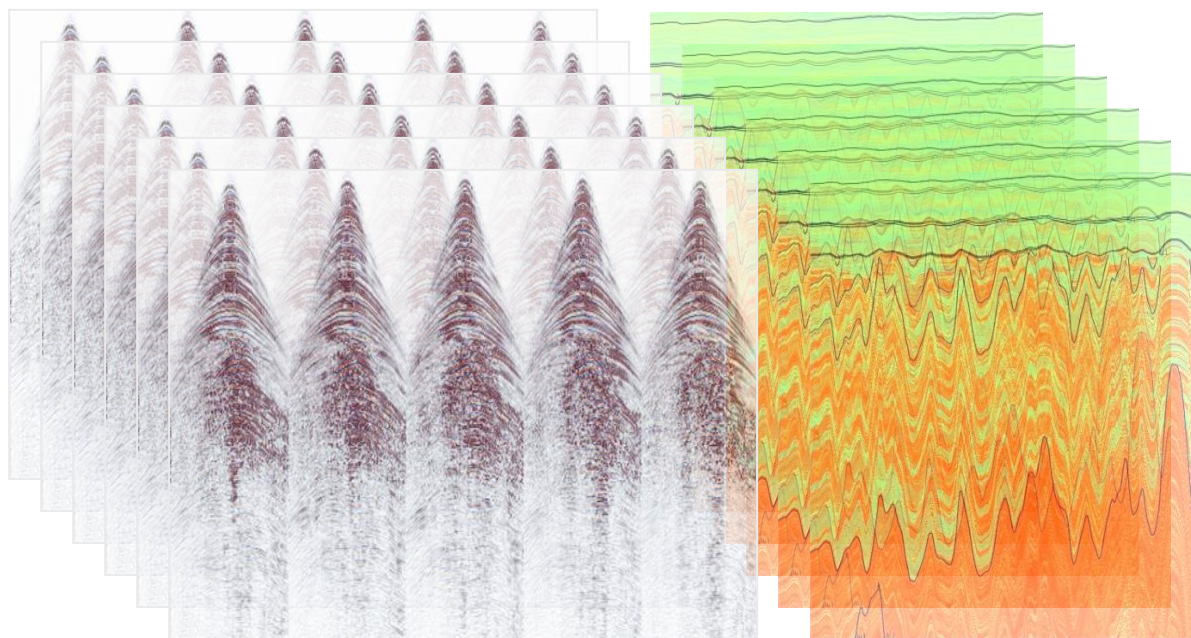




# КАК И ЗАЧЕМ МОДЕЛИРОВАТЬ ВОЛНОВЫЕ ПОЛЯ В СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ



**Кластер  
энергоэффективных  
технологий**

Исследования осуществляются ООО «Сейсмотек» при грантовой поддержке Фонда "Сколково".



## ВВЕДЕНИЕ

Моделирование сейсмических волновых полей применяется для верификации возможностей обработки:

1. С точки зрения точности структурных построений;
2. С точки зрения сохранения динамических параметров волнового поля с целью последующего решения обратных динамических задач – различных видов инверсии

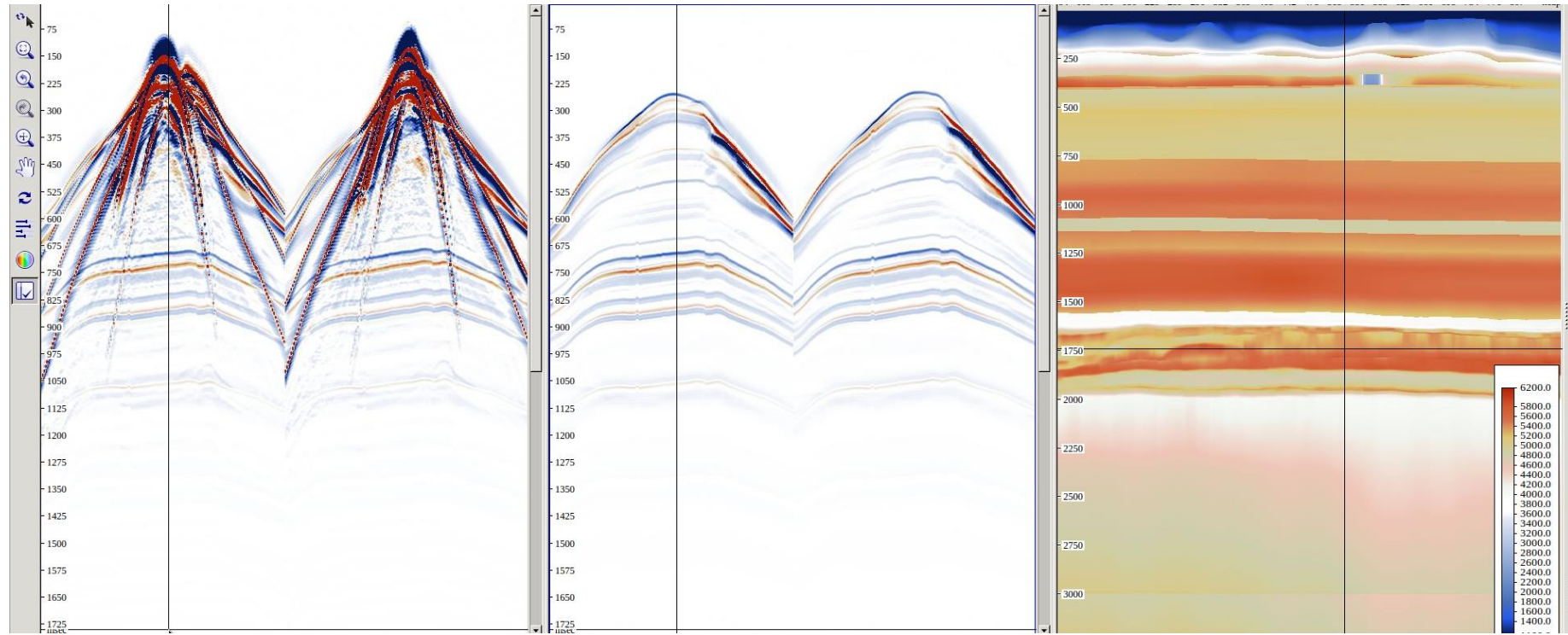
Такого рода проекты являются самостоятельными большими исследовательскими проектами для конкретного региона с его характерными сейсмогеологическими особенностями.

По нашему мнению, такие проекты необходимы для фактической оценки уровня точности результатов процедур обработки и интерпретации сейсмических данных





## ОПЫТ ПОЛНОВОЛНОВОГО 3Д МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕДУР ОБРАБОТКИ/ИНТЕРПРЕТАЦИИ



Полноволновое модельное поле

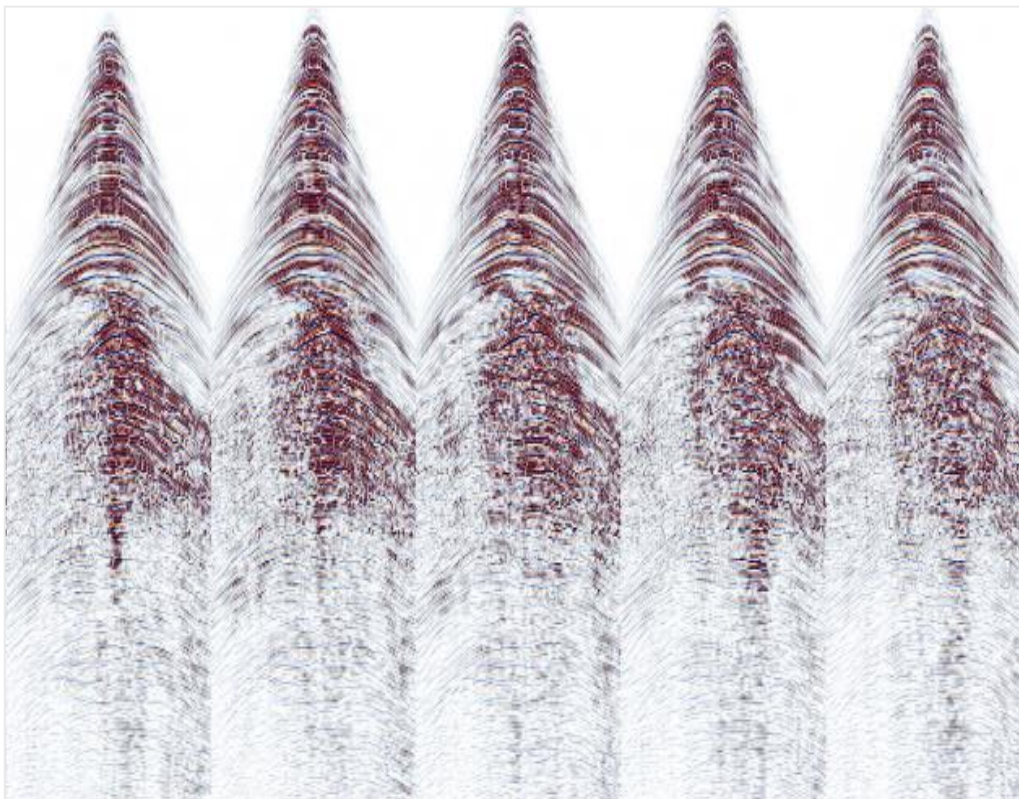
Полезные отражения

Фрагмент ГСМ

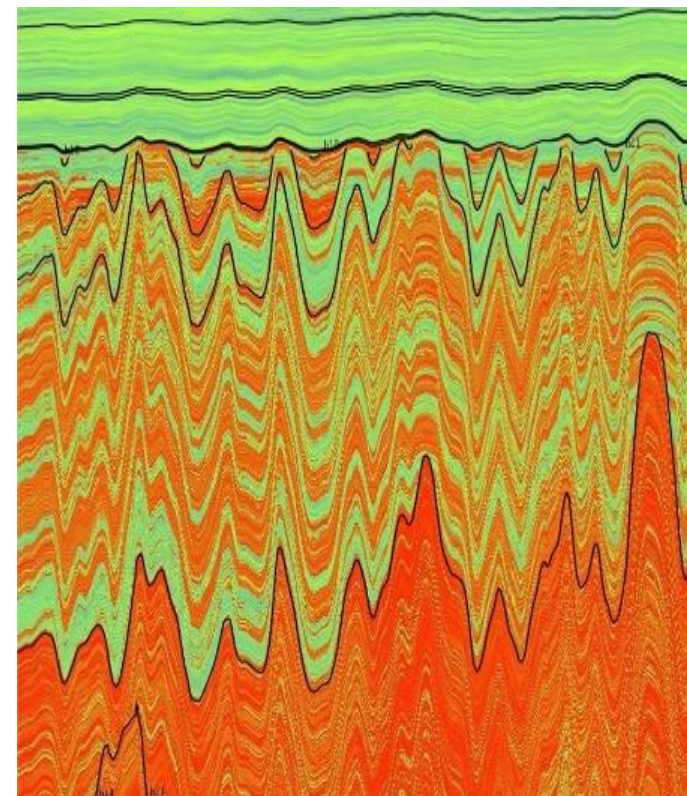




## 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНОВОГО ПОЛЯ



Модельные сейсмограммы



Сечение куба скоростей  
продольных волн



## ДЕМИГРАЦИЯ

Когда ГСМ восстановлена и ответ миграции получен –

На основе методики обращения миграционного оператора Кирхгофа предлагается технология расчета сейсмического волнового поля на исходную геометрию системы наблюдений – Демиграция.

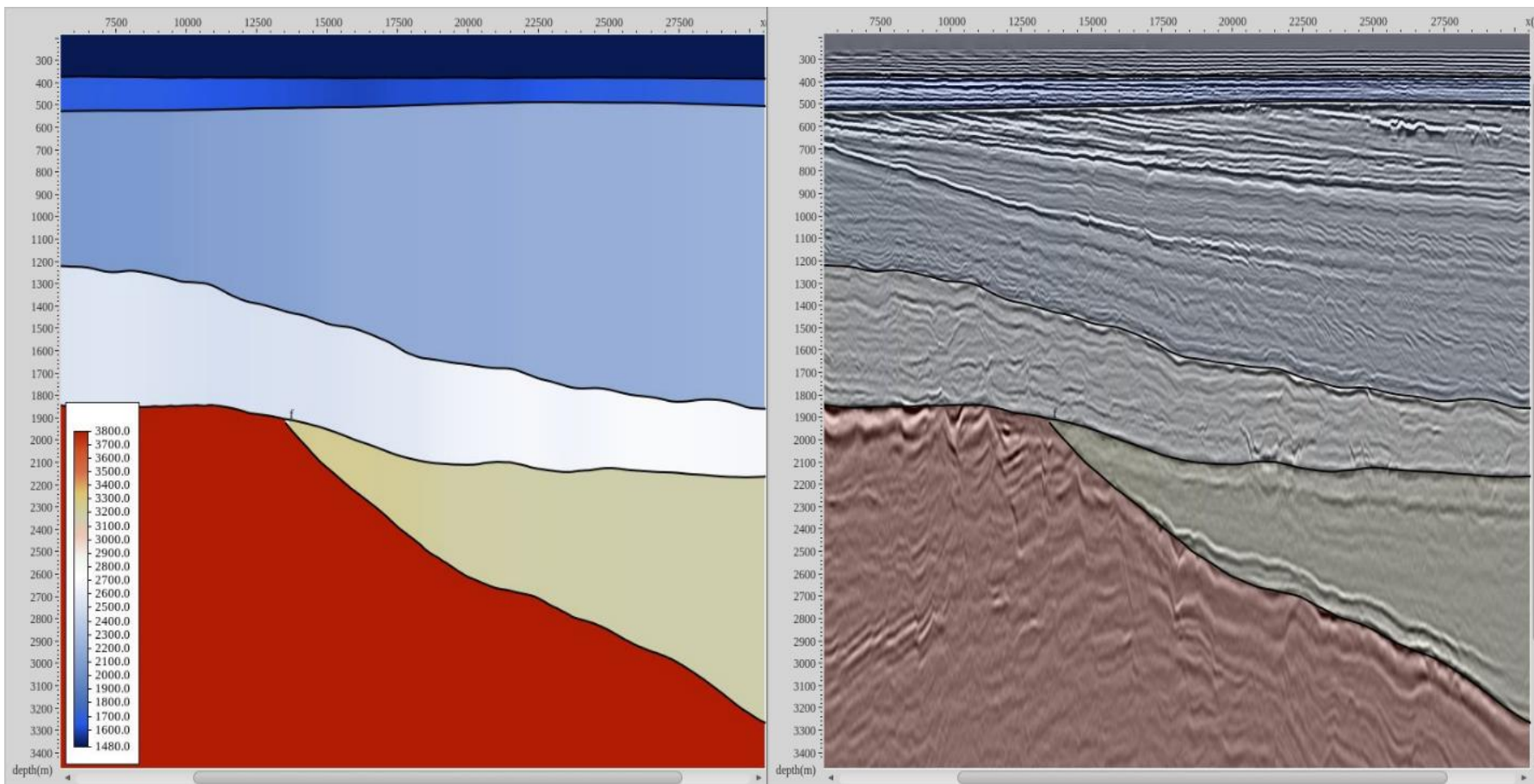
Кинематически такое поле будет соответствовать ГСМ с учетом геометрии локальных структур сейсмических событий на сейсмическом изображении (ответе миграции).

Частотно-амплитудные характеристики будут наследоваться из обработанного ответа миграции.





## ГСМ И РЕЗУЛЬТАТ МИГРАЦИИ





## ЗАЧЕМ НУЖНА ДЕМИГРАЦИЯ?

Ответ Демиграции – модель полезного сигнала (весьма близкая к полезному сигналу наблюдаемого и обрабатываемого волнового поля) с наперед известными характеристиками амплитуд от удаления.

Эти данные возможно использовать:

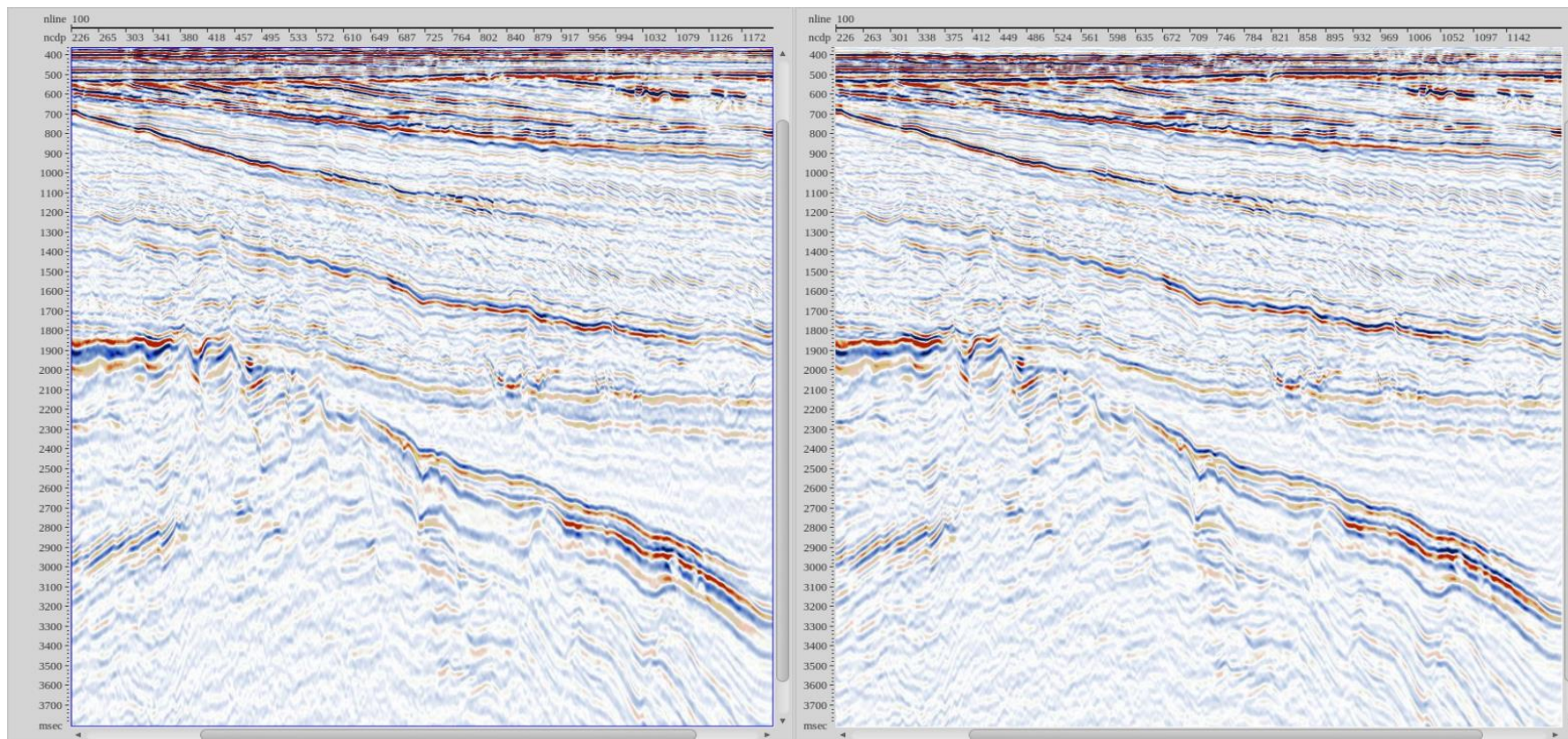
- 1) В качестве малой аддитивной добавки к исходным сейсмограммам для анализа свойств пропускания полезного сигнала процедур шумоподавления;
- 2) Для оценки корректности динамики на выходе миграции - достаточности геометрии наблюдений с точки зрения корректной компенсации геометрического расхождения при выполнении миграции;
- 3) Для компенсации амплитудных (частотно-зависимых?) искажений.







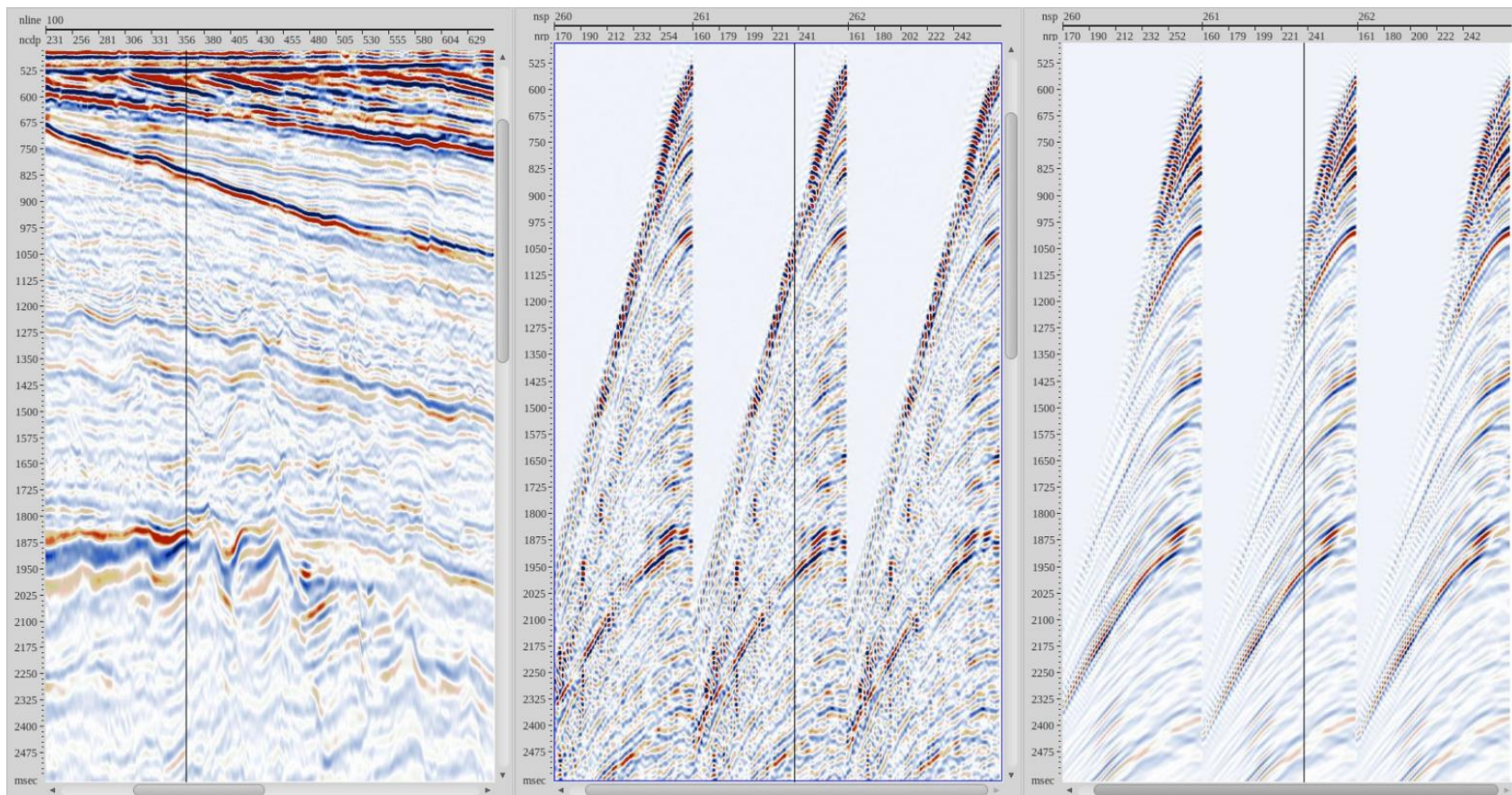
## МИГРАЦИЯ И «ДЕМИГРАЦИЯ»







## МОДЕЛЬНЫЕ И РЕАЛЬНЫЕ СЕЙСМОГРАММЫ



Глубинное изображение

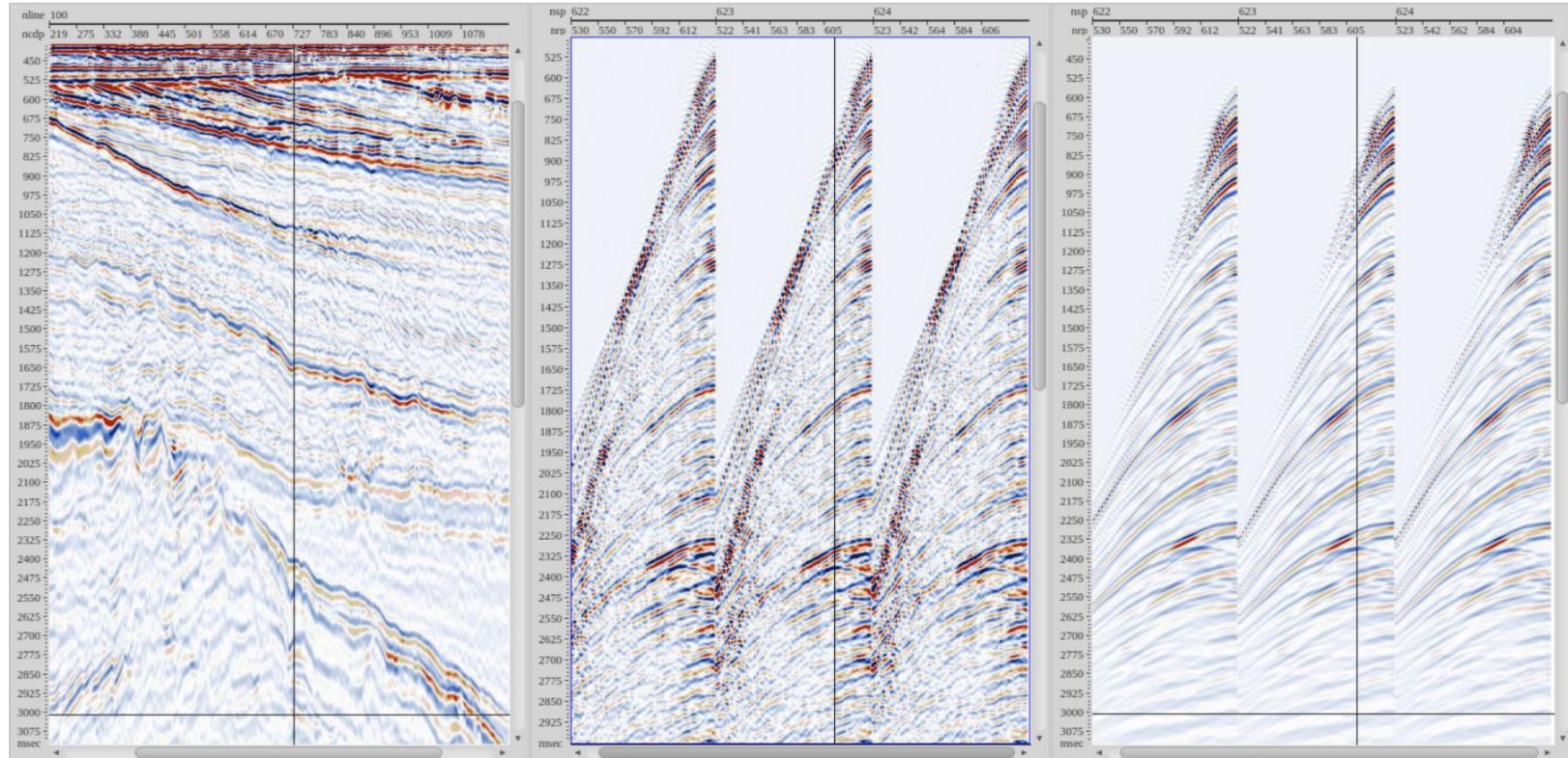
Реальные сейсмограммы

Модельные сейсмограммы  
(результат демиграции)





## ДЕМИГРАЦИЯ: РЕАЛЬНЫЕ И МОДЕЛЬНЫЕ СЕЙСМОГРАММЫ



Глубинное изображение

Реальные сейсмограммы

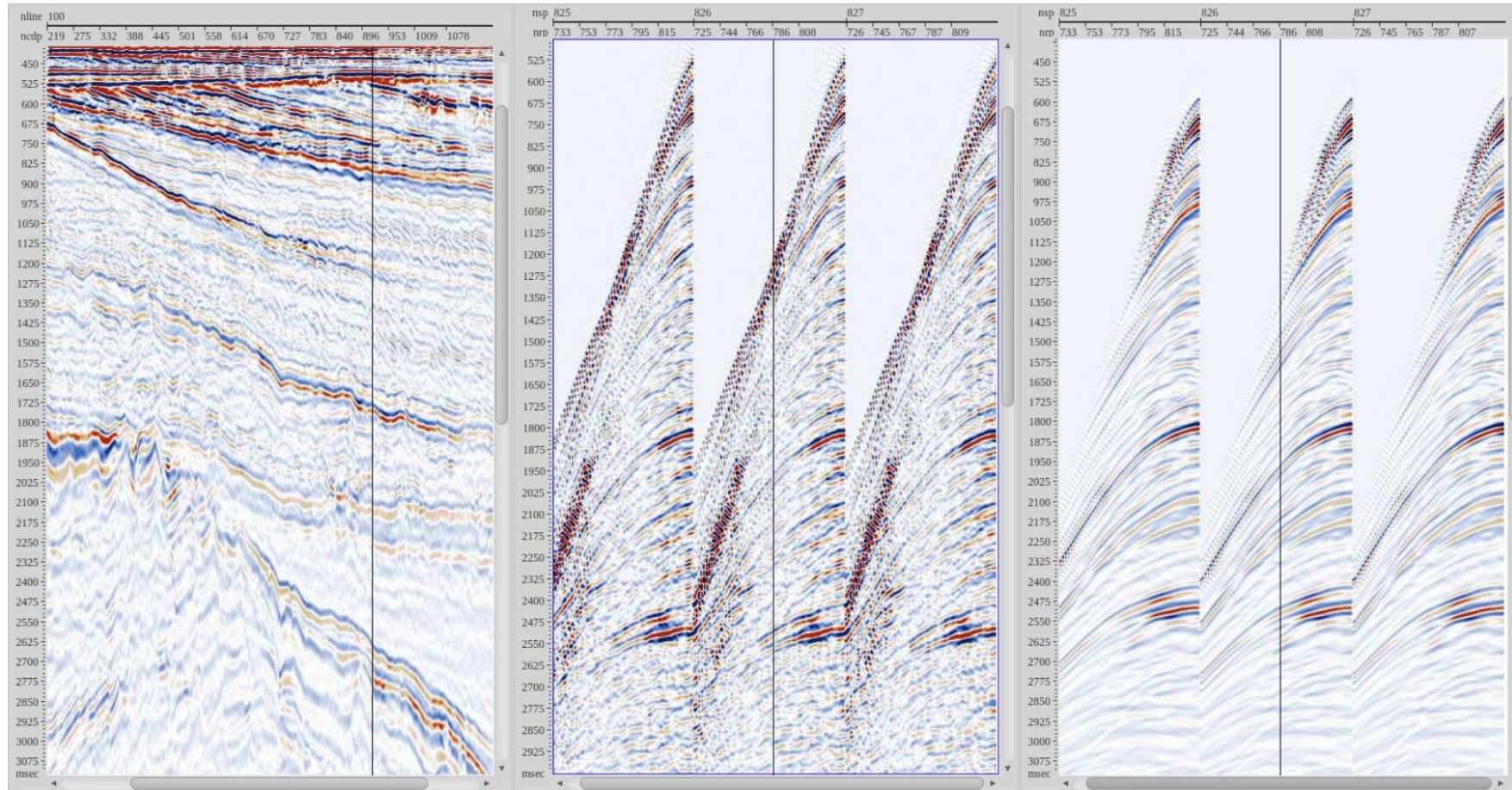
Модельные сейсмограммы

(результат демиграции)





# МОДЕЛЬНЫЕ И РЕАЛЬНЫЕ СЕЙСМОГРАММЫ



Глубинное изображение

Реальные сейсмограммы

Модельные сейсмограммы

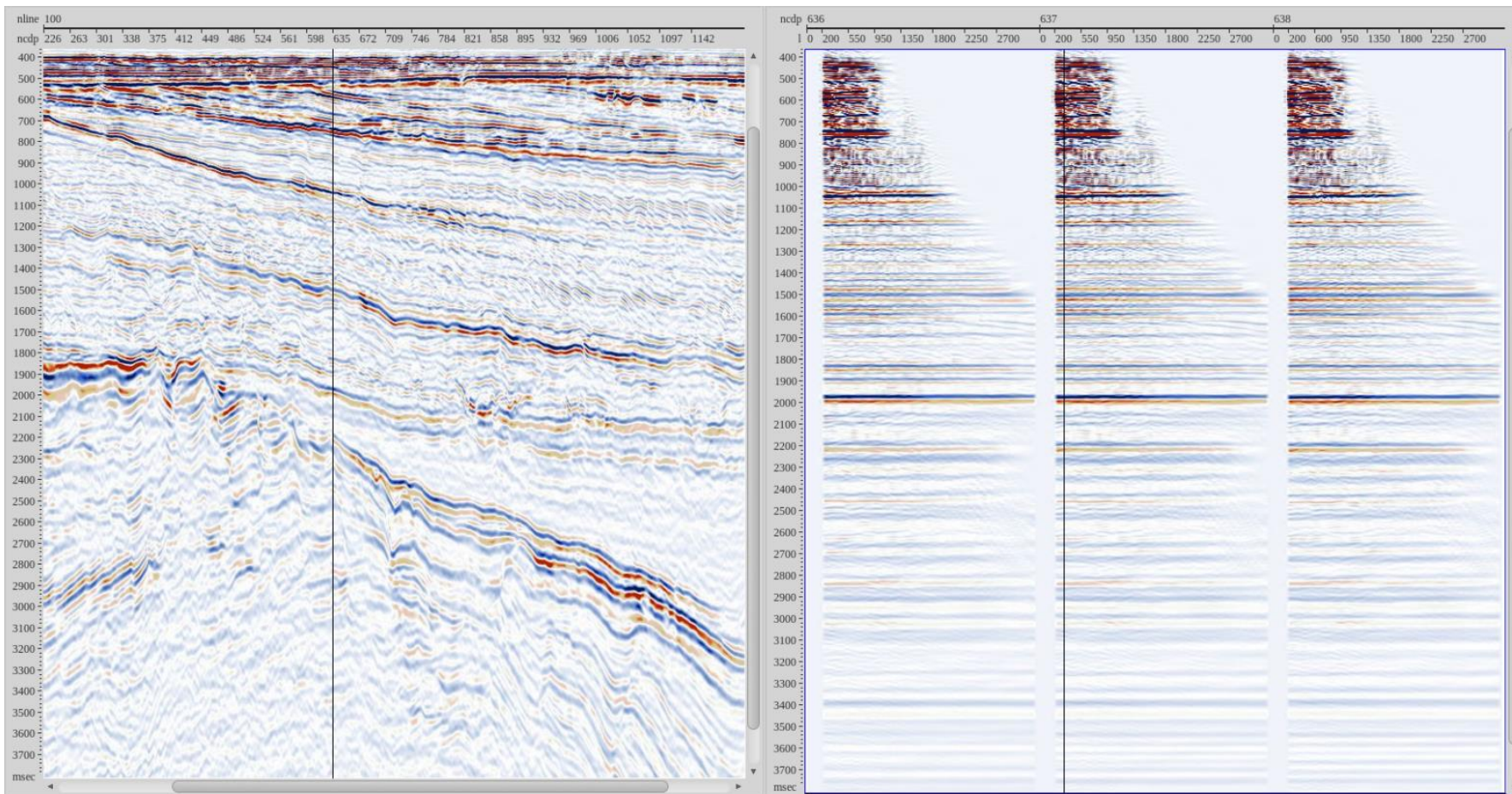
(результат демиграции)







# СЕЙСМОГРАММЫ ОБЩЕЙ ТОЧКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ



Глубинное изображение

Сейсмограммы ОТИ



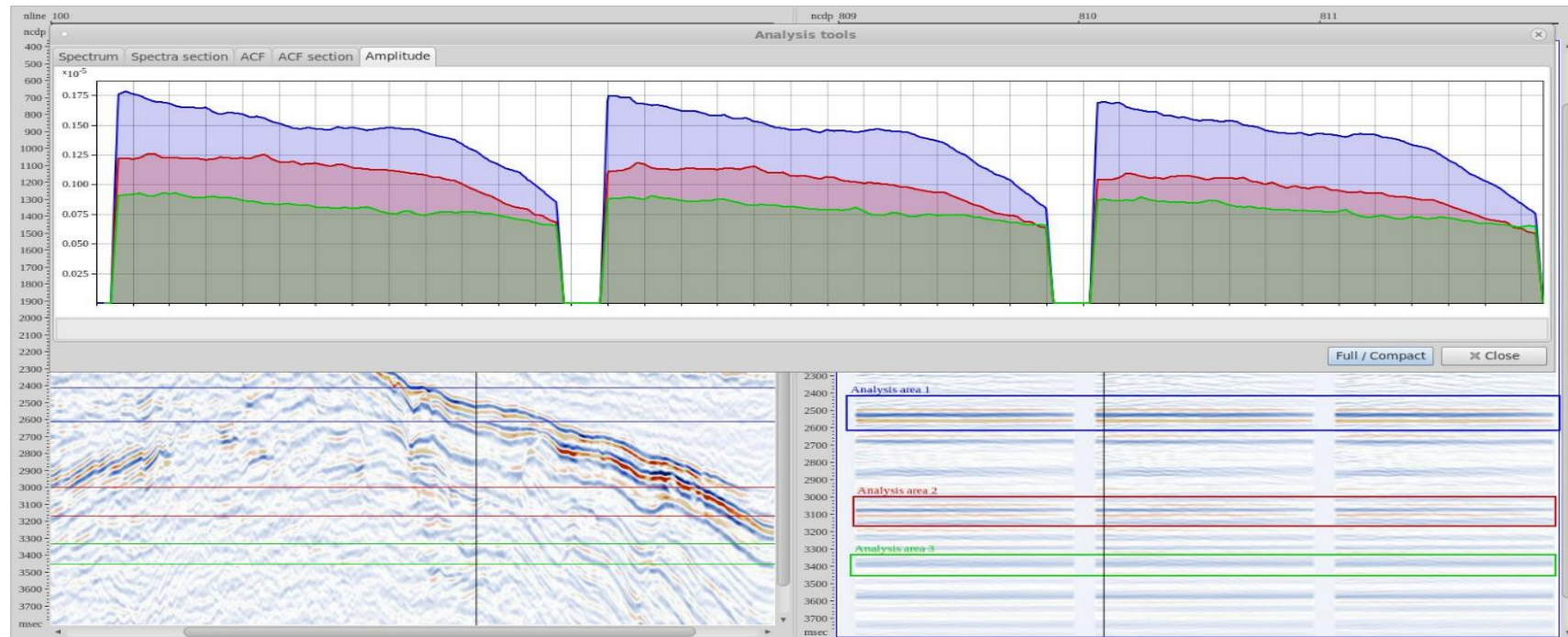
## ОТОБРАЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТА МОДЕЛИРОВАНИЯ В СЕЙСМОГРАММЫ ОБЩЕЙ ТОЧКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Сейсмограммы общей точки изображения в данном случае должны быть «спрямленными по построению», а вот «динамика» зависит от того, насколько достаточно была система наблюдений для получения правильных амплитуд.





## ИСКАЖЕНИЯ АМПЛИТУД ЭТАЛОННОГО ПОЛЯ ПОСЛЕ МИГРАЦИИ

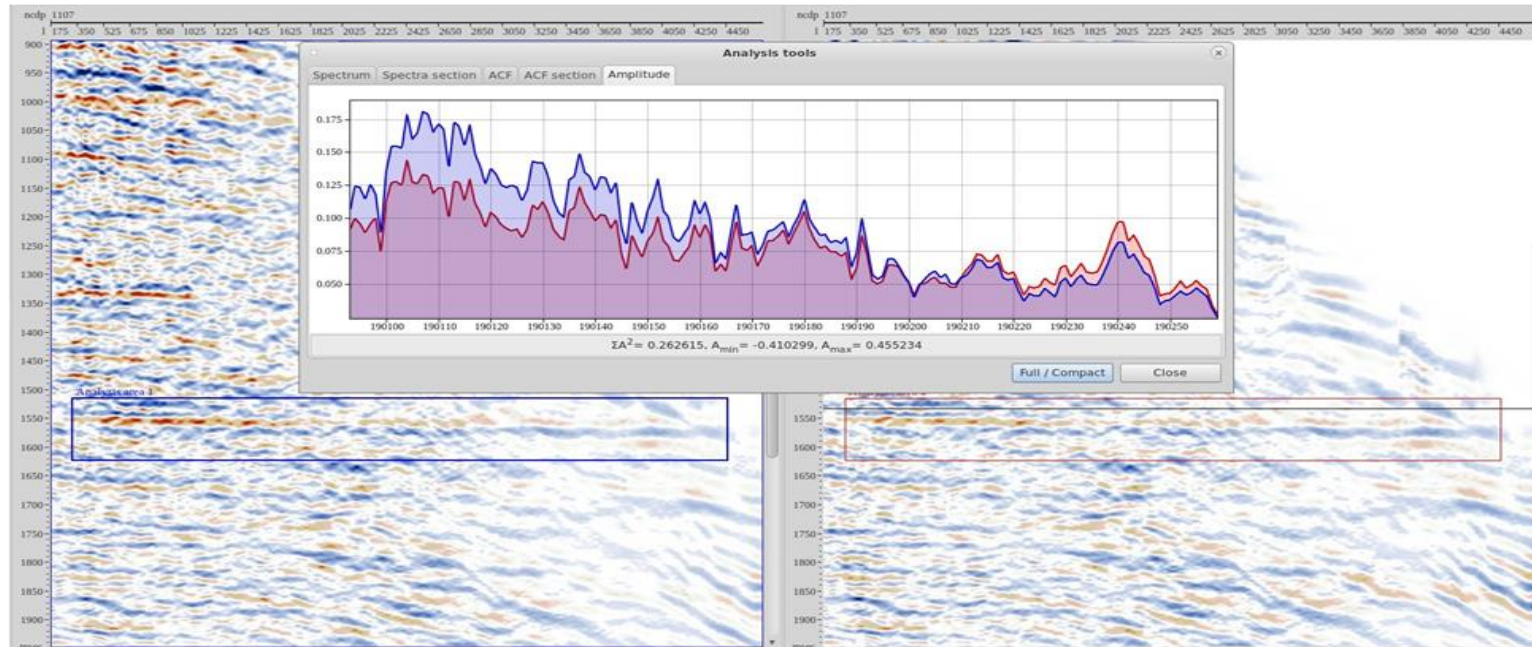


Графики поведения среднеквадратических амплитуд показывают, что для получения правильного результата AVA инверсии необходимо «эталонирование».





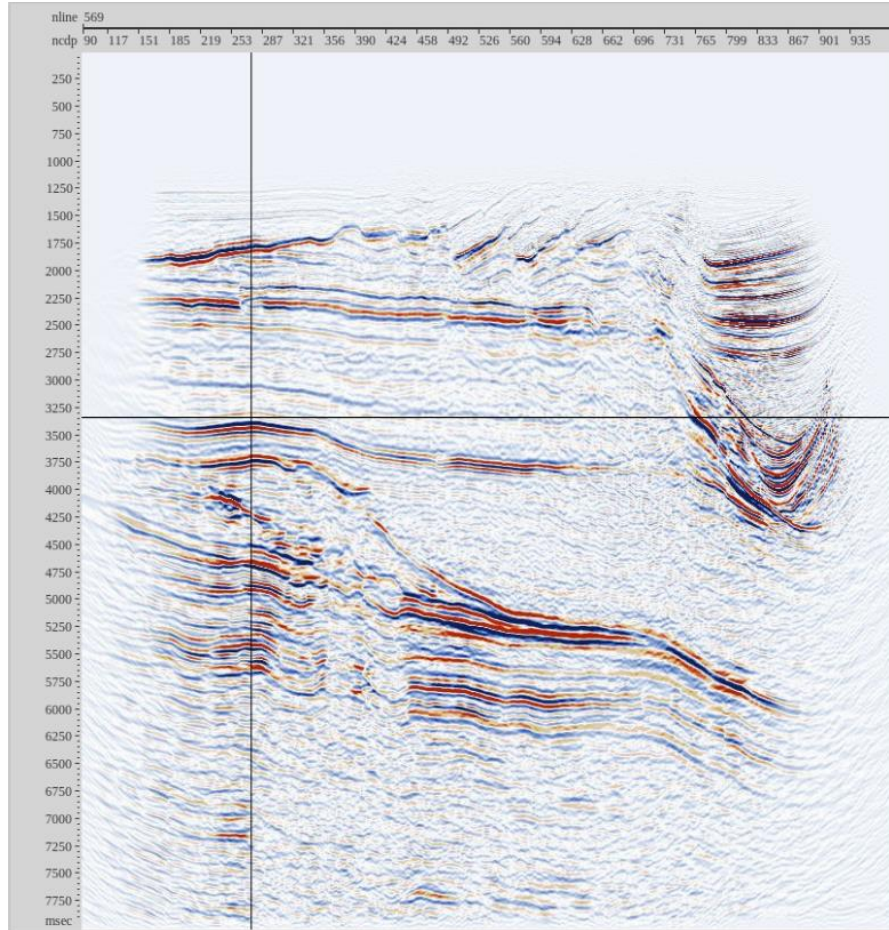
## ПРАКТИЧЕСКИЙ ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ 'ДЕФЕКТА МИГРАЦИИ', РАССЧИТАННОГО ПО ЭТАЛОННОЙ СИНТЕТИКЕ



Применение корректирующих фильтров к реальным данным (фрагмент одной глубинной сейсмограммы). Слева - исходная глубинная сейсмограмма, справа - результат применения фильтров. Как видно, в окне оценки энергии по целевой оси на ближних удалениях энергия понижается, на дальних — немного повышается, в целом общий тренд энергий по целевой оси становится более пологим.

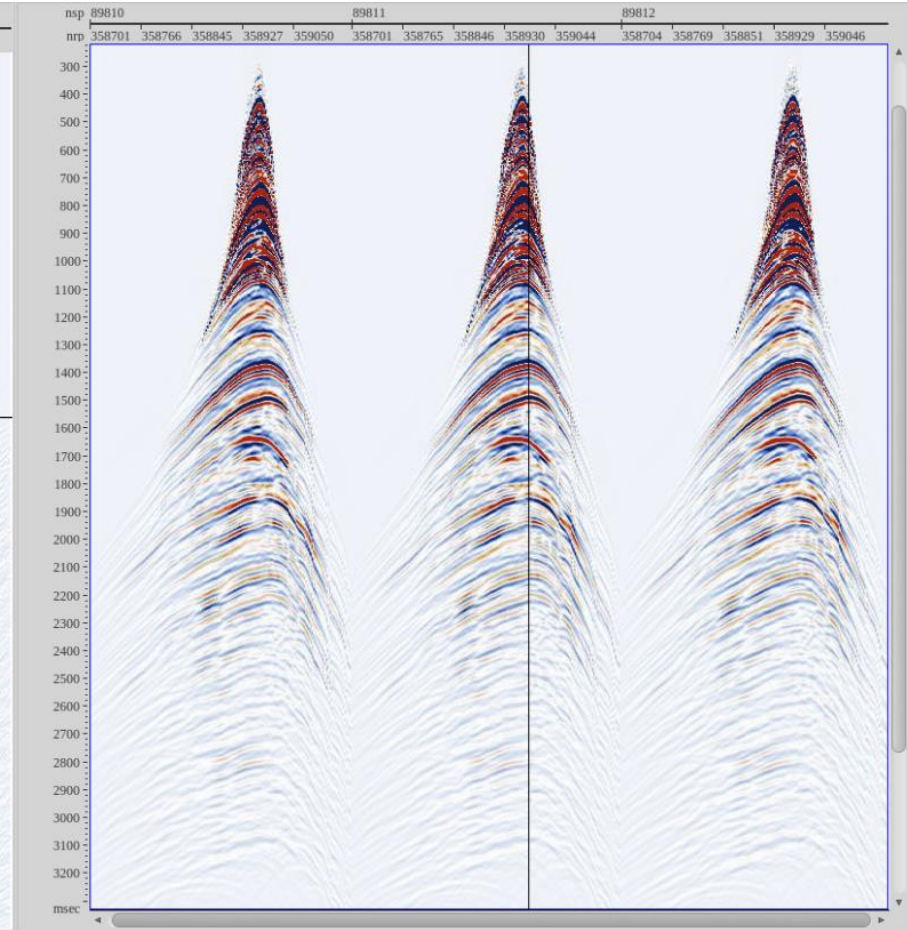


# МОДЕЛЬНЫЕ СЕЙСМОГРАММЫ



1561.679687 time/depth: 3331 trace value: -4.205168e-11

Глубинное изображение



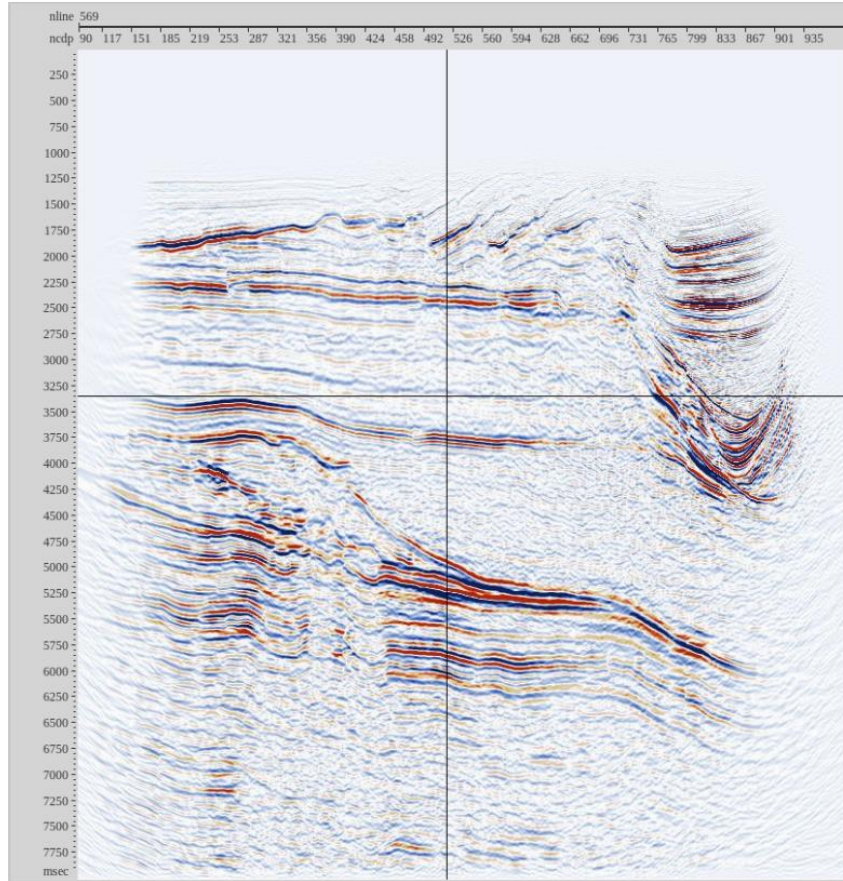
Модельные сейсмограммы



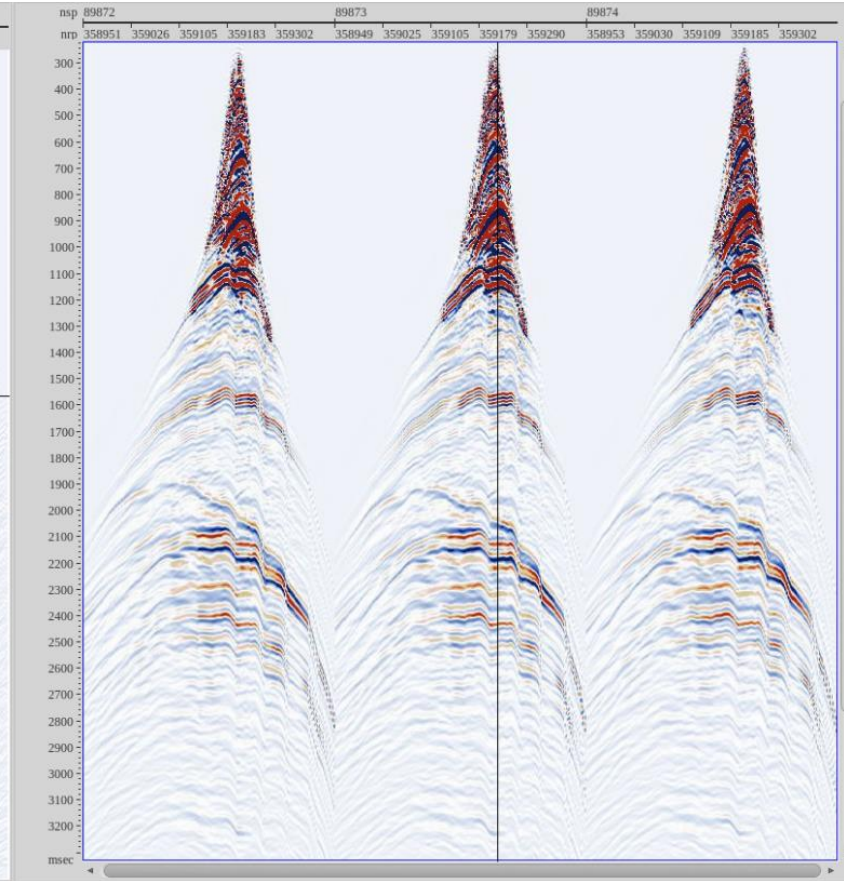




# МОДЕЛЬНЫЕ СЕЙСМОГРАММЫ



Глубинное изображение

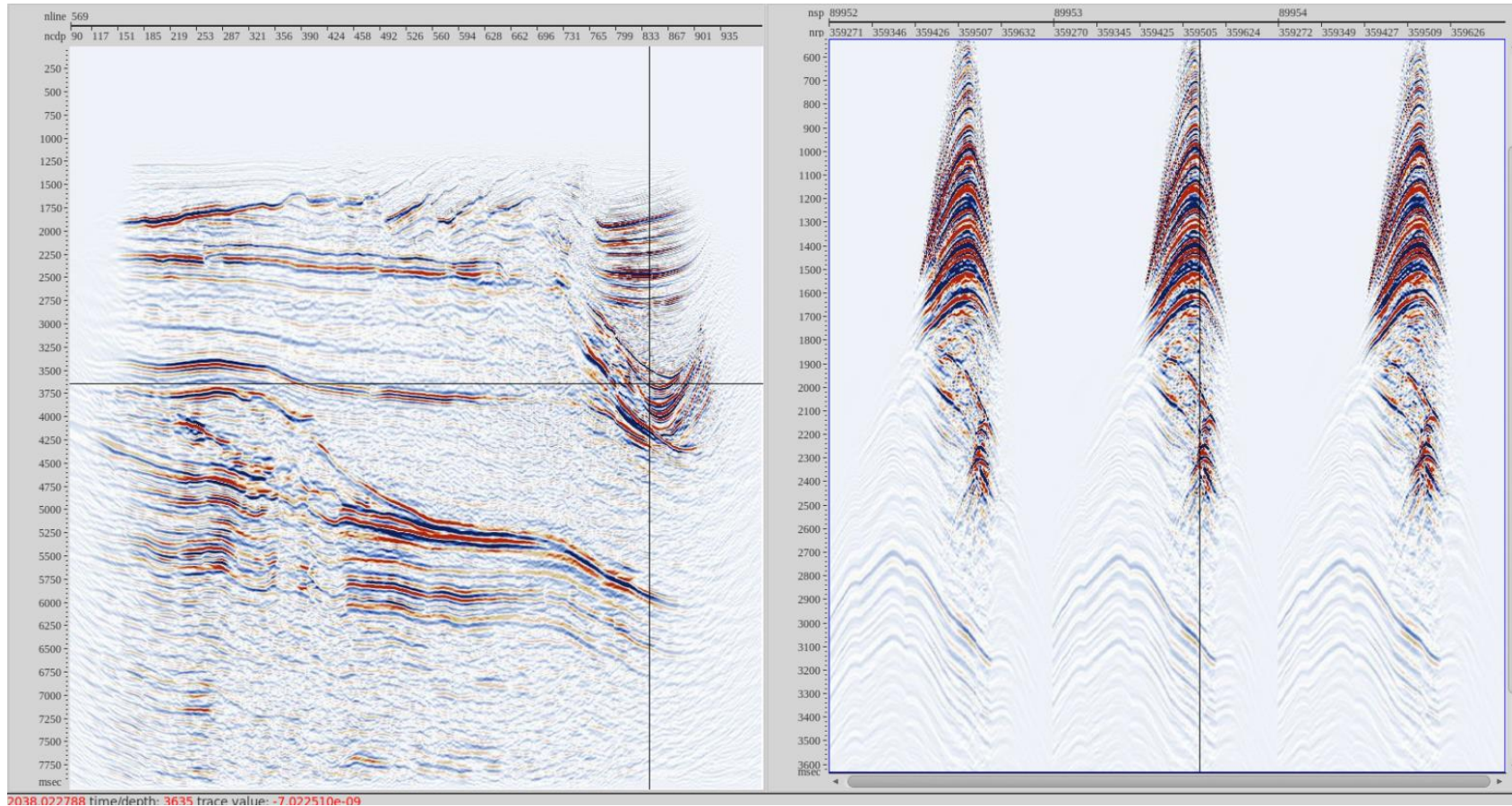


Модельные сейсмограммы





# МОДЕЛЬНЫЕ СЕЙСМОГРАММЫ

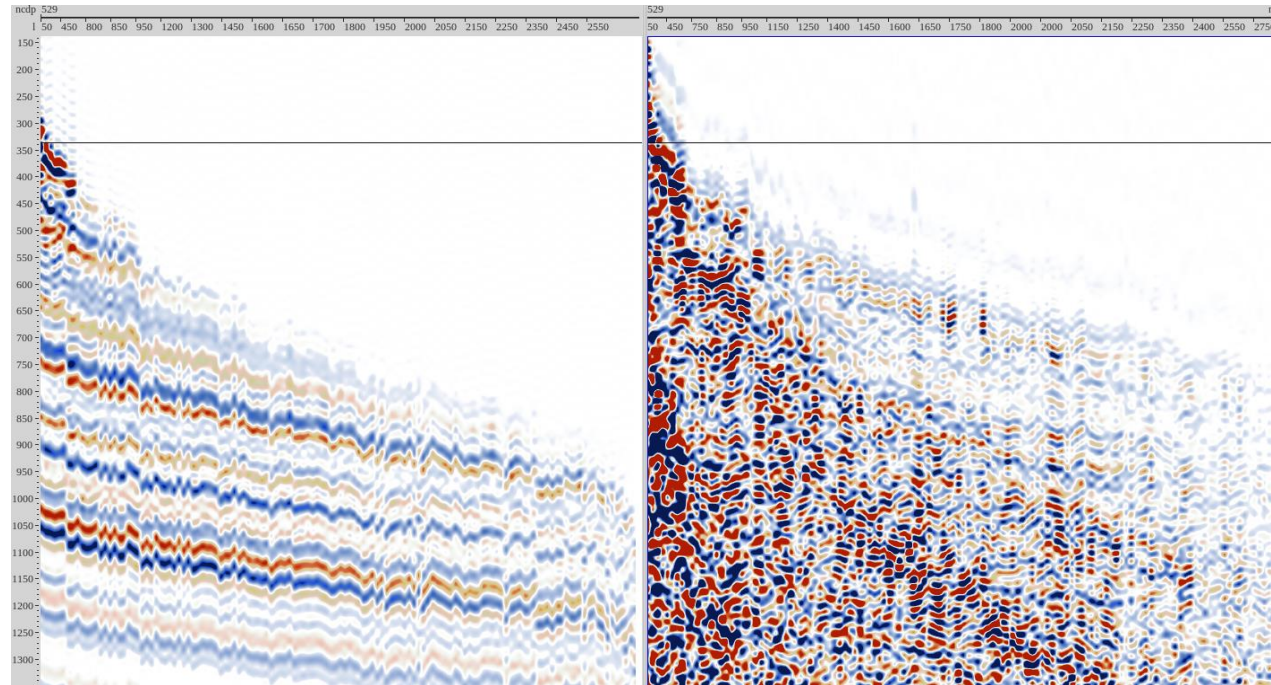


Глубинное изображение

Модельные сейсмограммы



## ДЕМИГРАЦИЯ – КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СТАТИЧЕСКИХ ПОПРАВК

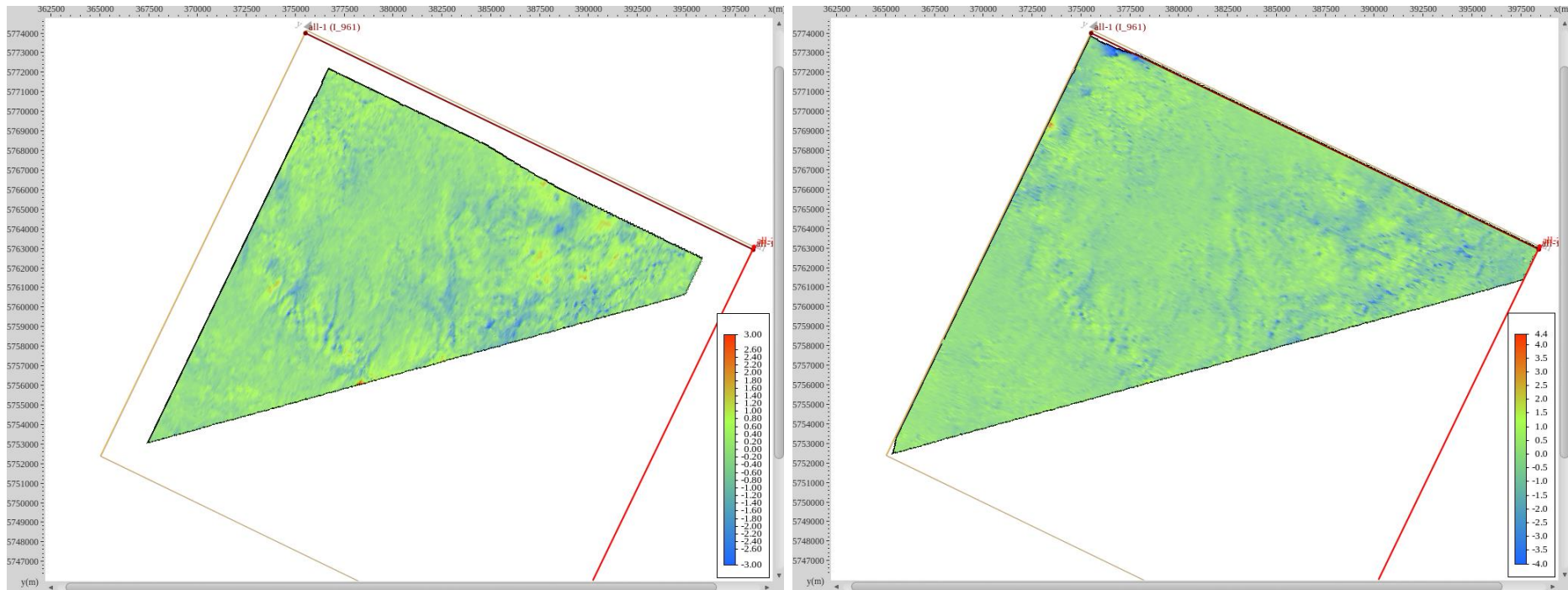


Интересное приложение находит моделирование волновых полей для формирования эталона при решении задачи коррекции статики.





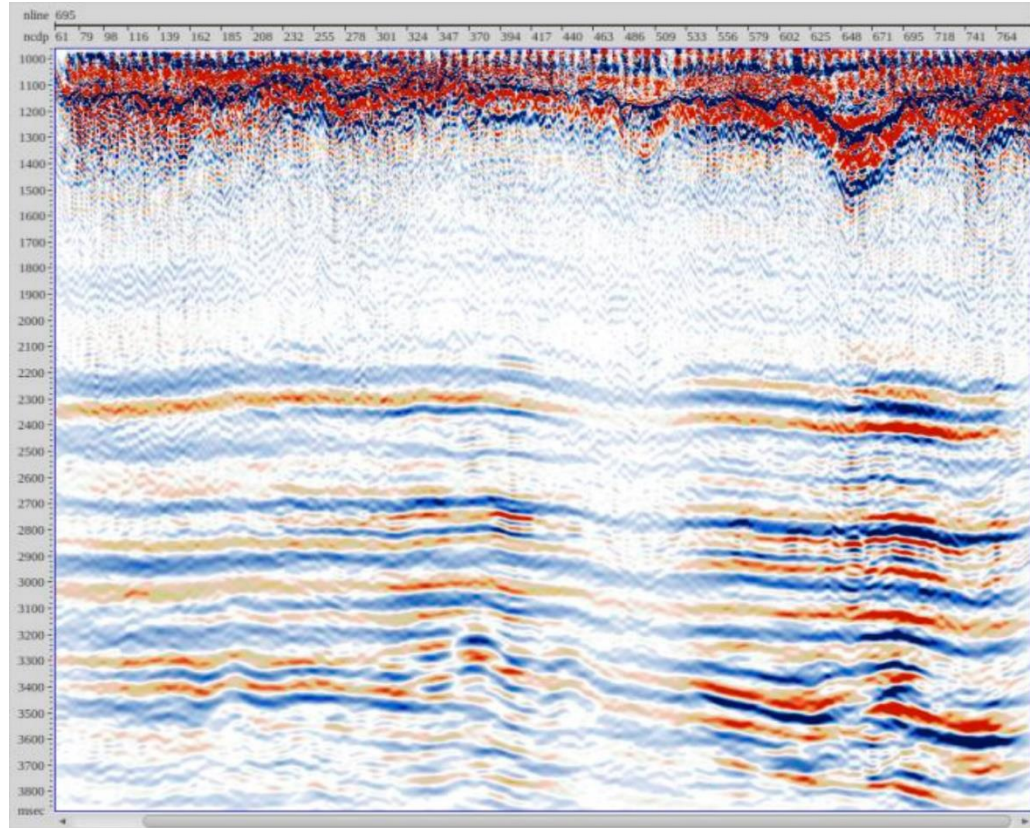
## ПОПРАВКИ, ПОЛУЧЕННЫЕ ПО ИСХОДНЫМ ДАННЫМ



Карты поправок за взрыв (слева) и приём (справа).



## ДЕМИГРАЦИЯ – КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СТАТИЧЕСКИХ ПОПРАВК

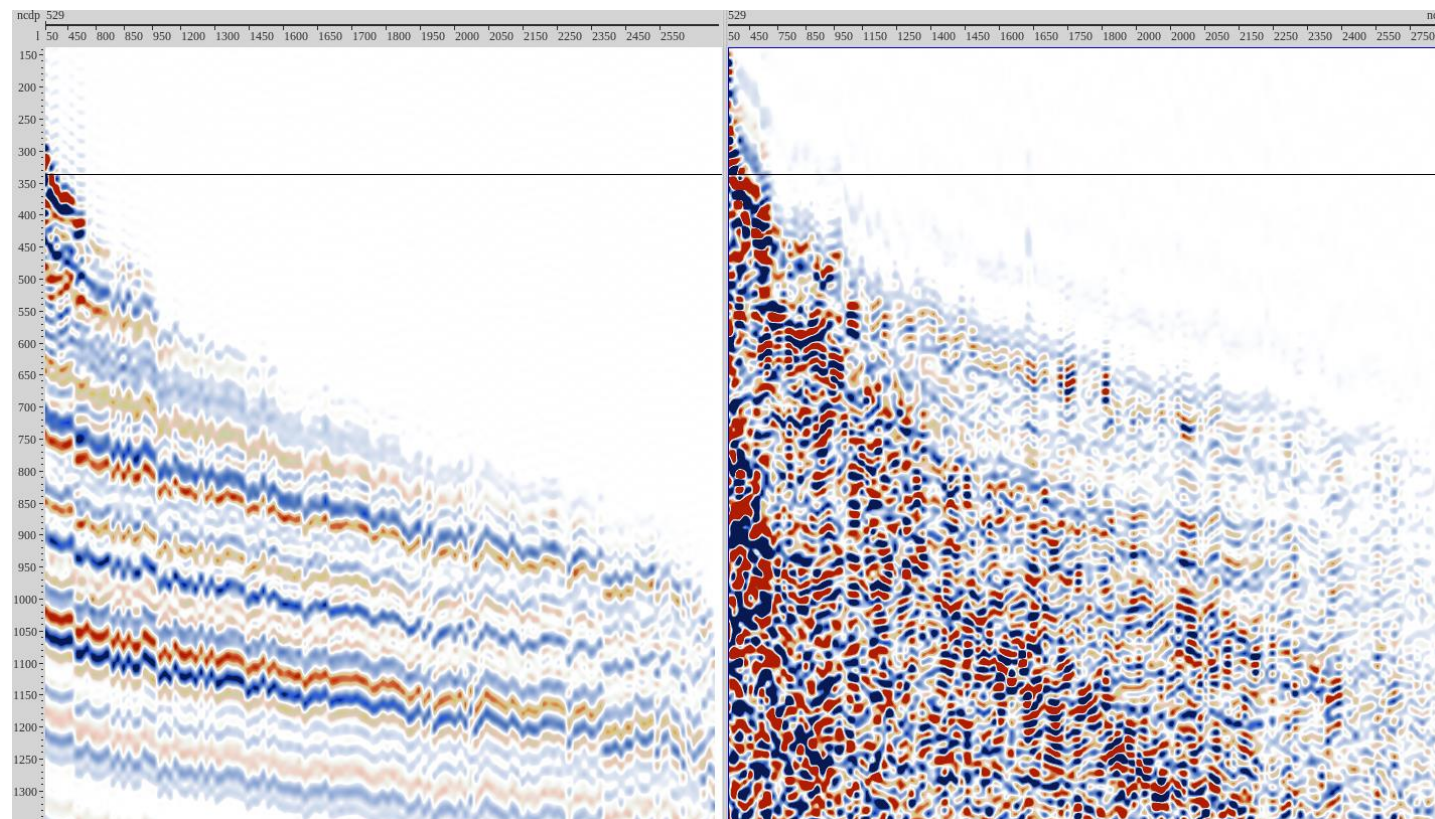


Суммарный разрез –  
результат глубинной  
миграции,  
использованный для  
формирования эталона.





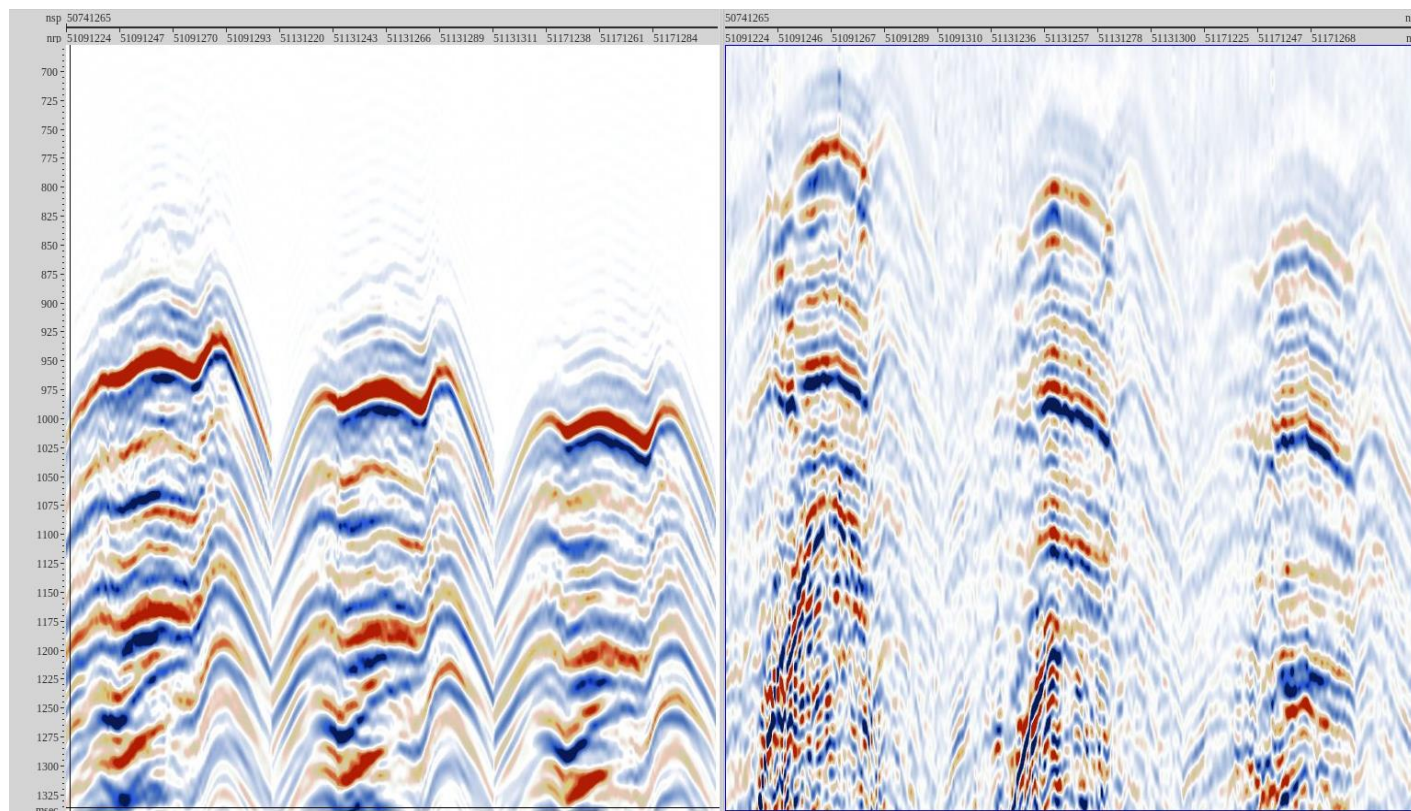
## ДЕМИГРАЦИЯ – КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СТАТИЧЕСКИХ ПОПРАВК



Сейсмограмма после демиграции (эталонная) и исходная



## ДЕМИГРАЦИЯ – КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СТАТИЧЕСКИХ ПОПРАВОК

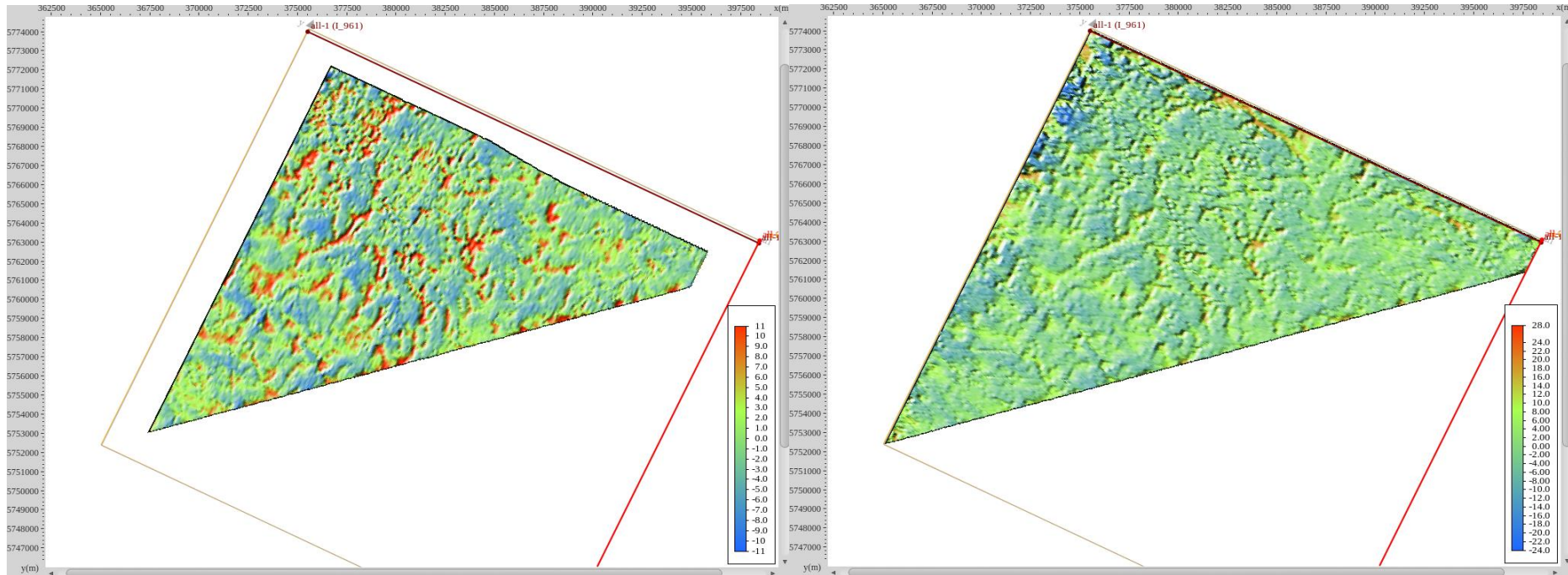


Сейсмограммы ОПВ после демиграции (слева) и исходные (справа)





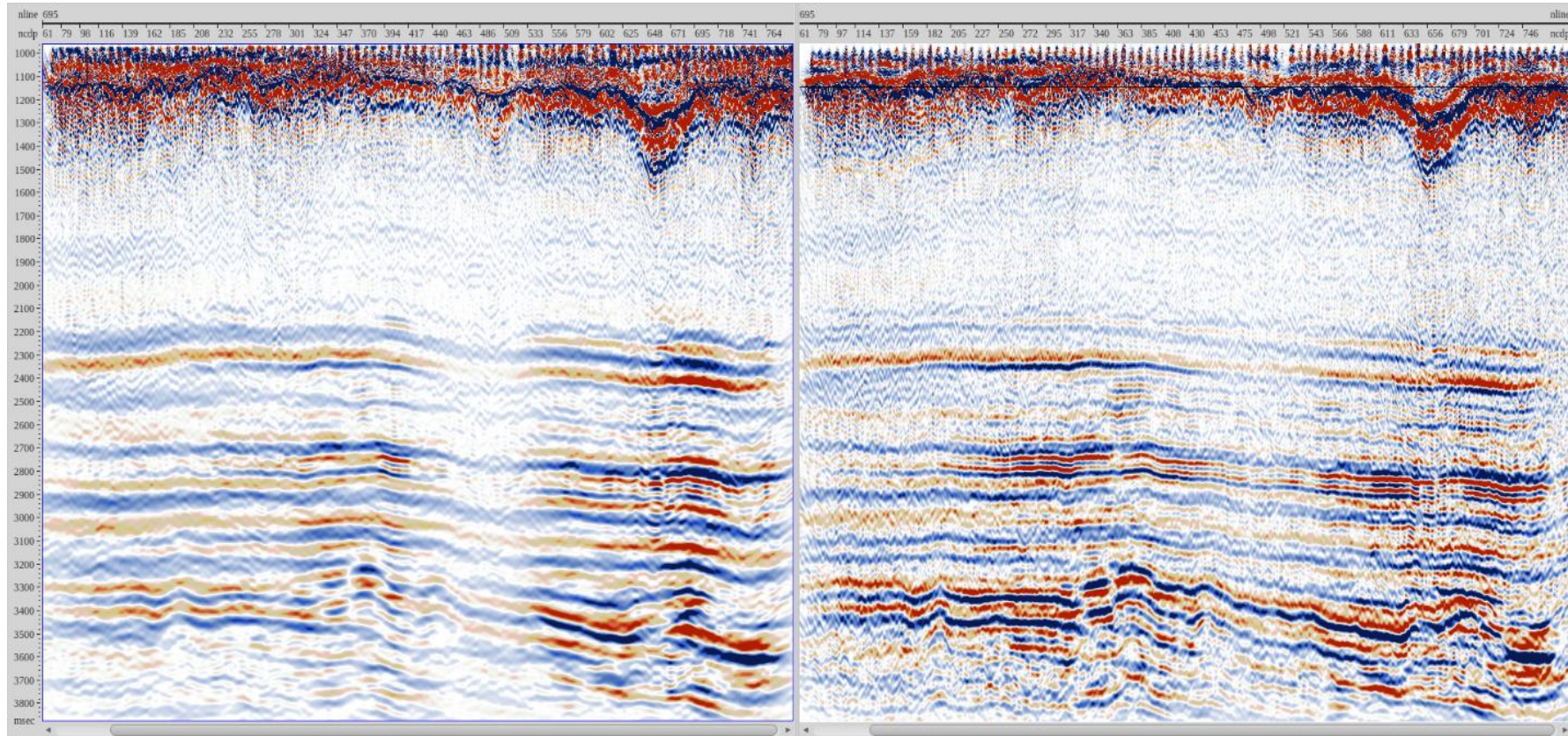
## ПОПРАВКИ, ПОЛУЧЕННЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОГО ЭТАЛОНА



Карты поправок за взрыв (слева) и приём (справа).



## ДЕМИГРАЦИЯ – КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СТАТИЧЕСКИХ ПОПРАВК

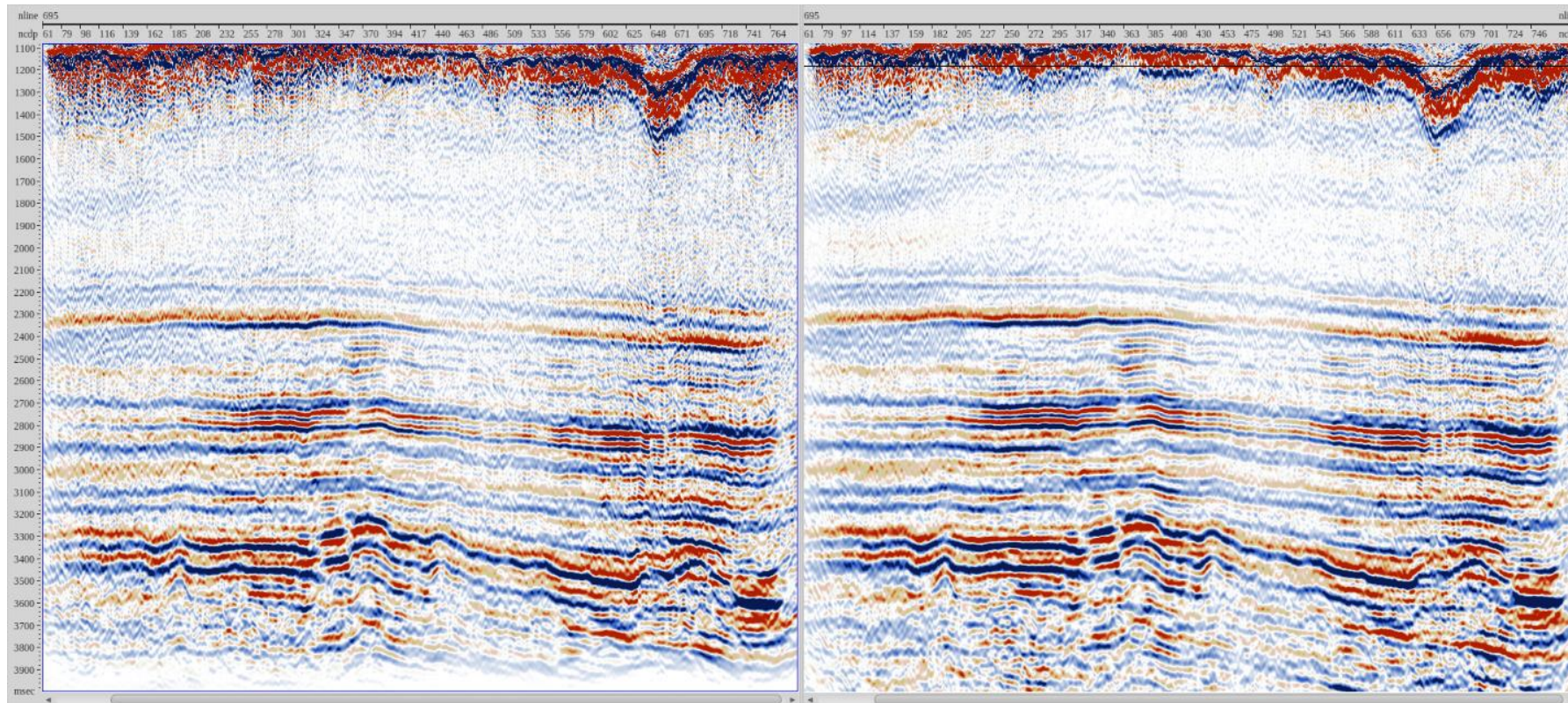


Результаты миграции со статическими поправками, полученными без использования демиграции (слева) и результаты первой итерации (справа).





## ДЕМИГРАЦИЯ – КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СТАТИЧЕСКИХ ПОПРАВК



Результаты миграции со статическими поправками, полученными с использованием демиграции. Первая итерация (слева) и вторая (справа).



## ВЫВОДЫ

1. Модель полезного сигнала с известными амплитудно-частотными характеристиками (от удаления) может быть сформирована на основе технологии Демиграции.
2. Модель сигнала на основе Демиграции может использоваться для анализа свойств пропускания полезного сигнала процедур шумоподавления.
3. Модель сигнала на основе Демиграции может использоваться для оценки достаточности геометрии наблюдений с точки зрения корректной компенсации геометрического расхождения при выполнении миграции – и, далее, компенсации амплитудных (частотно-зависимых?) искажений, если это необходимо.
4. Способ демиграции позволяет формировать модель сигнала, связанного только с целевыми объектами/слоями.







## ВЫВОДЫ

5. Технология Демиграции допускает модификацию для расчета сейсмического отклика отраженных PP/PS волн с динамическими параметрами (корректной AVA-зависимостью), обусловленными моделью упругих параметров среды. Такой способ применим для изучения возможностей инверсионных преобразований в конкретных сейсмогеологических условиях.

6. Способ может сыграть большую роль в настройке нейронных сетей для решения задач машинного обучения. В том числе и при решении интерполяционных задач (регуляризации данных).

7. Вычислительная эффективность обсуждаемой технологии позволяет использовать ее, как рабочий инструмент обработки и интерпретации.

8. Демиграция эффективна в задаче построения эталона при коррекции статических поправок.

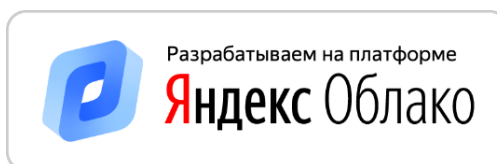




## ПАРТНЁРЫ И ЗАКАЗЧИКИ

**Наши партнёры:** Яндекс.Облако

**Наши клиенты:** Equinor (бывший Statoil), ПАО АНК «Башнефть», ООО «ВолгоградНИПИморнефть», ПАО «Газпром нефть», ООО «Газпром геологоразведка», ООО «ДИАЛЛ АЛЬЯНС», ОАО «ДМНГ», ПАО «Лукойл», Фонд «НИР», ООО «НОВАТЭК НТЦ», АО «Пангея», ООО «Пургеофизика», ООО «РН-БашНИПИнефть», ООО «НК «Роснефть»-НТЦ», ООО «СамараниПИнефть», ООО «ТННЦ», ООО «СибГеоПроект» и другие компании.







## КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ



**Адрес офиса:**

**121205, Россия, Москва,**

**Инновационный центр «Сколково»,  
Технопарк «Сколково», Большой  
бульвар, д.42с1, офис 1.110**

**Тел: +7 (495) 943-47-70**

**E-mail: [mail@seismotech.ru](mailto:mail@seismotech.ru)**

**[www.seismotech.ru](http://www.seismotech.ru)**

**Генеральный директор** – Мосяков Дмитрий Евгеньевич

**Главный геофизик** – Силаенков Олег Александрович

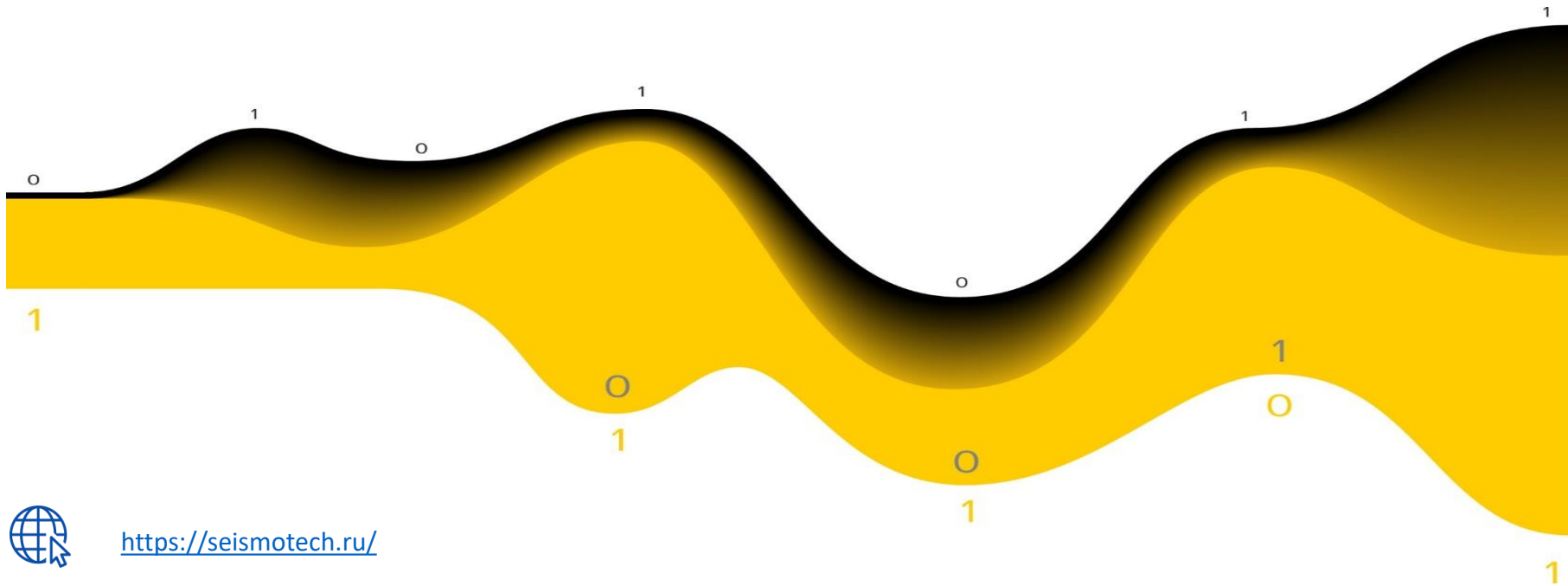
**Директор департамента разработки алгоритмического и  
программного обеспечения** – Фиников Дмитрий Борисович

**Директор департамента интерпретационной обработки  
сейсмических данных** – Кузнецов Иван Константинович

**Директор по маркетингу** – Соловьёва Инна Викторовна,  
[i.solovyeva@seismotech.ru](mailto:i.solovyeva@seismotech.ru)



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**



<https://seismotech.ru/>



<https://twitter.com/seismotech>



<https://www.facebook.com/seismotech.ltd>



<https://www.youtube.com/channel/UCHBV5ILXh65xPM48yY5ZsOQ>