

Примеры применения мощных
вычислительных
комплексов для решения практических
задач
обработки данных сейсморазведки

Гофман П. А. ООО «Деко-геофизика»

Примеры процедур обработки сейсмических данных

- N-мерные преобразования волновых полей
- «Пересчеты» волнового поля, основанные на решениях волнового уравнения в специфических постановках и приближениях
- Разнообразные интерактивные инструменты, предназначенные для интерпретационного решения обратной задачи, стоящей перед обработкой
- Решение прямой задачи сейсморазведки

N-мерные преобразования волновых полей

Примеры:

- 2-х и 3-х-мерные фильтры, осуществляющие кинематическое разделение сигнала и помех
- 3D и «4-5D» интерполяция сейсмических записей
- двух-, трех- и четырехмерные адаптивные фильтры вычитания моделей помех

«Пересчет» волнового поля, основанный на решениях волнового уравнения в специфической постановке и приближении

Примеры:

- «миграция» сейсмических данных
- моделирование поля помех
- пересчет волнового поля, наблюдаемого на определенной поверхности, на другую поверхность.

Решение прямой задачи сейсморазведки

Огромное разнообразие приближенных методов, классифицируемых по используемой модели среды и приближенному методу решения волнового уравнения:

- 1D, 2D, 3D
- Акустические/упругие модели; включение в модели анизотропии
- Лучевое приближение (широкий класс методов); конечно-разностные методы; интегральные методы (решение волнового уравнения с помощью функции Грина, получаемой в различных приближениях)

Что дает увеличение производительности вычислительного комплекса?

- Во многих обсуждаемых сегодня приложениях, ничего. Например, можно использовать точное решение волнового уравнения для выполнения задачи миграции, но не получить никакого прироста целевой информации ввиду неизбежных неточностей входных данных алгоритма (глубинно-скоростной модели). То есть, сам по себе отказ от используемых приближений в ряде алгоритмов совершенно необязательно даст какое-либо улучшение финального результата.
- Существуют алгоритмы, дающие увеличение точности конечного результата, практическое использование которых стало возможно в течение последних нескольких лет, например, трехмерное моделирование поля кратных волн.
- Уменьшение вычислительной стоимости некоторых «старых» алгоритмов позволяет использовать более сложные технологии работы с данными в процессе обработки.

Собственный вычислительный комплекс или время на суперкомпьютере?

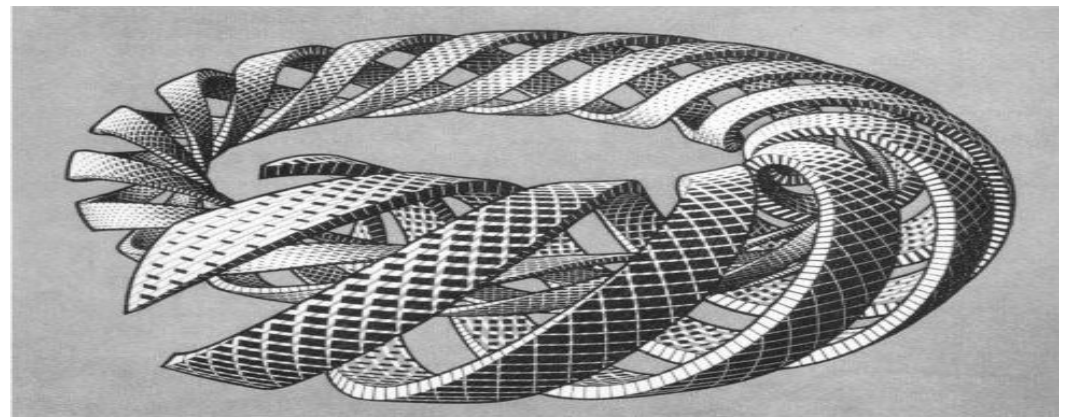
Пример: обработка данных трехмерной морской узкоазимутальной сейсмической съемки, площадь исследования: $\sim 1000 \text{ km}^2$, объем входных данных — приблизительно 15 ТВ.

Для выполнения «базовой» обработки в течение 2-3 месяцев понадобится вычислительный кластер с ~ 100 вычислительными ядрами, суммарным объемом оперативной памяти $\sim 120 \text{ GB}$ (цифры приблизительные, оценка дана для примера, исходя из определенного понятия «базовой» обработки и используемого набора программных средств). Приблизительно половина времени будет потрачена на интерактивную работу, время пакетного выполнения отдельных счетных процедур (за исключением миграции данных до суммирования) не будет превышать 2-х-3-х дней.

При этом, добавление отдельных процедур, например, 3Д моделирования и вычитания кратных волн, потребует не менее 2 месяцев счета на таком вычислительном кластере, в то время как на «суперкомпьютере» с суммарным объемом памяти в несколько терабайт и ~ 1000 ядер может быть выполнено за несколько дней.

Трудности: программное обеспечение

- Программные пакеты для полного цикла обработки данных огромны и история их создания включает десятки лет разработки
- Большинство существующих решений ориентировано на определенные конфигурации аппаратных комплексов (традиционно в области «железо» подбирается под «софт»)
- Существующие схемы лицензирования в программных продуктах
- Программа требует оптимизации под используемое аппаратное решение: например, эффективные алгоритмы для многопроцессорной машины и кластерного решения сильно различаются



Реалистичный способ решения

Создание алгоритмов для решения отдельных особо ресурсоемких задач, ориентированных на использование определенной аппаратуры, без необходимости запуска универсального программного пакета на этой аппаратуре

Коммерческая мотивация для создания узкоспециализированных программных продуктов в настоящее время, в целом, низка. Такие разработки являются на сегодняшний день (по крайней мере, в России), в основном, «придатком» к сервисам, оказываемым компанией или научным коллективом.

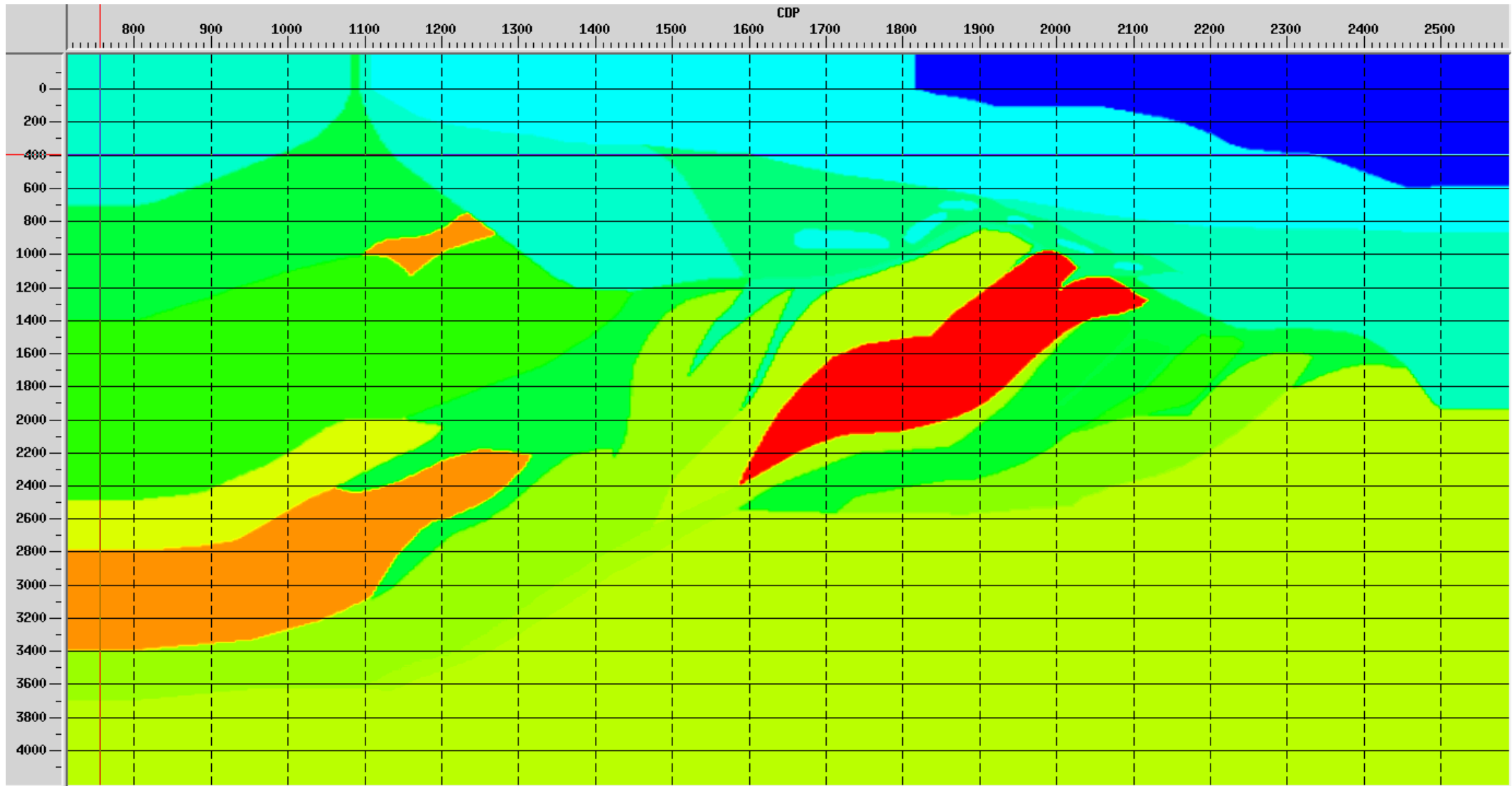
Пример использования НРС Ломоносов

Задача: исследование возможности получить сейсмическое изображение в конкретных сейсмогеологических условиях (месторождение на территории Кубы)

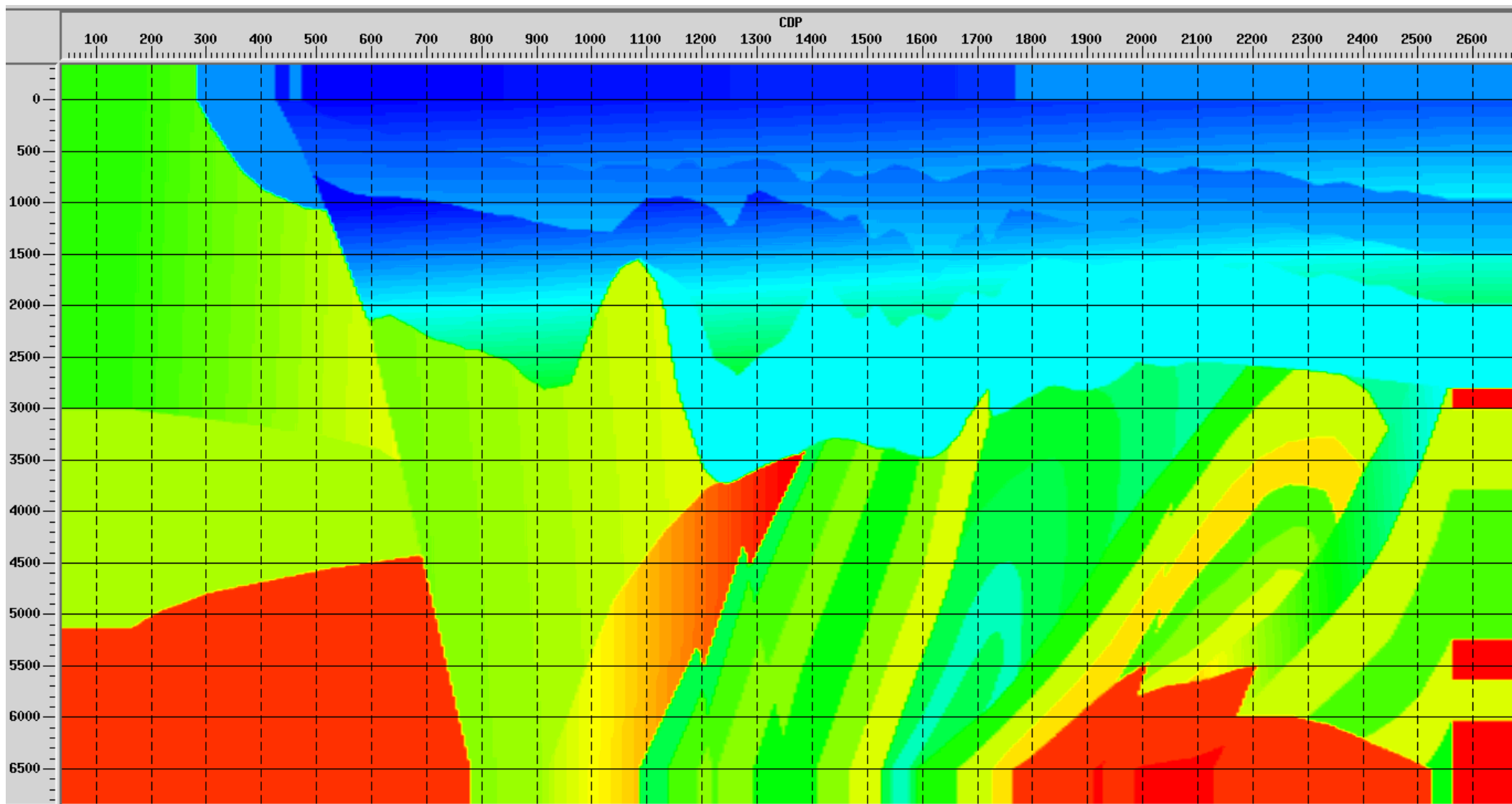
Входные данные: старые сейсмические материалы, результаты сейсмо-геологической интерпретации

Метод: моделирование сейсмической съемки по априорной глубинно-скоростной модели, обработка полученных материалов и определение возможности восстановить изображение среды в значимых с точки зрения геологической интерпретации аспектах.

Априорная глубинно-скоростная модель (вариант 1)



Априорная глубинно-скоростная модель (вариант 2)



Расчет синтетических сейсмограмм

Параметры моделирования:

- длина профиля: 70 км
- вертикальный размер модели: 7 км
- шаг расчетной сетки: 2.5м
- максимальный вынос: 20км

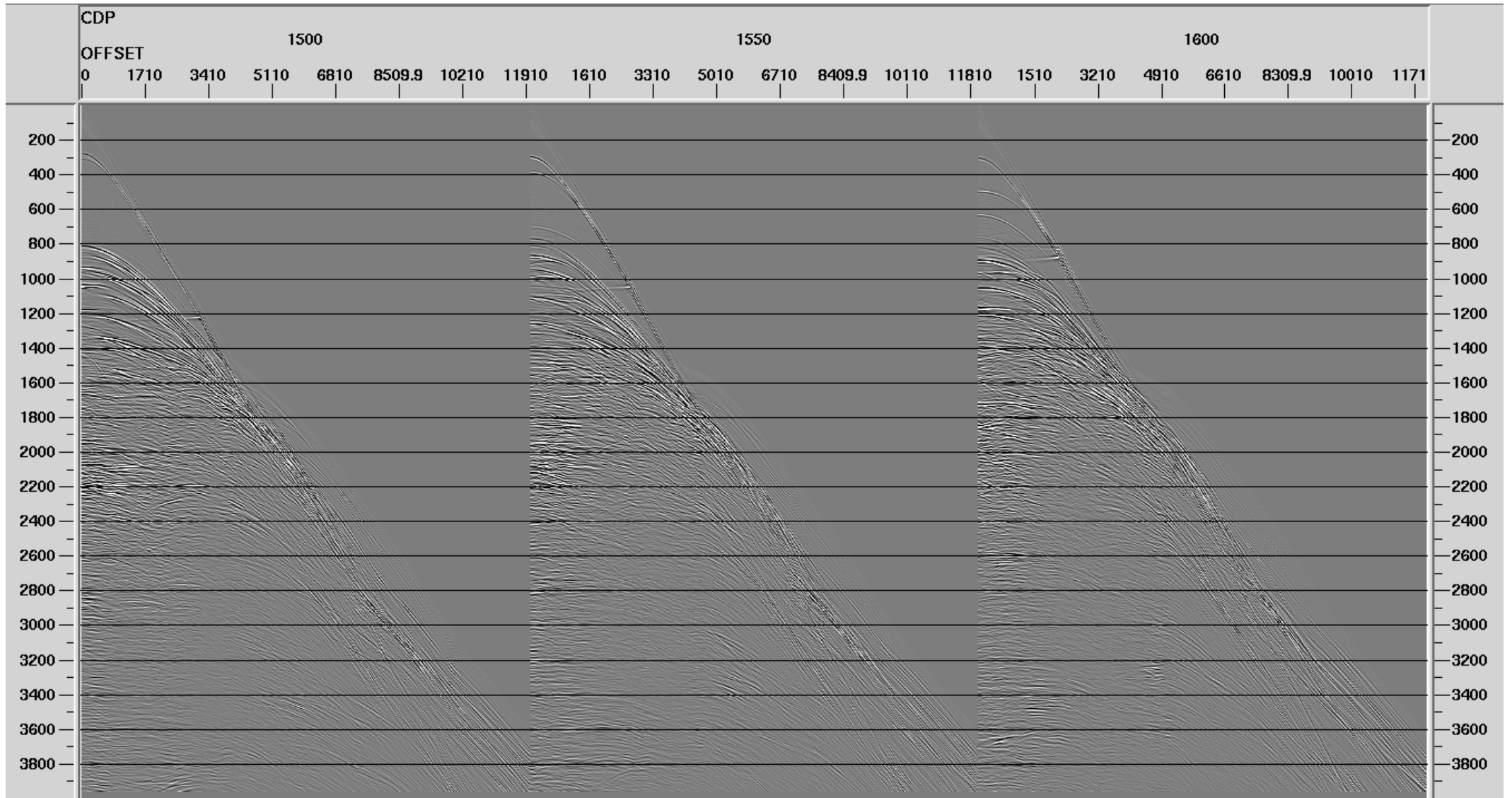
Шаг по ПВ: 10м

Объем рассчитанных сейсмических данных составил приблизительно 1.5 ТВ

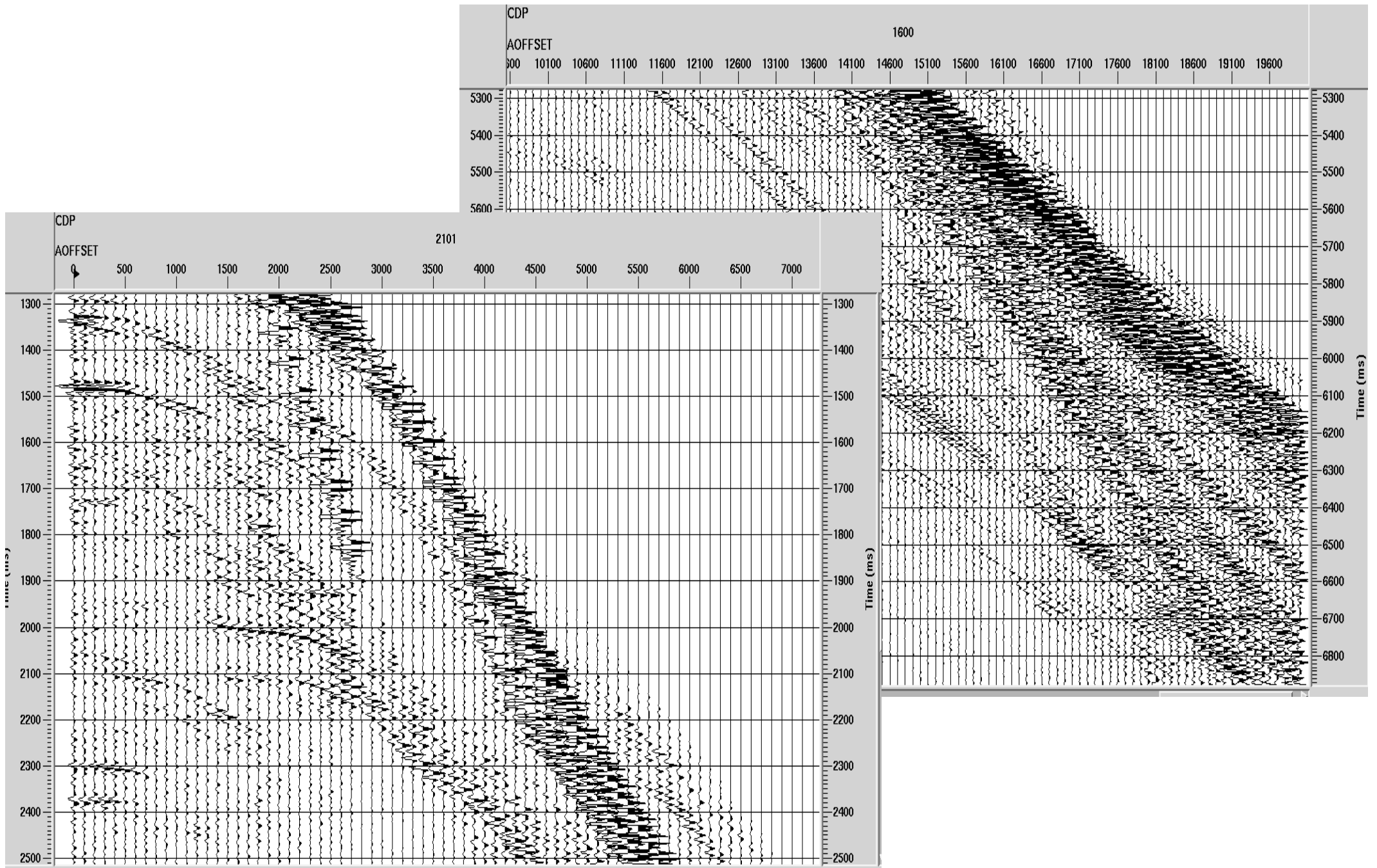
Время расчета: ~36 часов

Использовалось 1023 узла (2 процессора по 4 ядра на каждом узле)

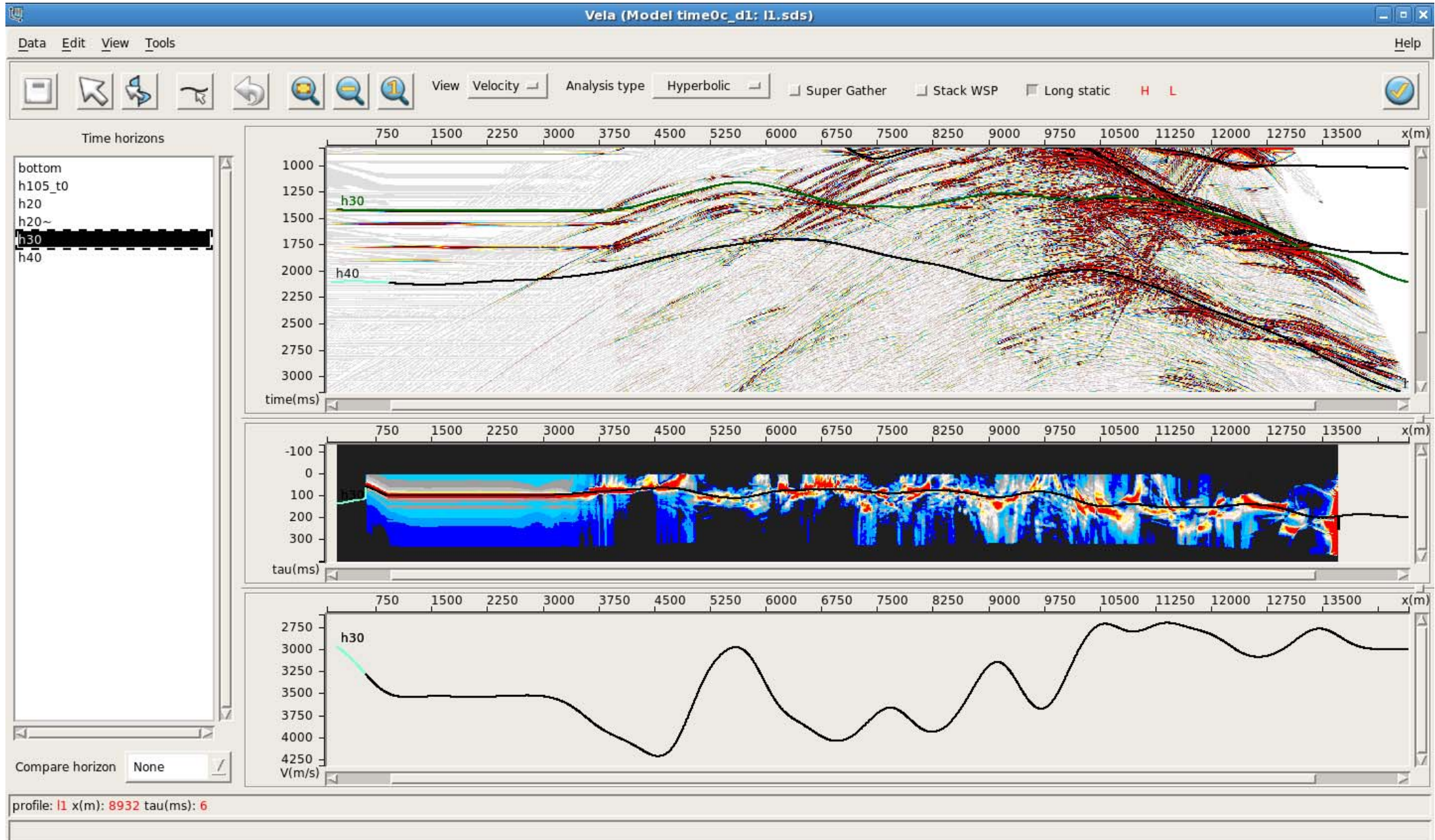
Примеры синтетических сейсмограмм



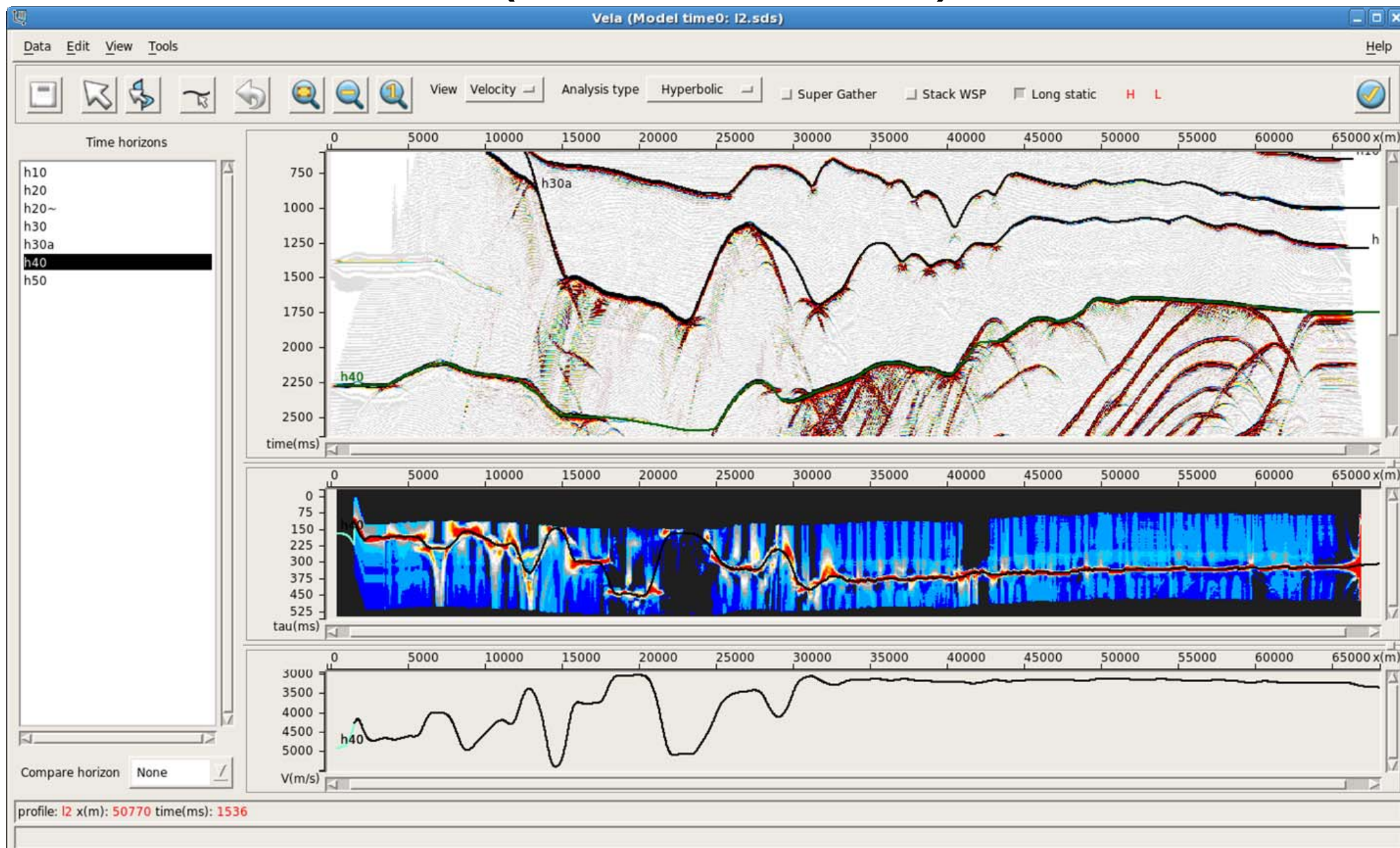
Примеры синтетических сейсмограмм



Обработка синтетических данных (1-я модель)



Обработка синтетических данных (2-я модель)



Выводы

- прогресс вычислительной техники за последние годы позволяет провести очередной пересмотр методов, используемых в разведочной сейсморазведке;
- совместное использование больших вычислительных комплексов рядом научно-исследовательских коллективов и малых производственных компаний представляется возможным и необходимым;
- для качественного развития сейсморазведки необходимо искать новые формы коммерциализации программных разработок в данной области.