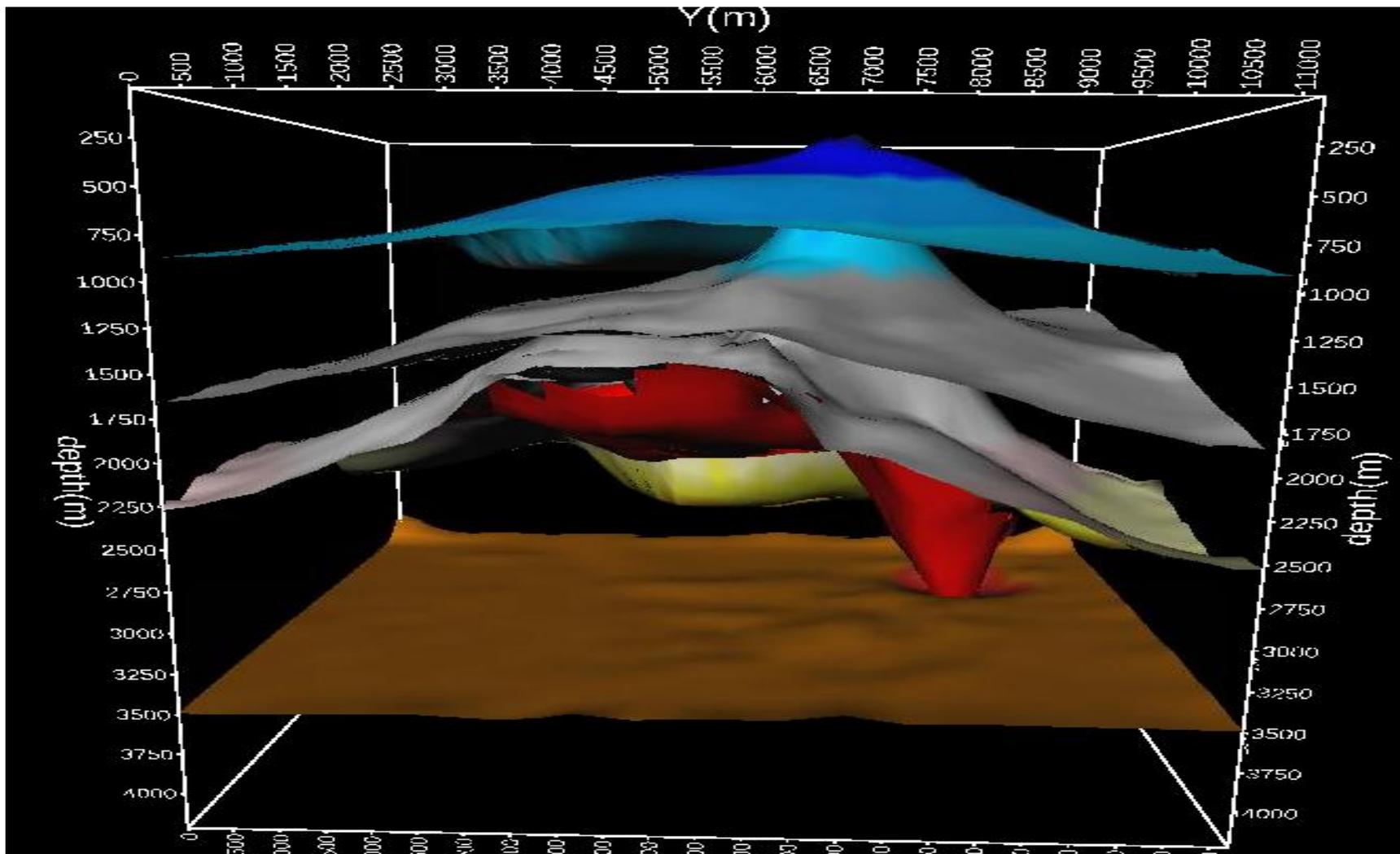


Горизонтно-  
согласованный  
спектр скоростей

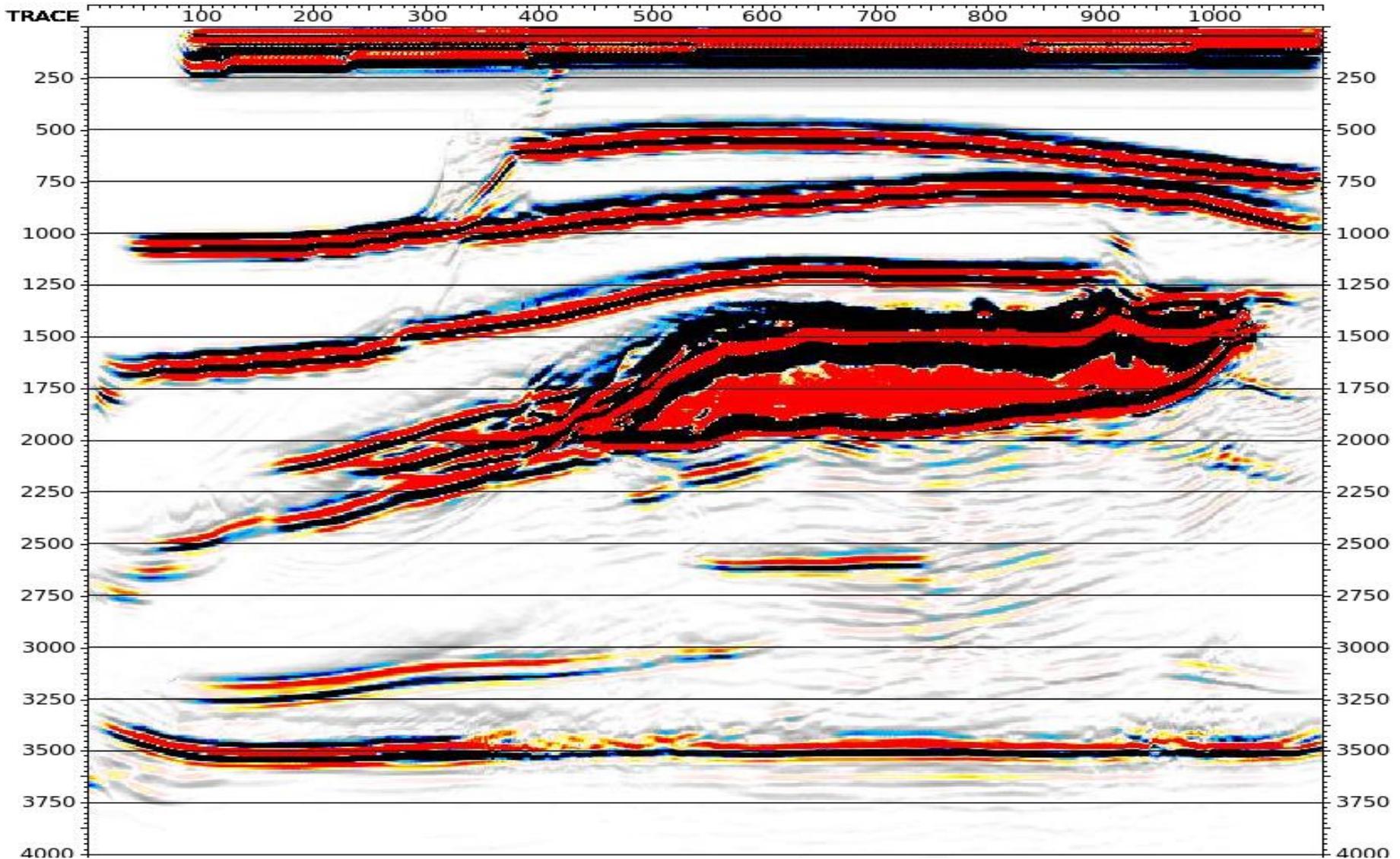


Параметр  
остаточной  
кинематики

# Финальная глубинно-скоростная модель



# Результат глубинной миграции Кирхгофа

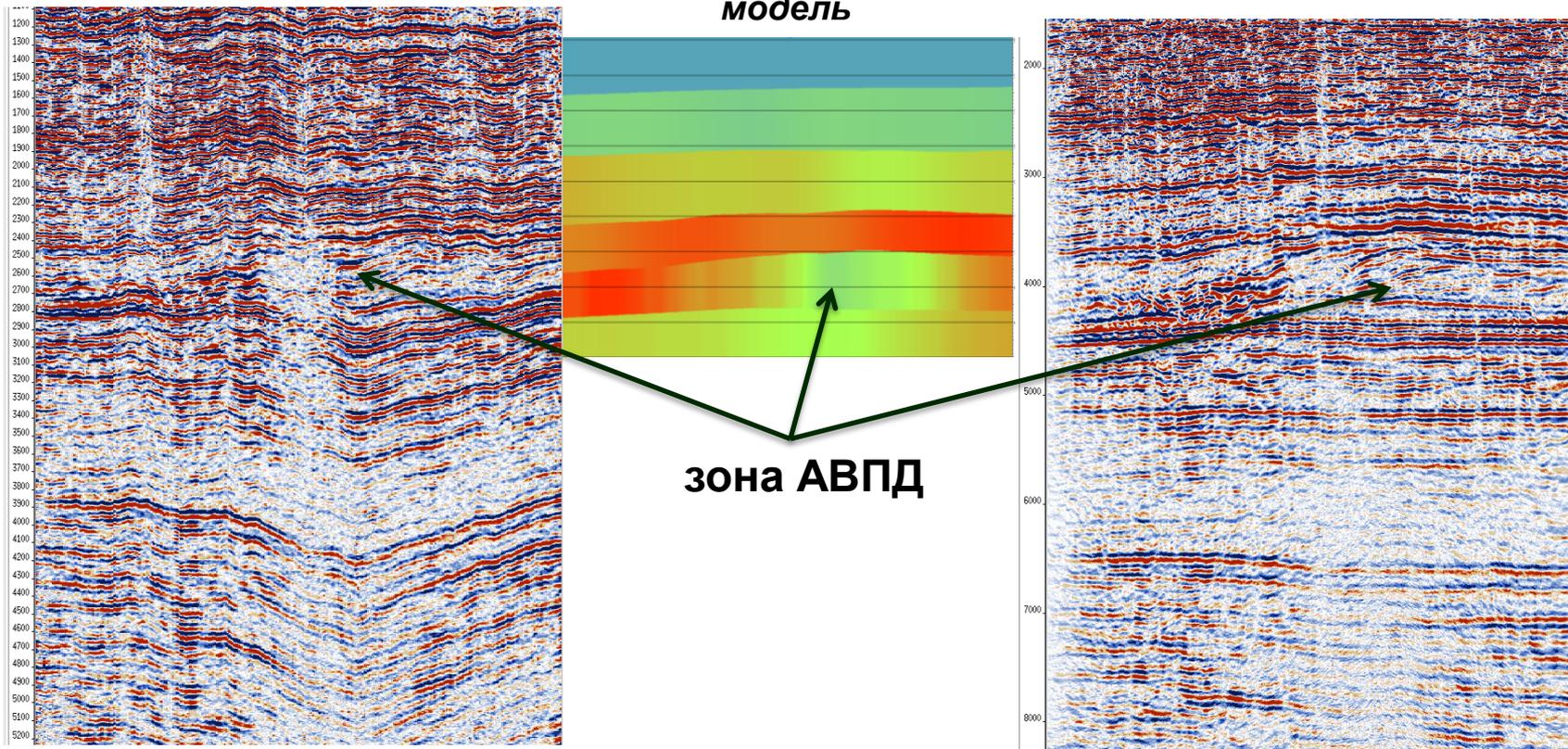


Анализ волнового поля во временной области без привлечения глубинного разреза может привести к ошибочным результатам. В процессе обработки анализируется как временной, так и глубинный разрез.

*Временной разрез*

*Глубинно-скоростная модель*

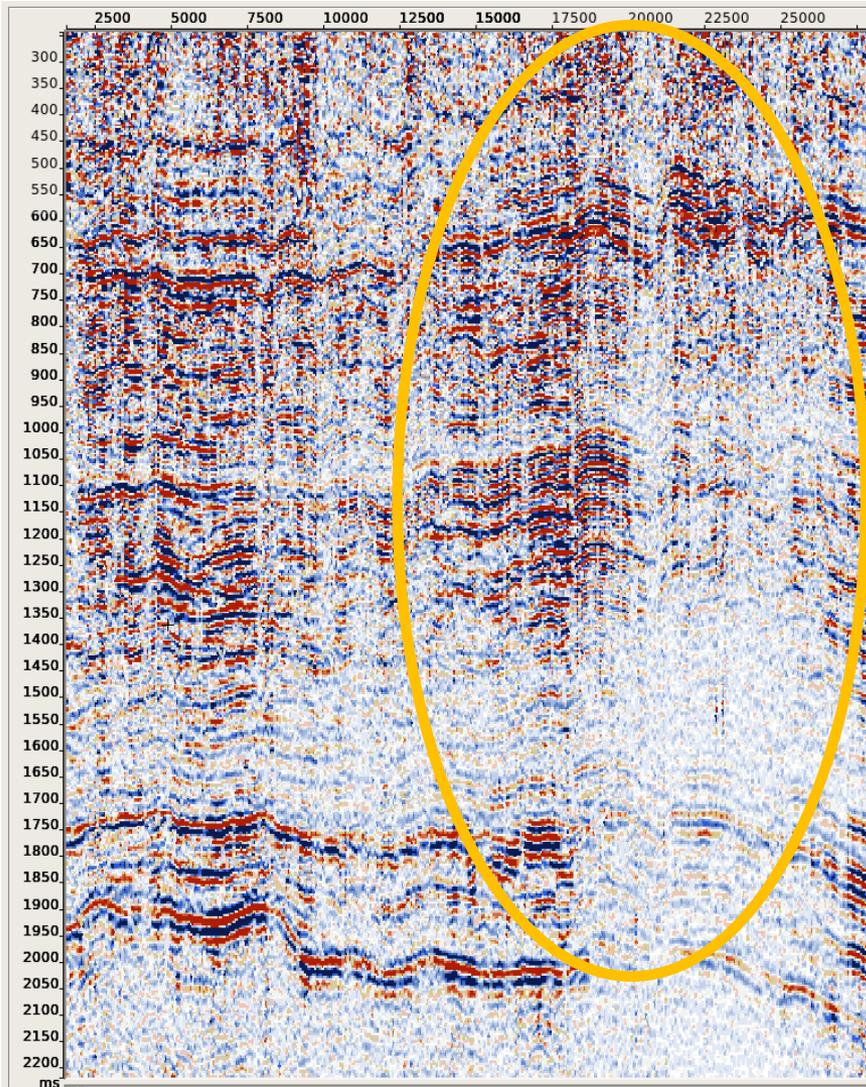
*Глубинный разрез*



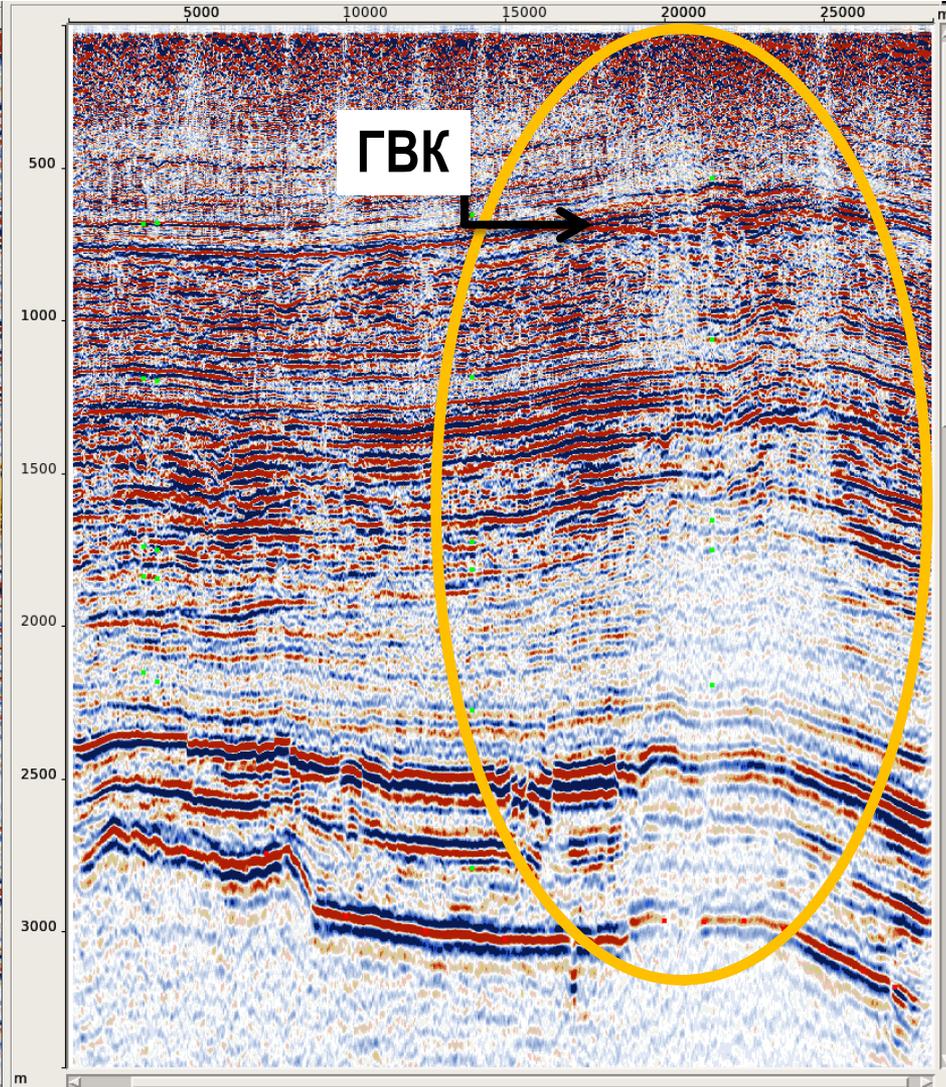
**зона АВПД**

\*АВПД – Аномально Высокое Пластовое Давление

# Западная Сибирь. Учёт влияния газовой залежи

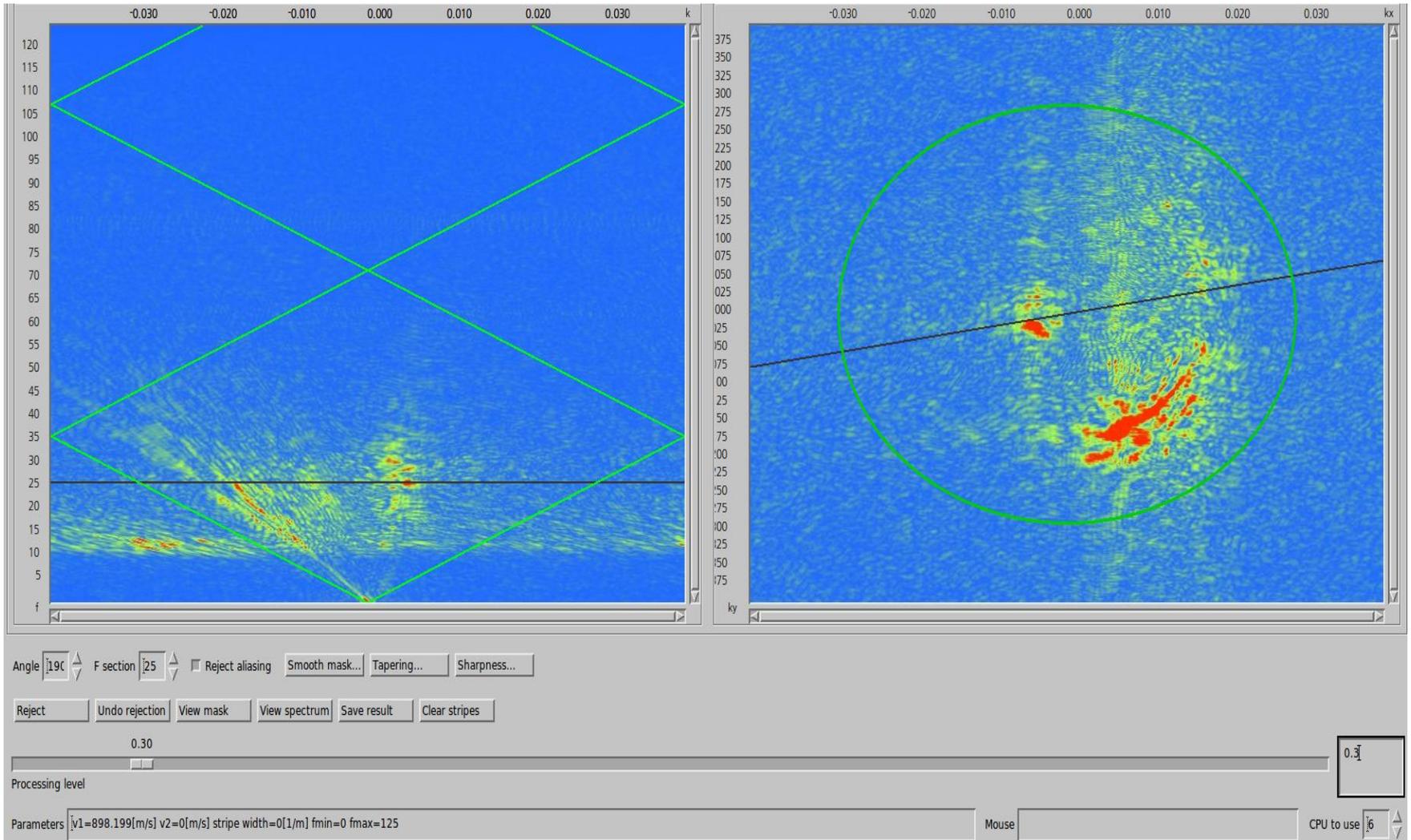


*Временной разрез*



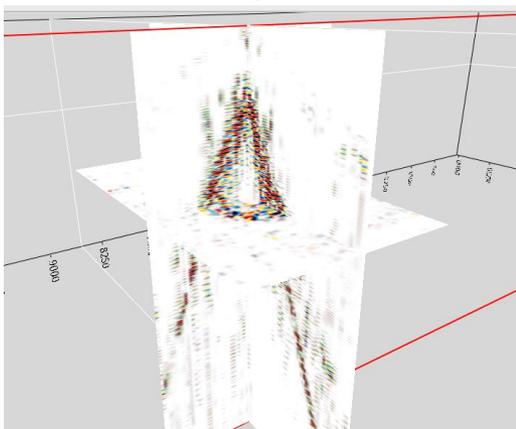
*Глубинная миграция*

# Вертикальное и горизонтальное сечение 3D FK-спектра по cross spread

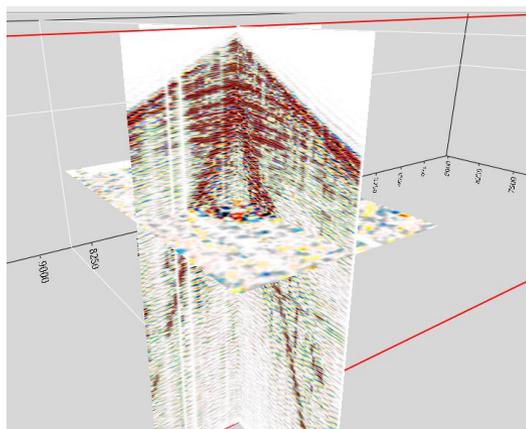


# Подавление помех на кросс-спредах

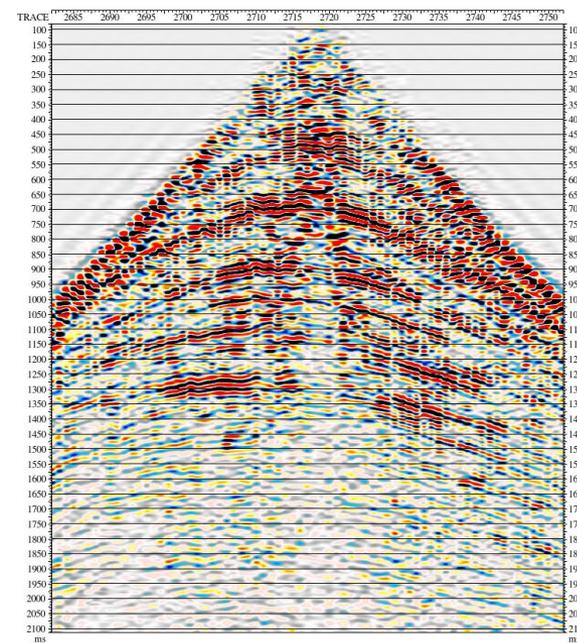
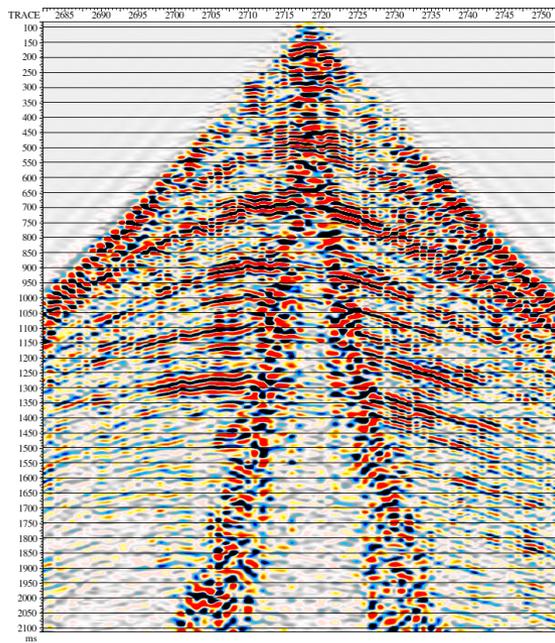
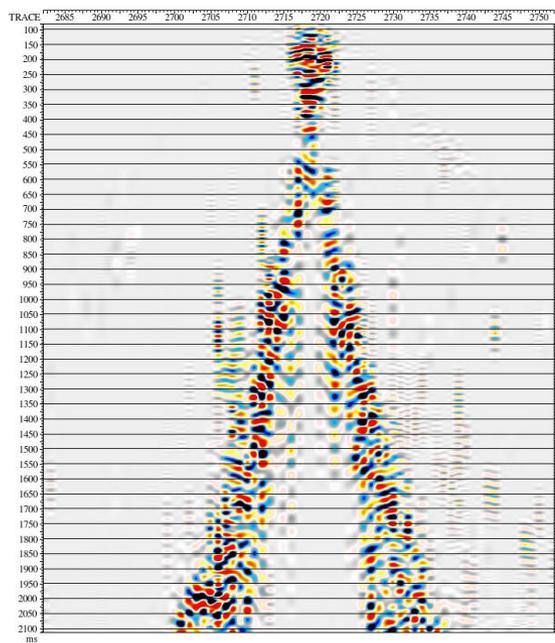
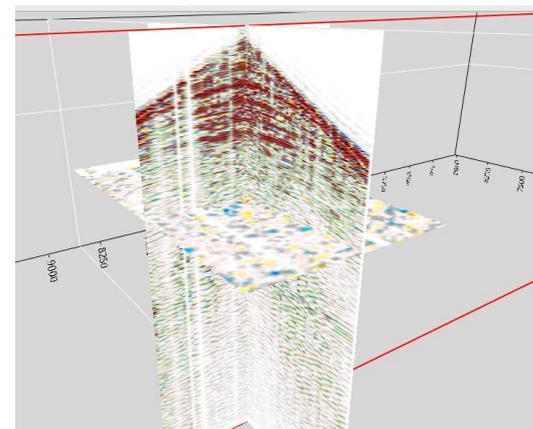
**Модель шумов**



**Исходные данные**



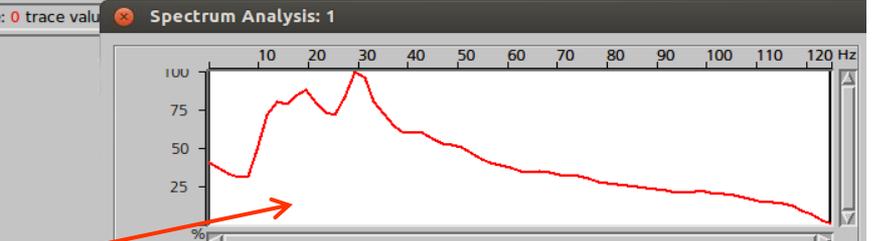
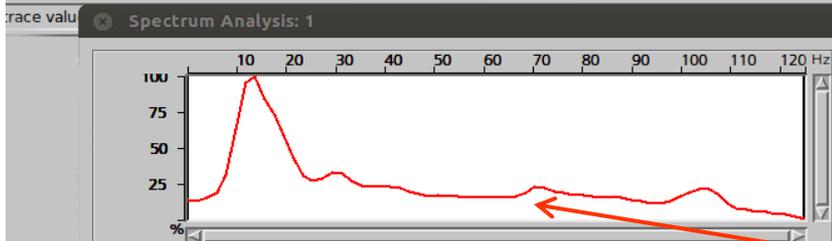
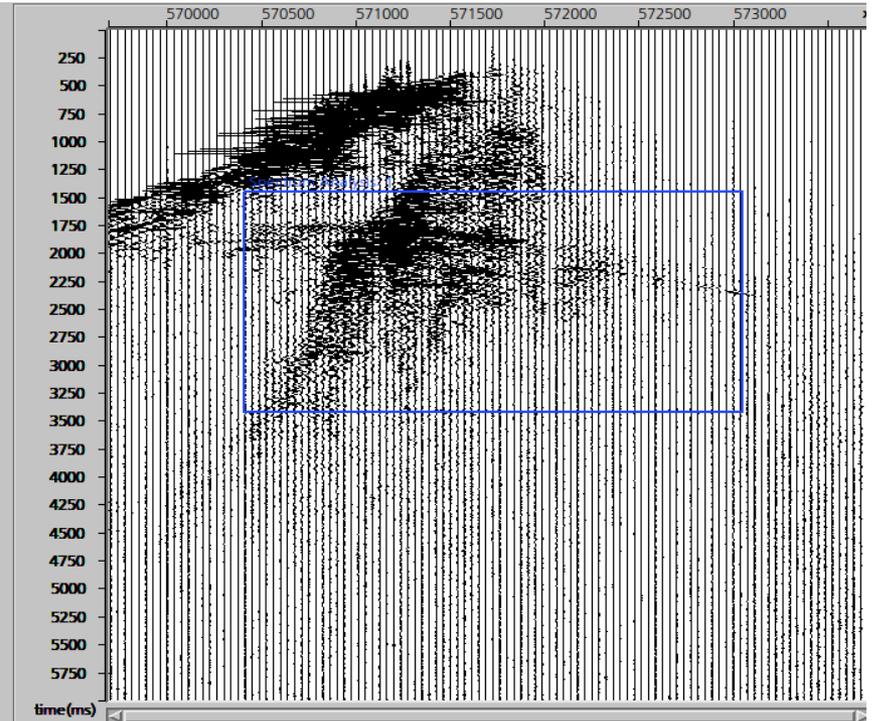
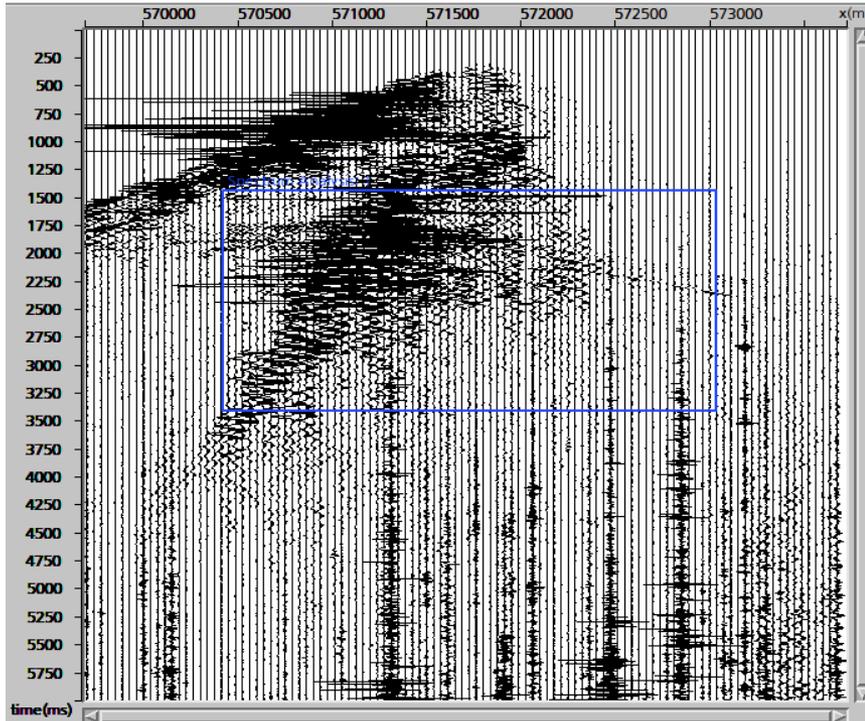
**Результат**



# Результат предварительного шумоподавления по cross spread

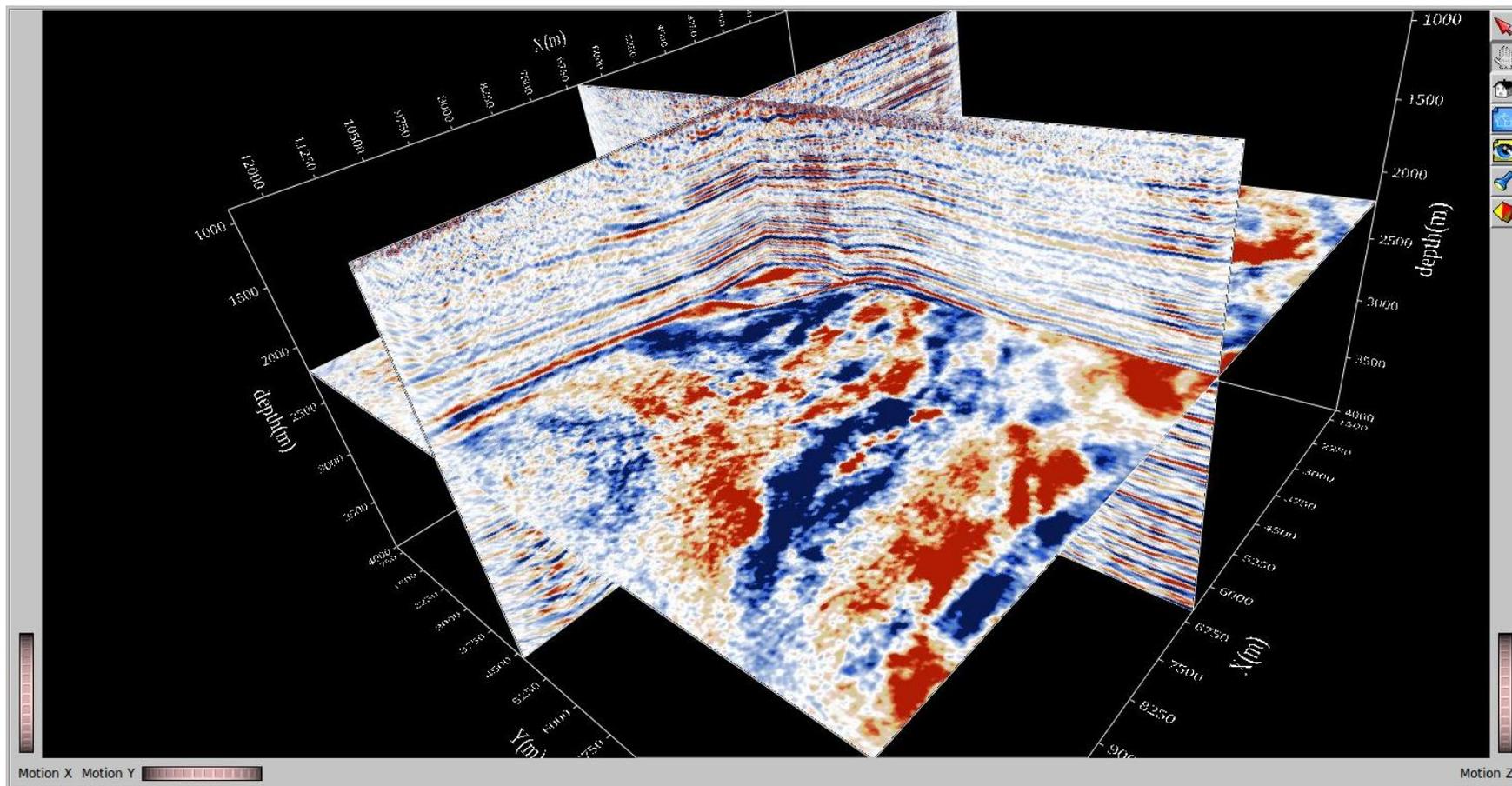
Исходное волновое поле

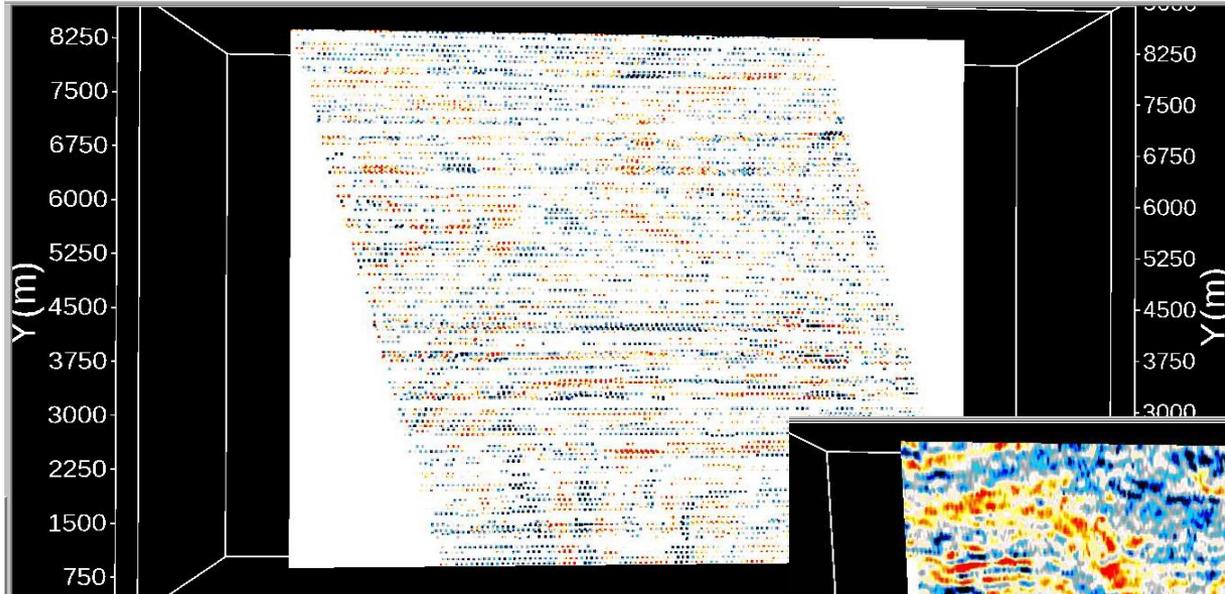
Волновое поле после процедур шумоподавления



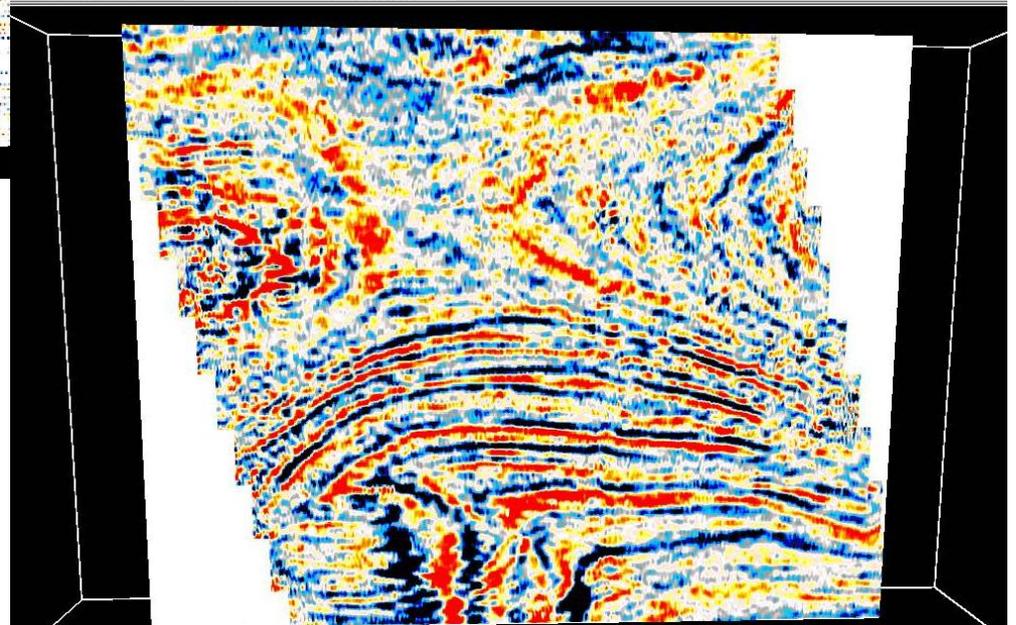
Амплитудно-частотные спектры в выделенном окне

# Пример глубинной миграции высокоплотных данных в Восточной Сибири



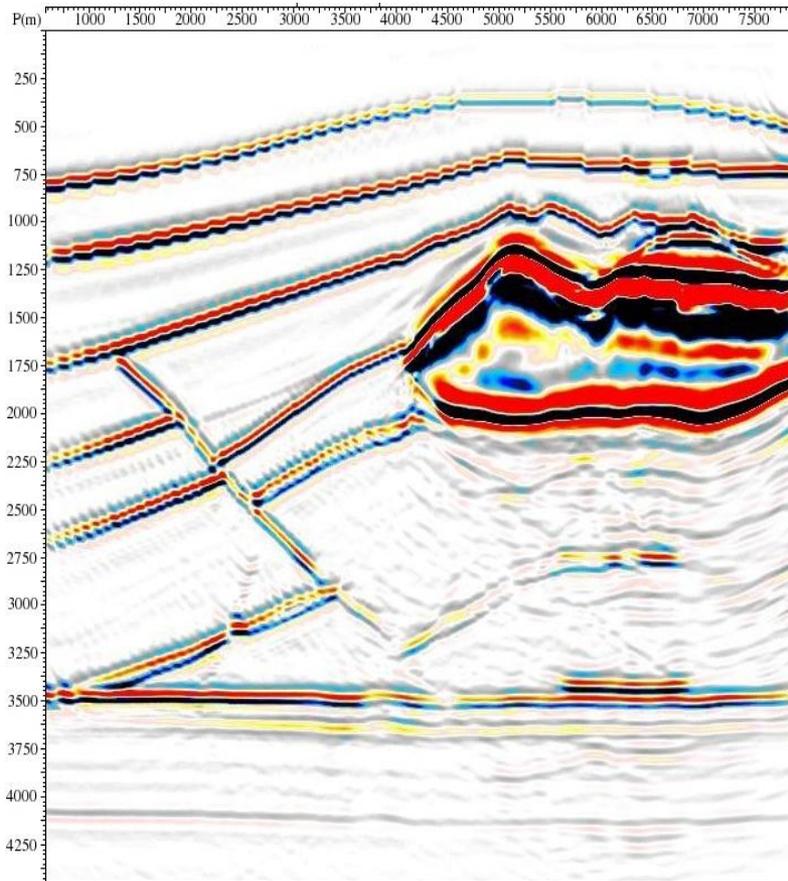


*До регуляризации*

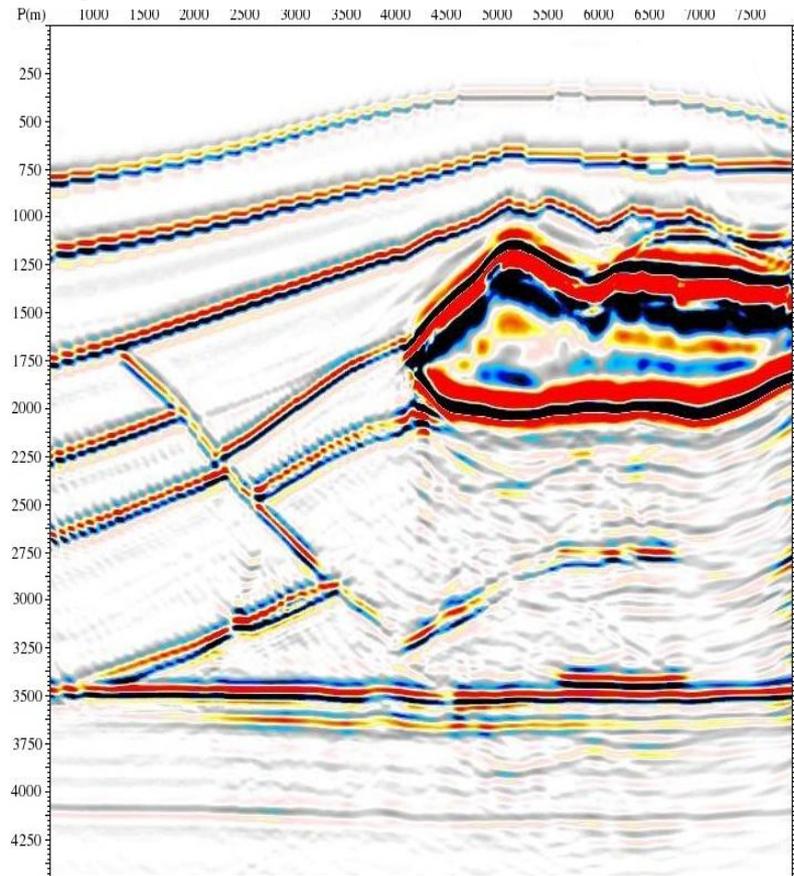


*Результат регуляризации*

*Амплитуды после миграции*

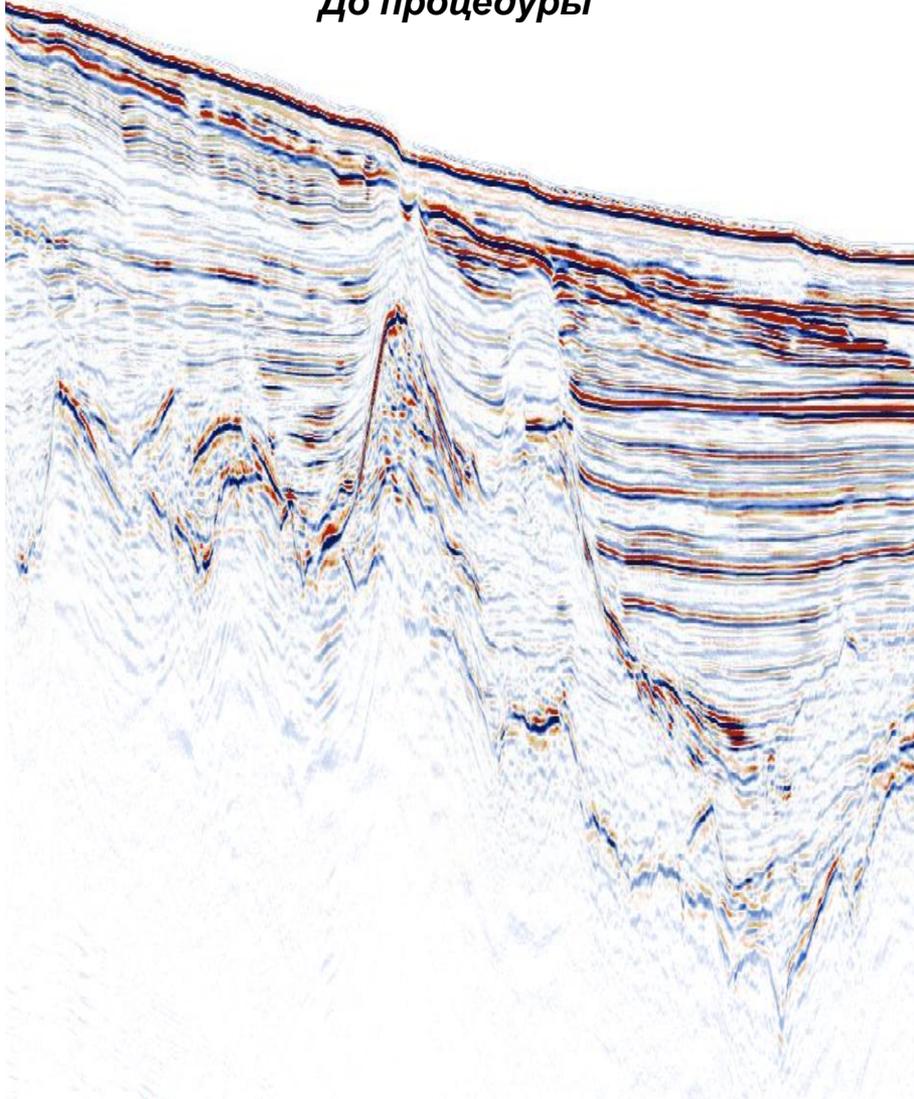


*Восстановленные амплитуды в результате учета коэффициентов прохождения*

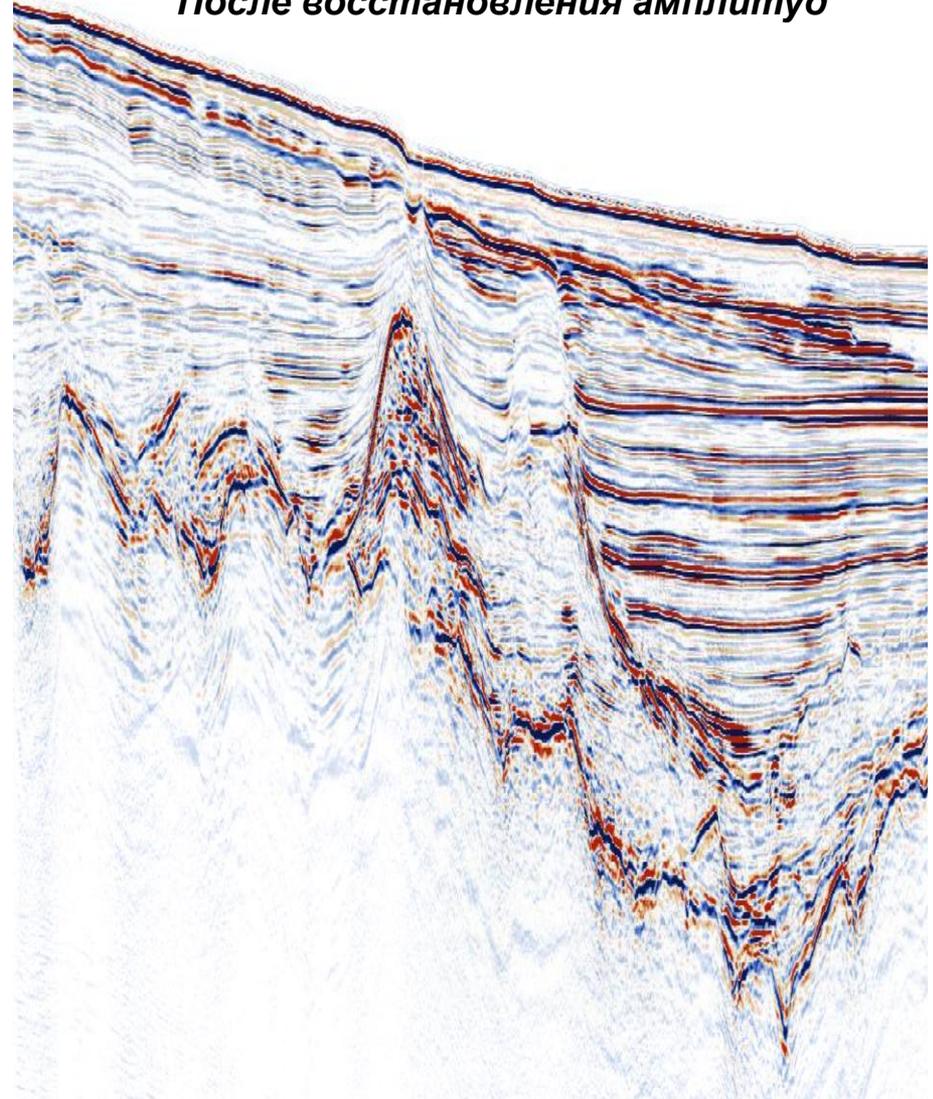


# Восстановление амплитуд после глубинной миграции 3Д-данных

*До процедуры*



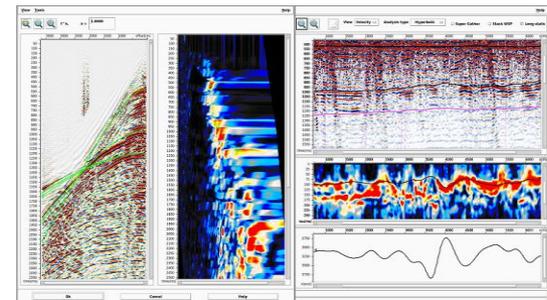
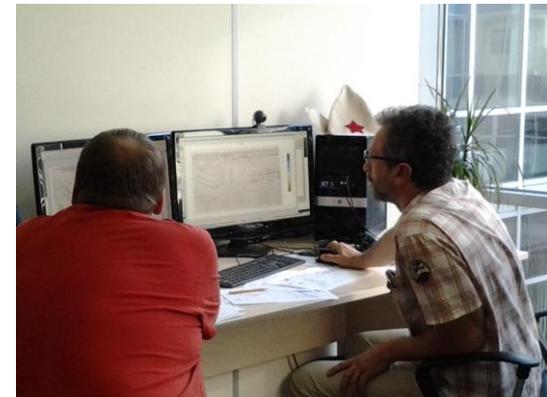
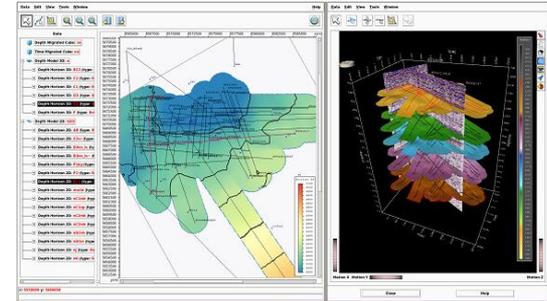
*После восстановления амплитуд*





**Высокий уровень R&D - это воплощение многолетнего опыта наших обработчиков, проведённых научных исследований и длительного взаимодействия с иностранными геофизиками в стремлении добиться наилучшего результата при решении как стандартных, так и сложных задач сейсмической обработки.**

- 🇷🇺 Более 20 лет научных исследований и разработки ПО в области обработки сейсмических данных;
- 🇷🇺 Опыт длительного сотрудничества с западными геофизиками, совместная разработка ПО с компанией Statoil;
- 🇷🇺 Среди наших сотрудников несколько кандидатов наук, высококвалифицированные разработчики геофизического программного обеспечения, геофизики с опытом полевых работ и большим стажем практической работы в области интерпретационной обработки сейсмических данных в различных геологических условиях;
- 🇷🇺 **Нестандартные решения - разработка методик и алгоритмов под цели и задачи конкретных проектов Заказчика, в том числе непосредственно в процессе выполнения проектов;**
- 🇷🇺 Оперативная поддержка пользователей российскими специалистами в едином часовом поясе и на русском языке.



**Генеральный директор - Мосяков Дмитрий Евгеньевич**  
моб. тел. +7 (985) 929-41-42, e-mail: [d.mosyakov@yandex-terra.ru](mailto:d.mosyakov@yandex-terra.ru),

**Главный геофизик - Силаенков Олег Александрович**  
моб. тел. +7 (916) 795-77-15, e-mail: [o.silaenkov@yandex-terra.ru](mailto:o.silaenkov@yandex-terra.ru),

**Главный геолог - Обухова Мария Александровна**  
моб. тел. +7 (916) 393-4387, e-mail: [m.obukhova@yandex-terra.ru](mailto:m.obukhova@yandex-terra.ru),

**Директор департамента разработки алгоритмического и программного обеспечения - Фиников Дмитрий Борисович**  
моб. тел. +7 (919) 970-58-03, e-mail: [d.finikov@yandex-terra.ru](mailto:d.finikov@yandex-terra.ru)

**Директор департамента интерпретационной обработки сейсмических данных - Кузнецов Иван Константинович**  
моб. тел. +7 (916) 363-51-72, e-mail: [i.kouznetsov@yandex-terra.ru](mailto:i.kouznetsov@yandex-terra.ru)

**Директор по маркетингу - Соловьёва Инна Викторовна**  
моб. тел. +7 (985) 266-84-87, e-mail: [i.solovyeva@yandex-terra.ru](mailto:i.solovyeva@yandex-terra.ru)

**Директор по развитию бизнеса - Сидельников Александр Сергеевич**  
моб. тел. +7 (916) 440-12-89, e-mail: [a.sidelnikov@yandex-terra.ru](mailto:a.sidelnikov@yandex-terra.ru)

## Адрес офиса:

115114, Россия, Москва, Дербеневская набережная, 11,  
БЦ Полларс (Pollars), офис А-612  
Тел: +7 (495) 943-47-70  
E-mail: [mail@yandex-terra.ru](mailto:mail@yandex-terra.ru)  
[www.yandex-terra.ru](http://www.yandex-terra.ru)



**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ!**

