

# Принципы и результаты анализа векторных волновых полей

А. А. Табаков, ОАО «ЦГЭ»  
О. А. Мальцева, ООО «ГЕОВЕРС»  
Е. А. Фурсова, ОАО «ЦГЭ»  
Д. С. Чулкин, ОАО «ЦГЭ»  
В. Н. Ференци, ООО «ГЕОВЕРС»

## Principles and results of vector wave field analysis

A. Tabakov, CGE  
O.Maltseva, GEOVERS  
E. Fursova, CGE  
D. Thulkin, CGE  
V. Ferentsi, GEOVERS

# Введение

---

Основной процедурой, влияющей на качество получаемых результатов при обработке данных ВСП, является разделение волновых полей. Этот процесс должен обеспечивать сохранение истинных динамических характеристик волн.

Это достигается путем применения следующих принципов:

- модель-базируемость;
- аддитивность;
- итеративность.

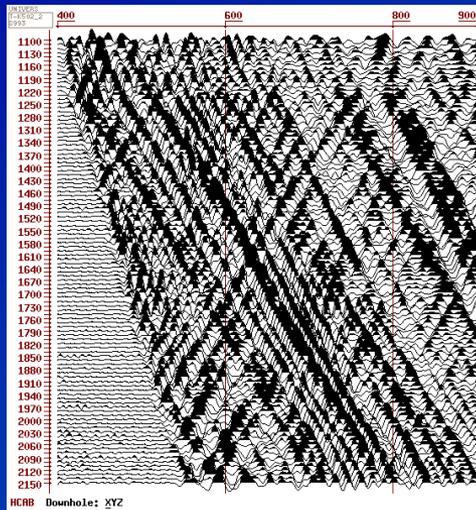
# Модель-базируемость

---

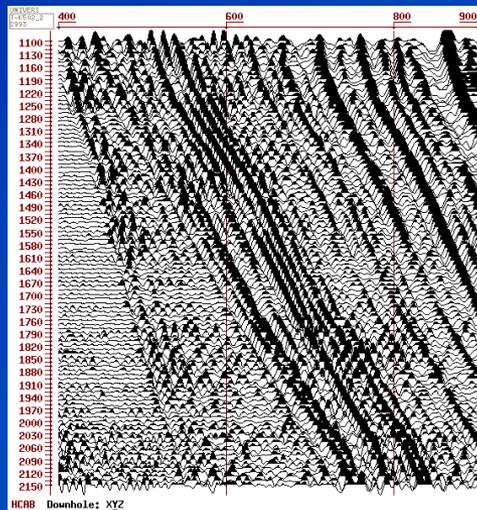
На этапе разделения волновых полей уже имеется скоростная модель среды, построенная как результат кинематической инверсии годографов всех ПВ. Эту информацию о скоростях целесообразно использовать для создания первого приближения в процедурах разделения волн. С использованием моделирования можно осуществить спрямление осей синфазности целевых волн (вывод на вертикаль), а также осуществить разворот трехкомпонентного волнового поля в следящую компоненту, где сосредоточена вся энергия целевой волны (при адекватности модели).

# Модель-базированность

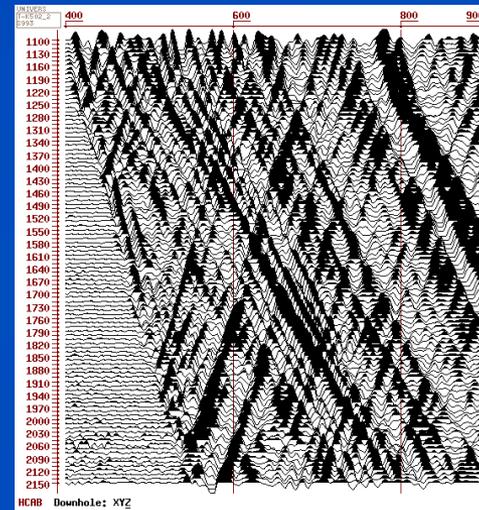
X



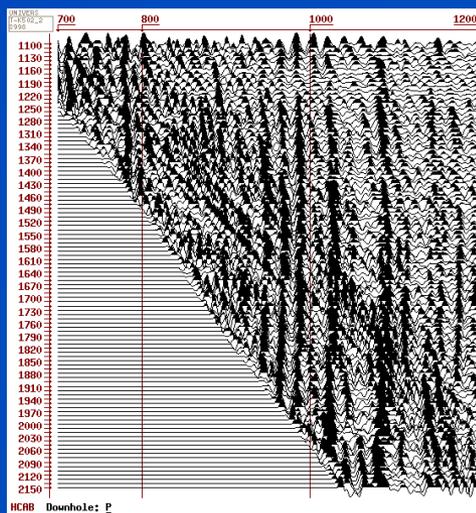
Y



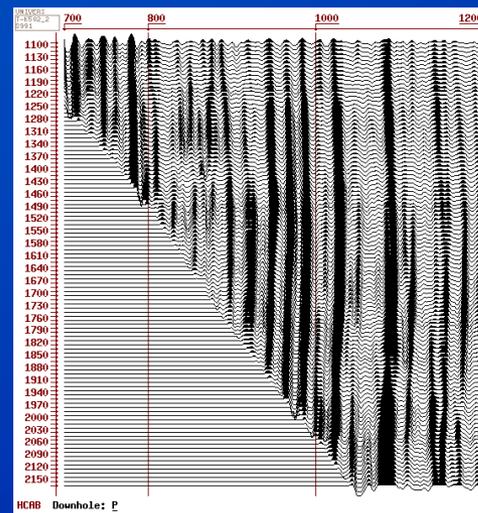
Z



*Разворот в следящую компоненту и «вывод на вертикаль»  
для отраженных обменных волн*

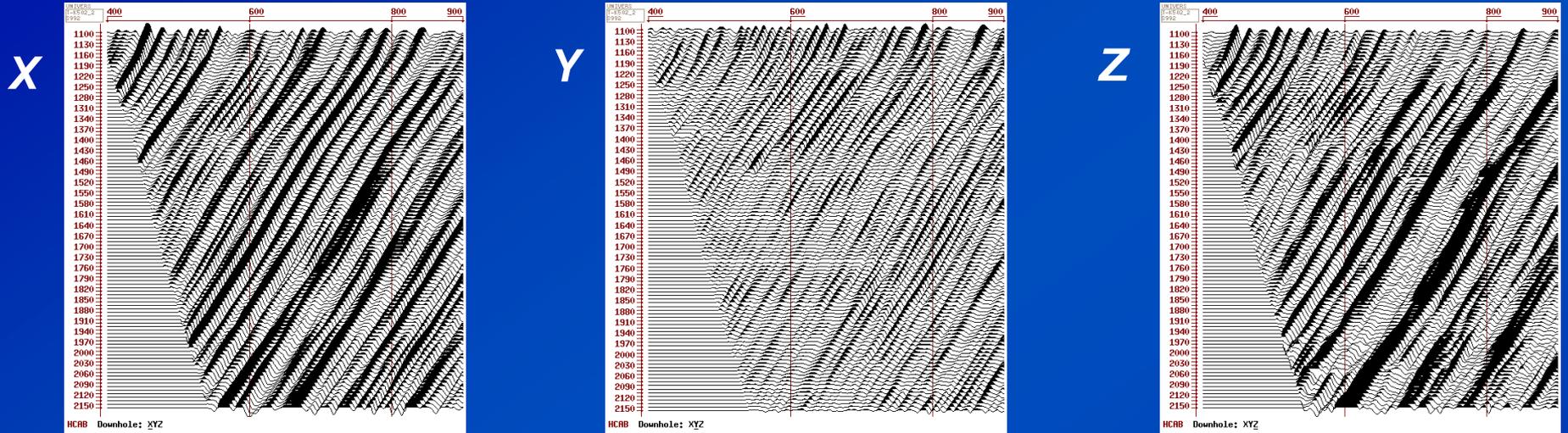


**Выделение  
волны**

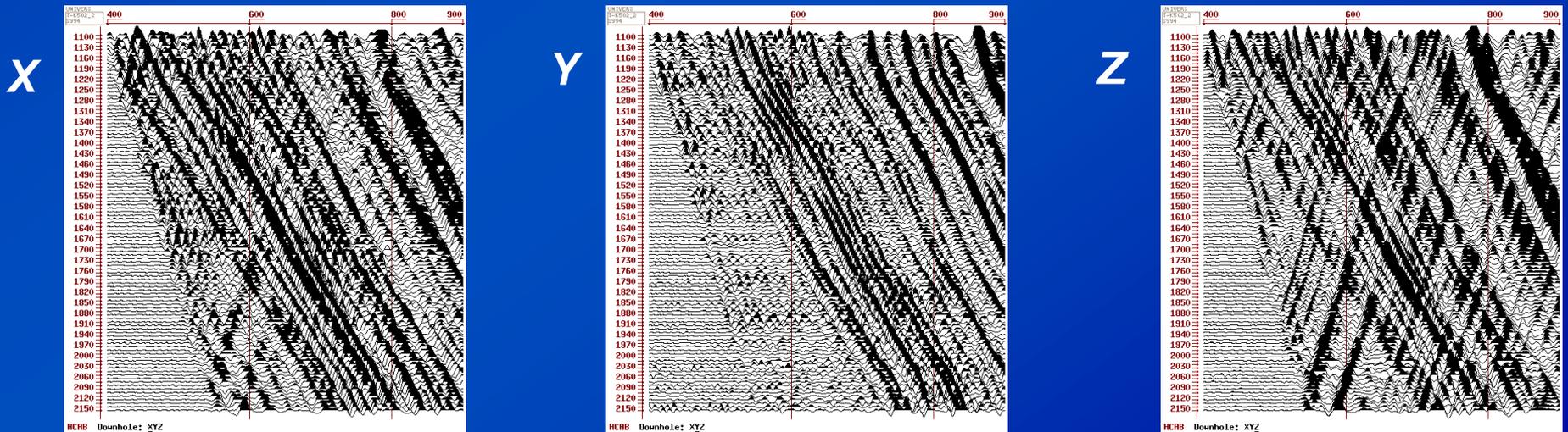


# Модель-базированность

*Возврат на исходные времена и в исходную систему XYZ*



*Вычитание из исходного волнового поля*

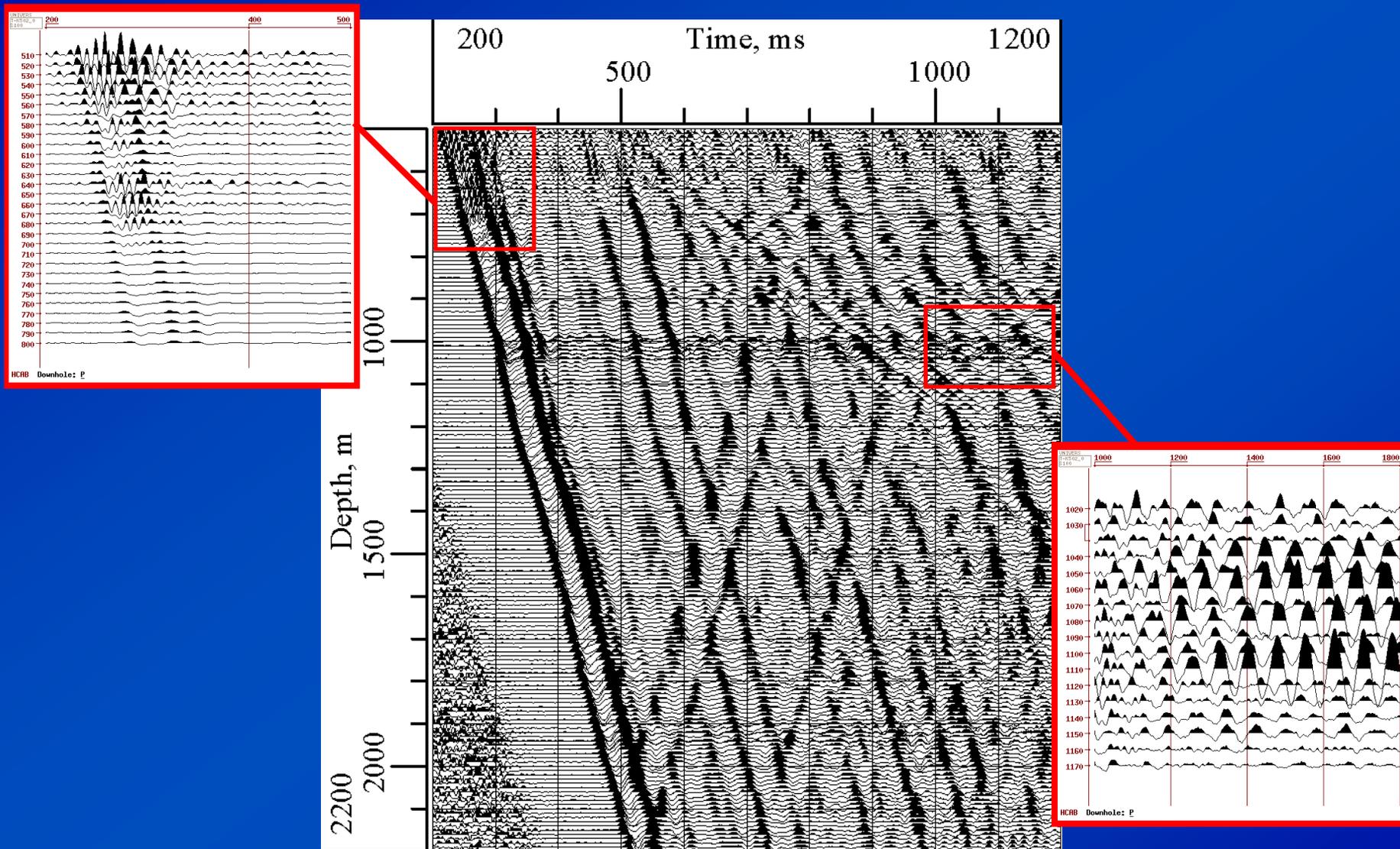


# Аддитивность

---

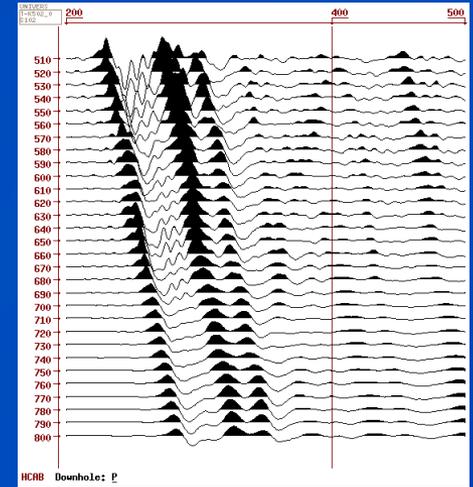
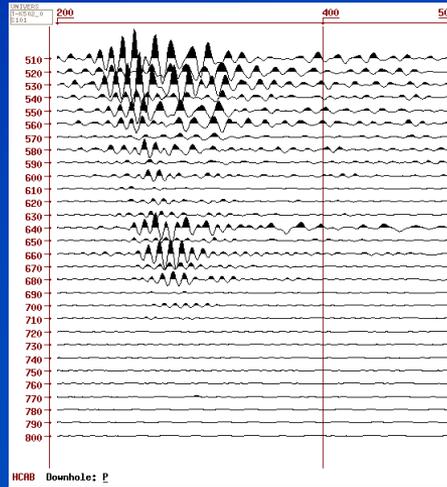
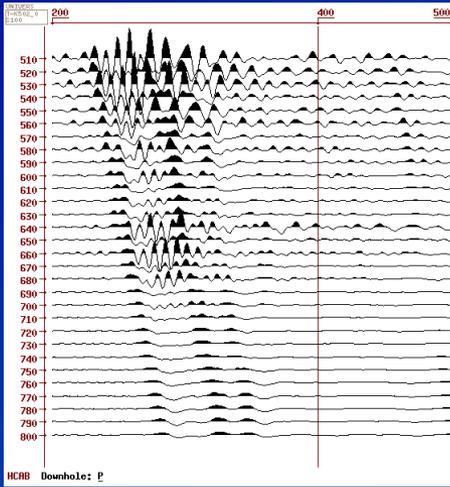
Этот принцип заключается в том, что во время обработки происходит не просто выделение целевых волн из исходного волнового поля с использованием их голограмм, а именно разложение векторного волнового поля на составляющие. После любого преобразования сохраняется не только результат этой процедуры, но и разность между исходным полем и результирующим. Таким образом, после процедуры разделения имеются как поля целевых волн, так и волн-помех («звон колонны», гидроволны), поля нерегулярных помех (гармонические шумы, пиковые выбросы), а также поле остатков после вычитания всех выделенных полей.

# АДДИТИВНОСТЬ



*Исходное волновое поле (P-компонента)*

# АДДИТИВНОСТЬ



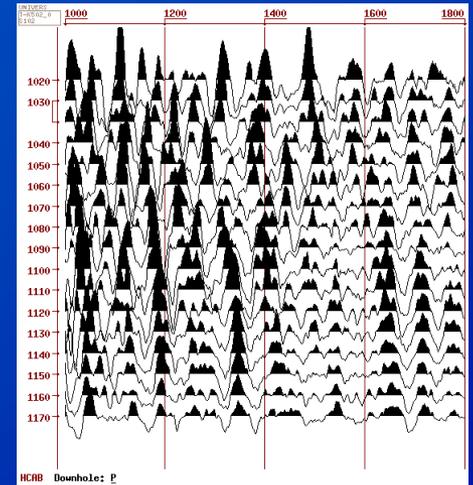
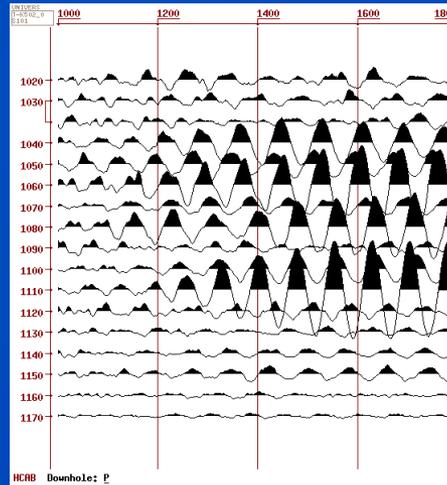
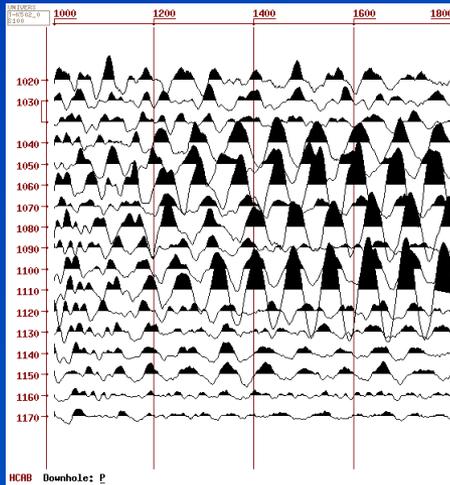
*Исходное поле*

-

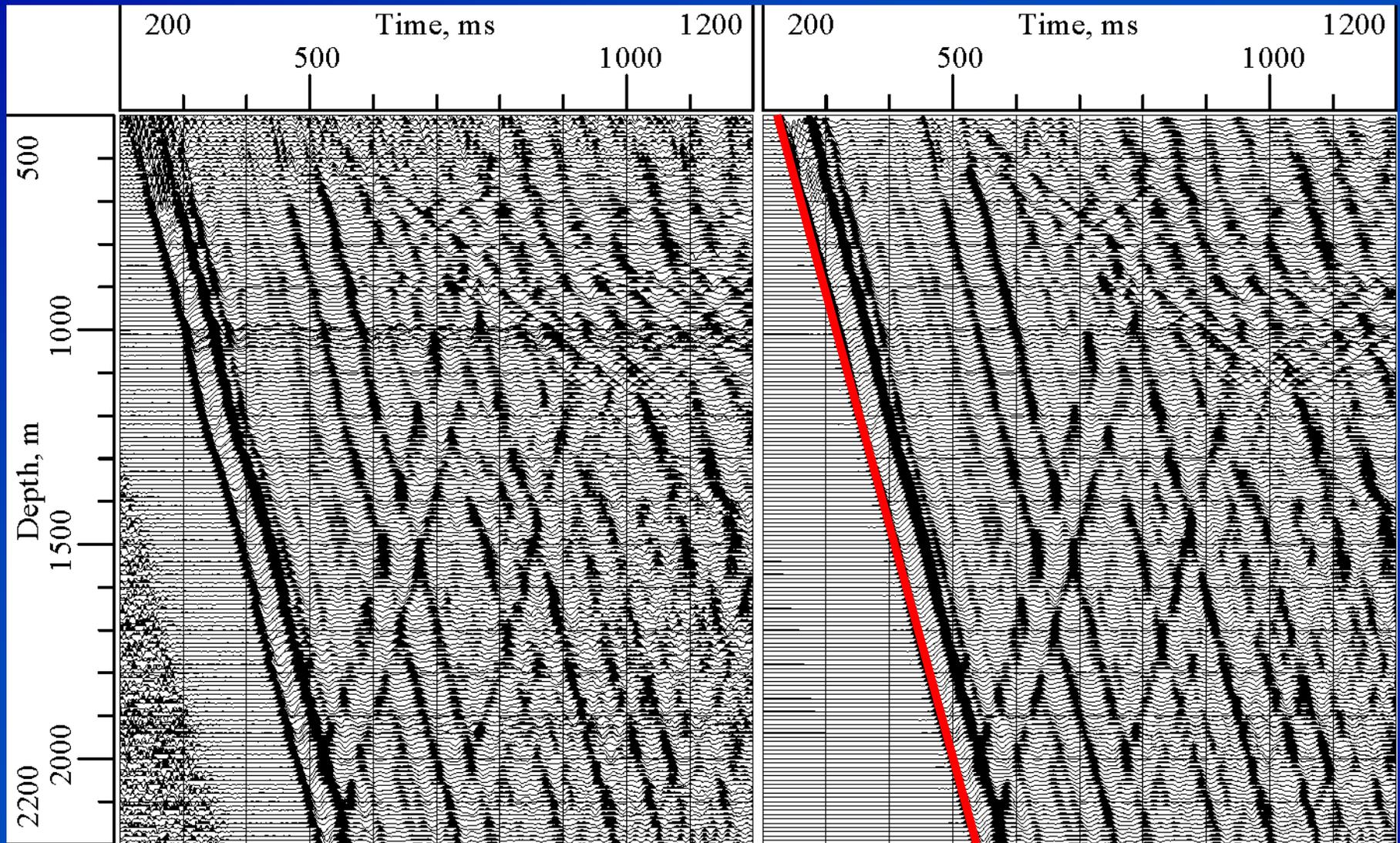
*Поле шумов*

=

*Поле остатков*



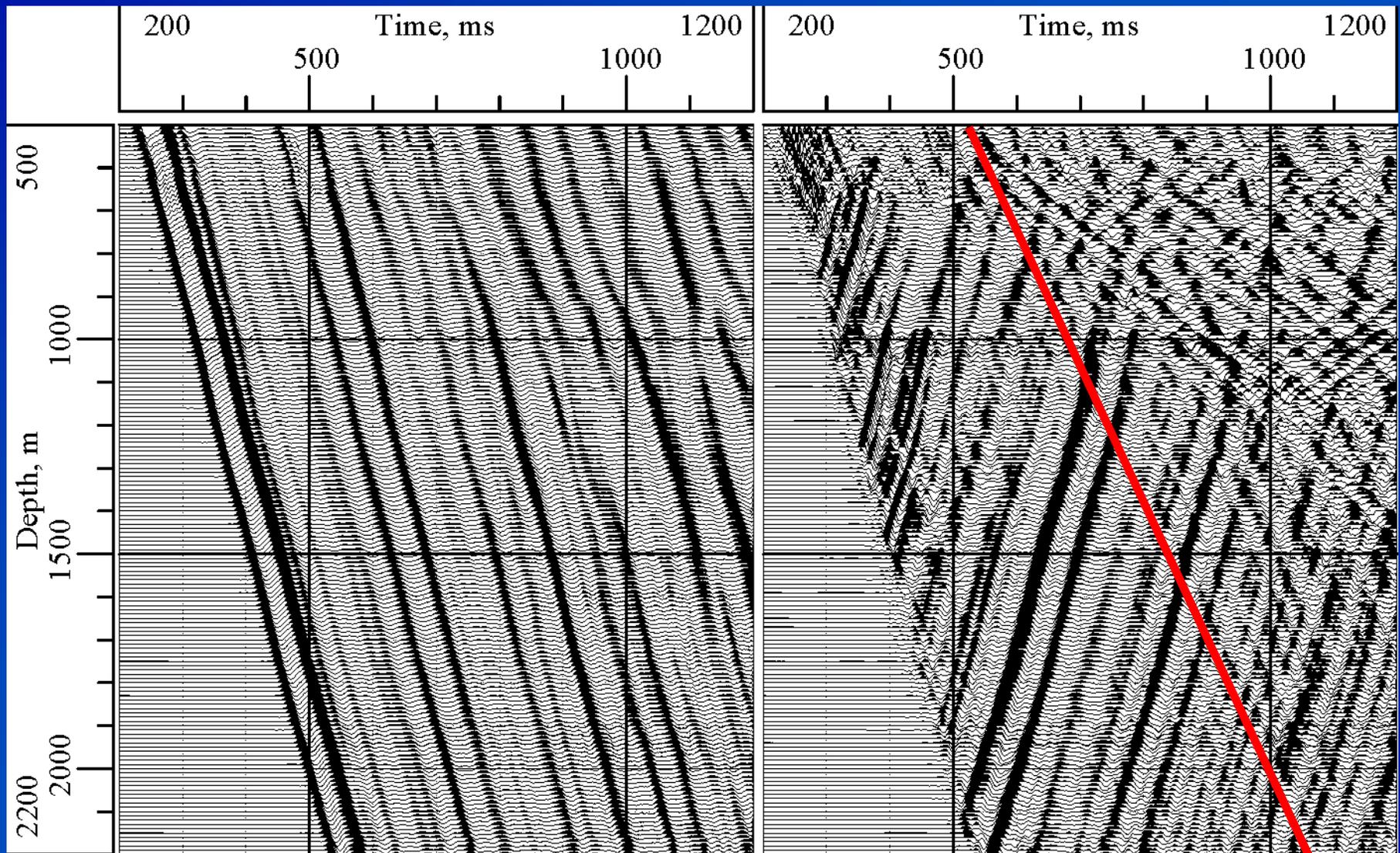
# АДДИТИВНОСТЬ



*Исходные данные*

*Поле остатков*

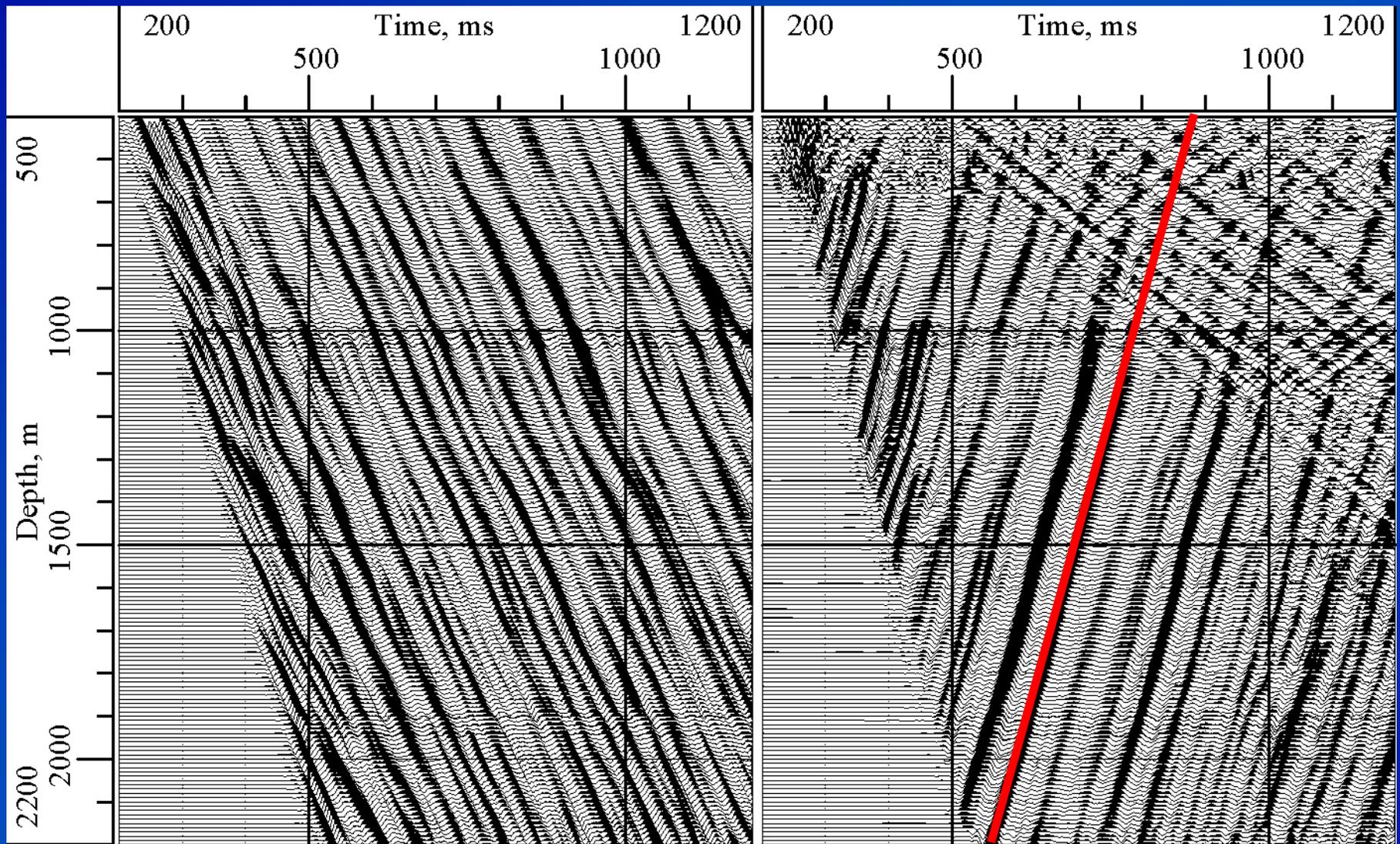
# АДДИТИВНОСТЬ



*Поле падающих волн*

*Поле остатков*

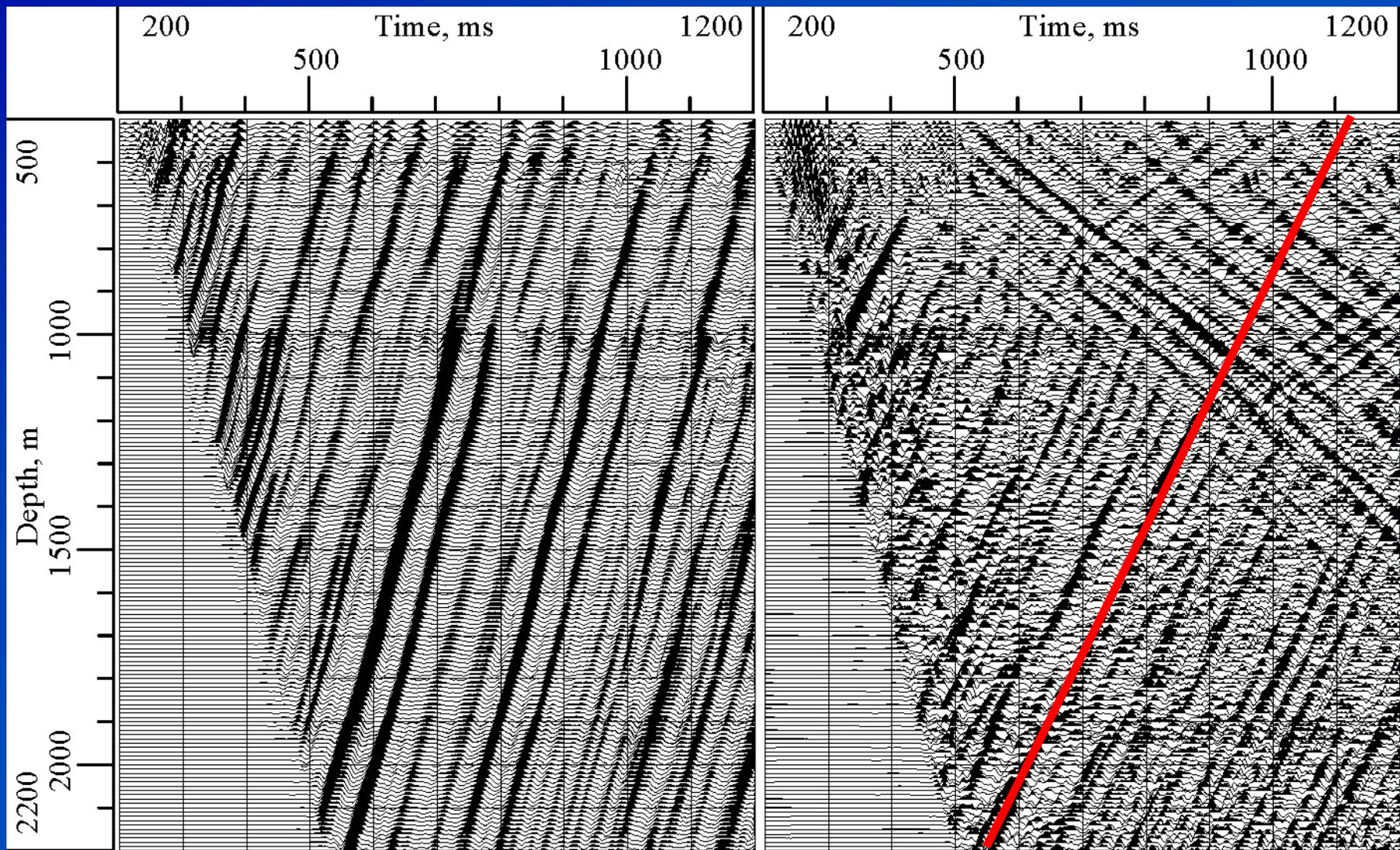
# АДДИТИВНОСТЬ



*Поле падающих обменных волн*

*Поле остатков*

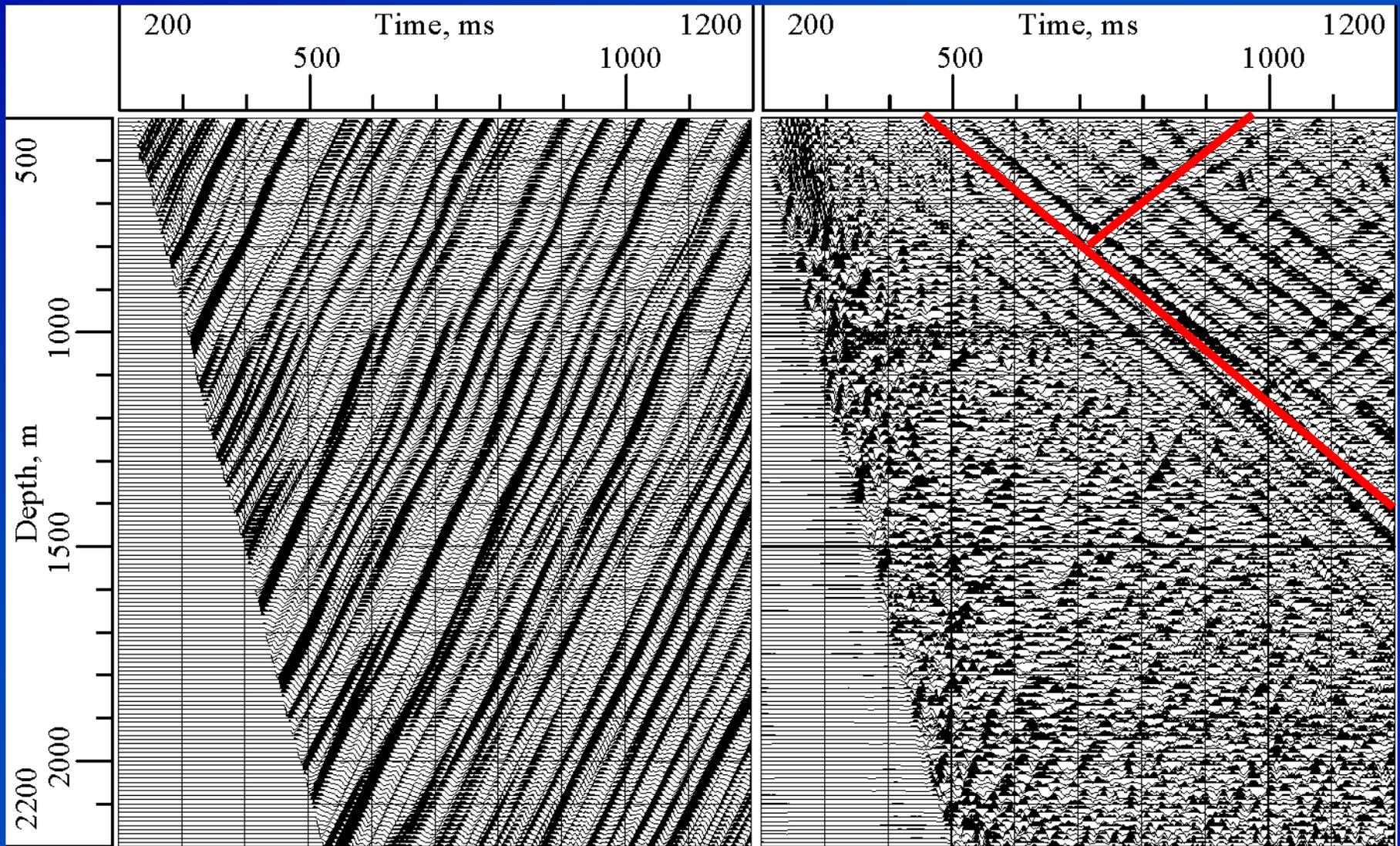
# АДДИТИВНОСТЬ



*Поле отраженных волн*

*Поле остатков*

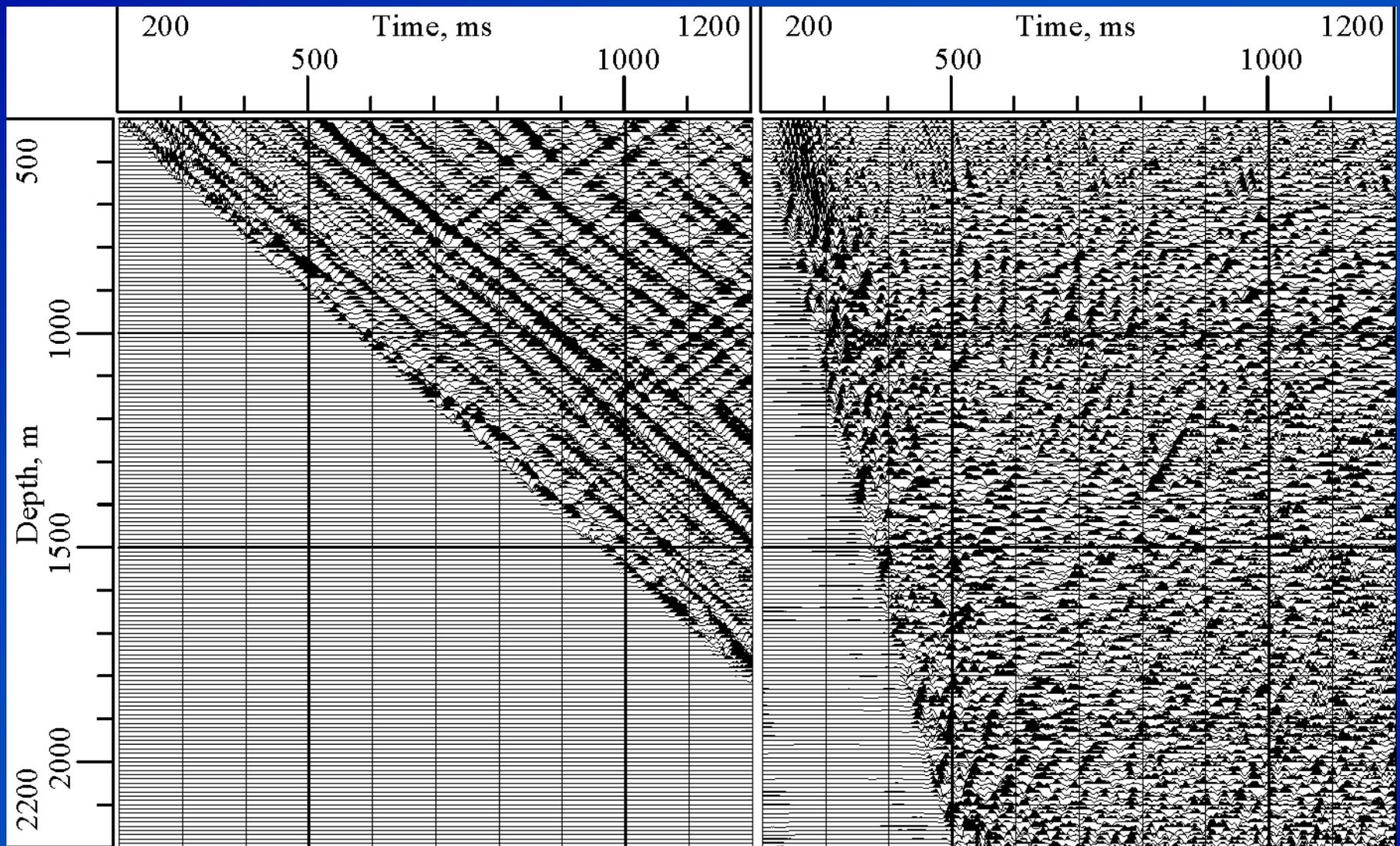
# АДДИТИВНОСТЬ



*Поле отраженных обменных волн*

*Поле остатков*

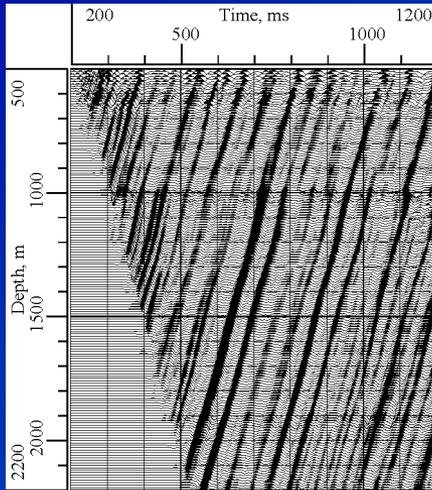
# АДДИТИВНОСТЬ



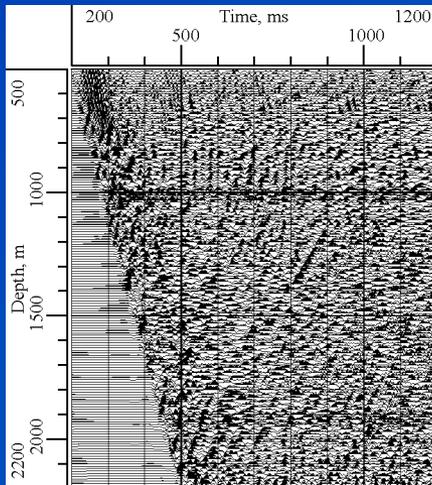
*Поле гидро-волн*

*Поле остатков*

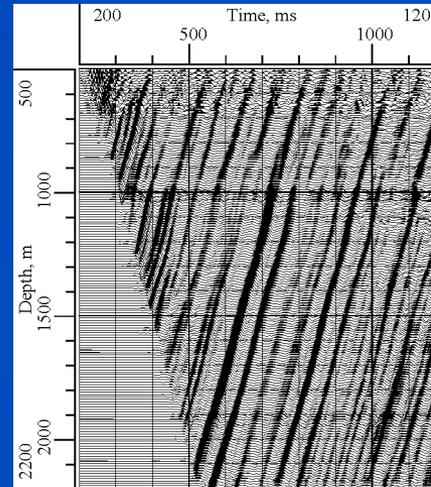
# АДДИТИВНОСТЬ



*Поле отраженных волн*



*Поле остатков*



*Исходное поле без всех  
регулярных волн  
(кроме продольных  
отраженных)*



**Дальнейшая  
обработка**

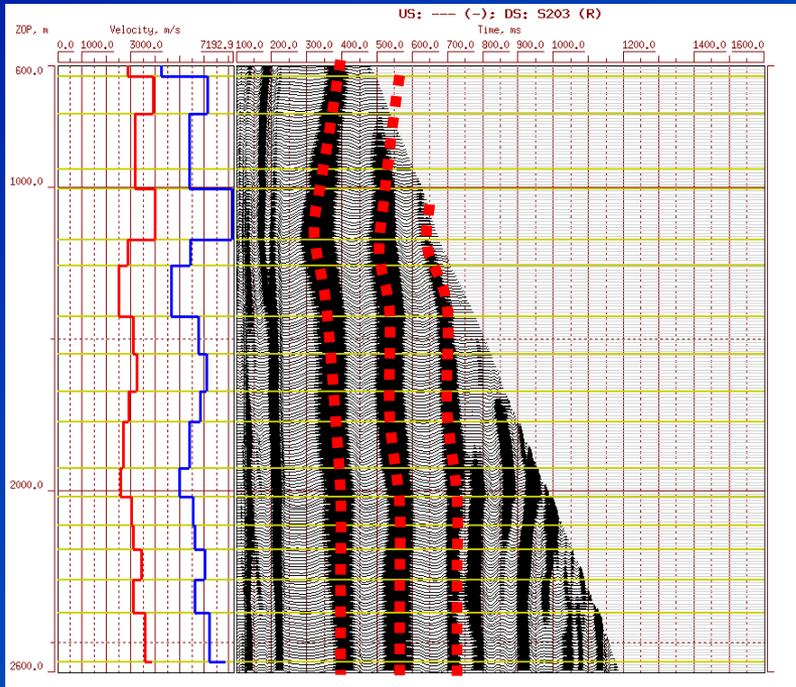
# Итеративность

Принцип итеративности заключается в поочередном выделении волн с учетом их интенсивности и дальнейшем доуточнении их параметров в отсутствие других волн. На первой итерации при выделении целевой волны используются большие размеры базы осреднения для того, чтобы в поле целевой волны не попали другие волны. Таким образом, после первой итерации выделенные волновые поля практически не содержат волн других типов. Однако искажены (сглажены по глубине) их истинные параметры, а остатки волнового поля (поля после вычитания всех выделенных волн) содержат часть энергии выделенных волн. Далее к остаткам поочередно добавляются выделенные волны, уточняются их параметры и параметры скоростной модели. Затем осуществляется выделение волны на меньшей базе. Этот процесс продолжается до тех пор, пока поле остатков не перестанет содержать коррелируемых волн.

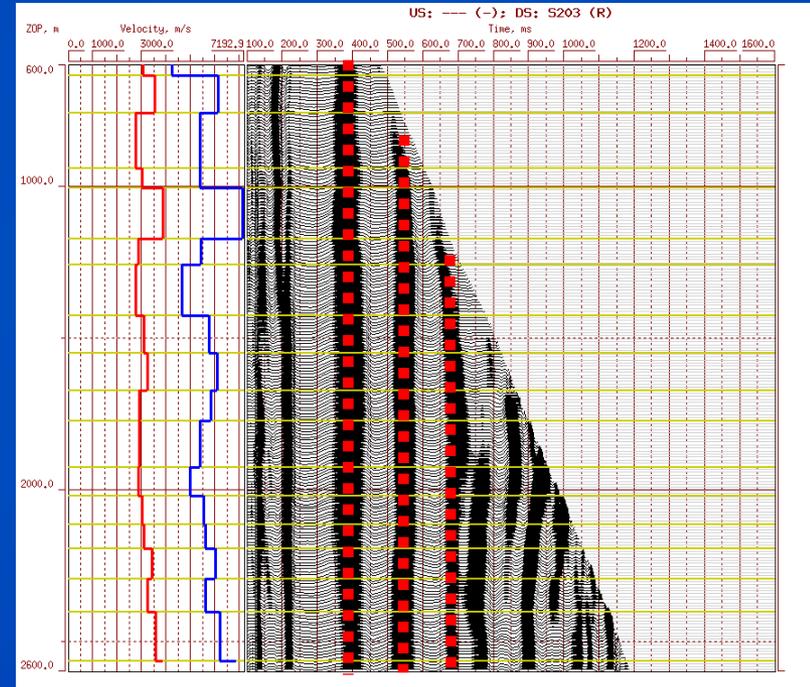
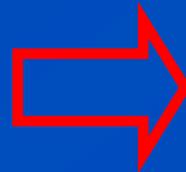
# Итеративность



# Коррекция скоростей поперечных волн



*до коррекции*



*после коррекции*

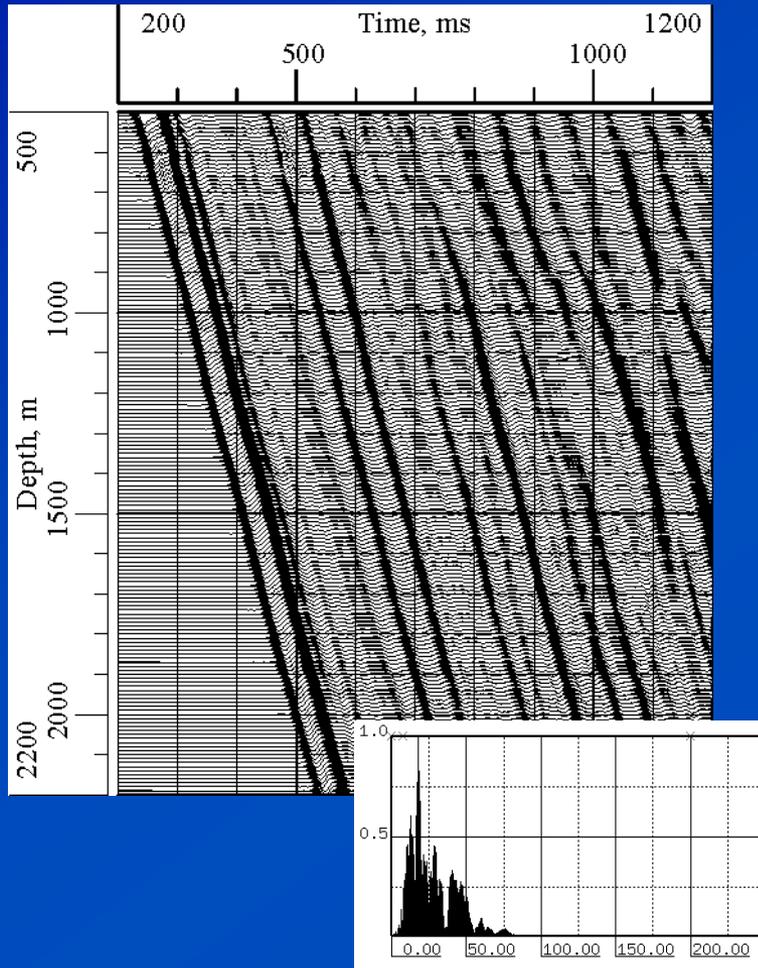
# Деконволюция

---

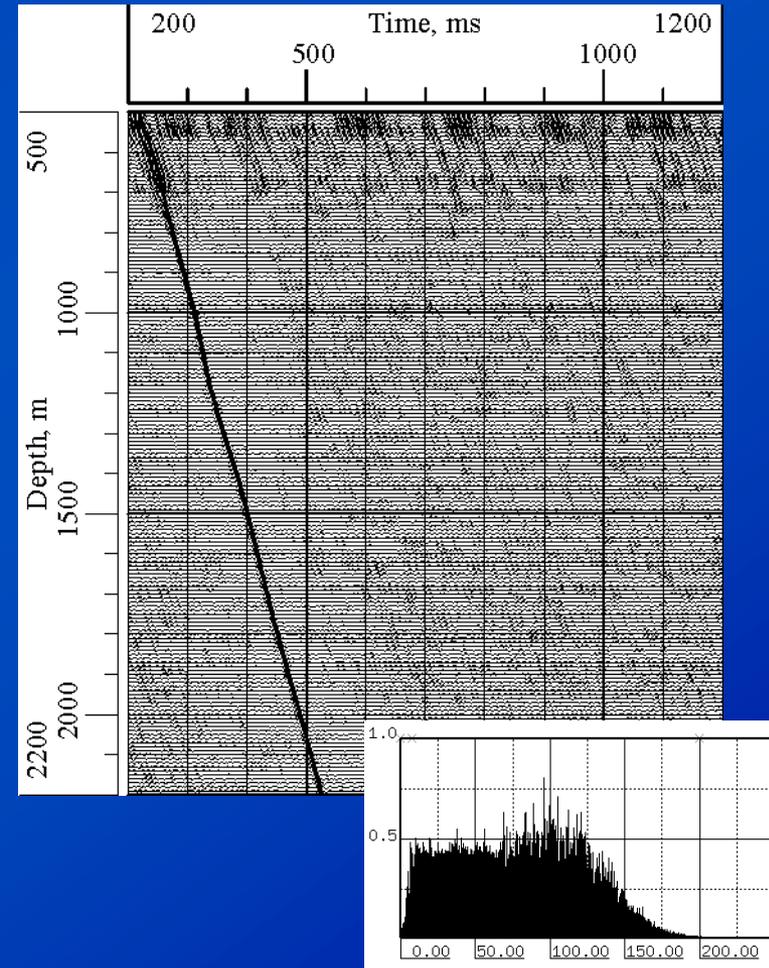
Следующей процедурой является деконволюция волновых полей по форме импульса падающей волны. При этом основным принципом является максимальное расширение спектра при данном соотношении сигнал-шум.

# Деконволюция

## Падающие волны



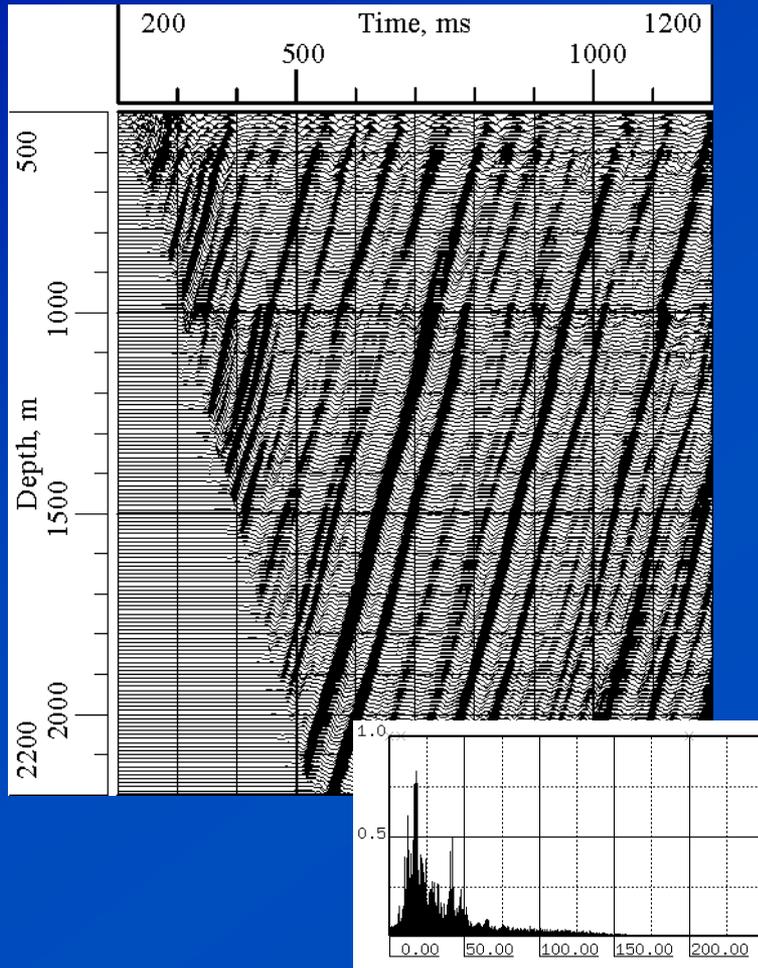
До деконволюции



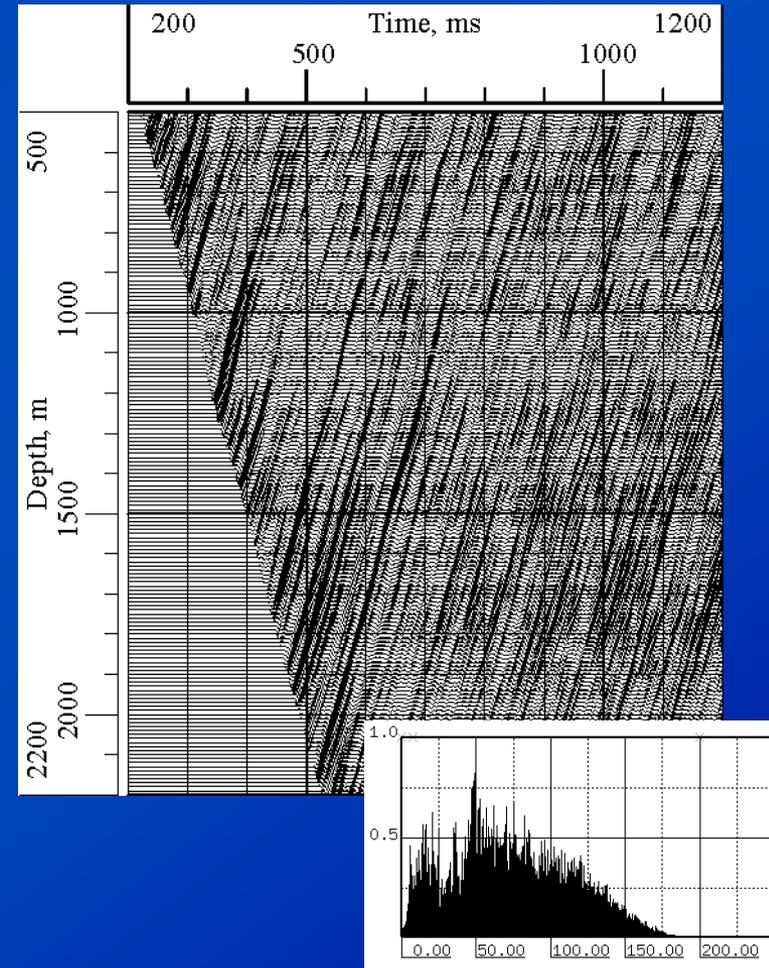
После деконволюции

# Деконволюция

## Отраженные волны

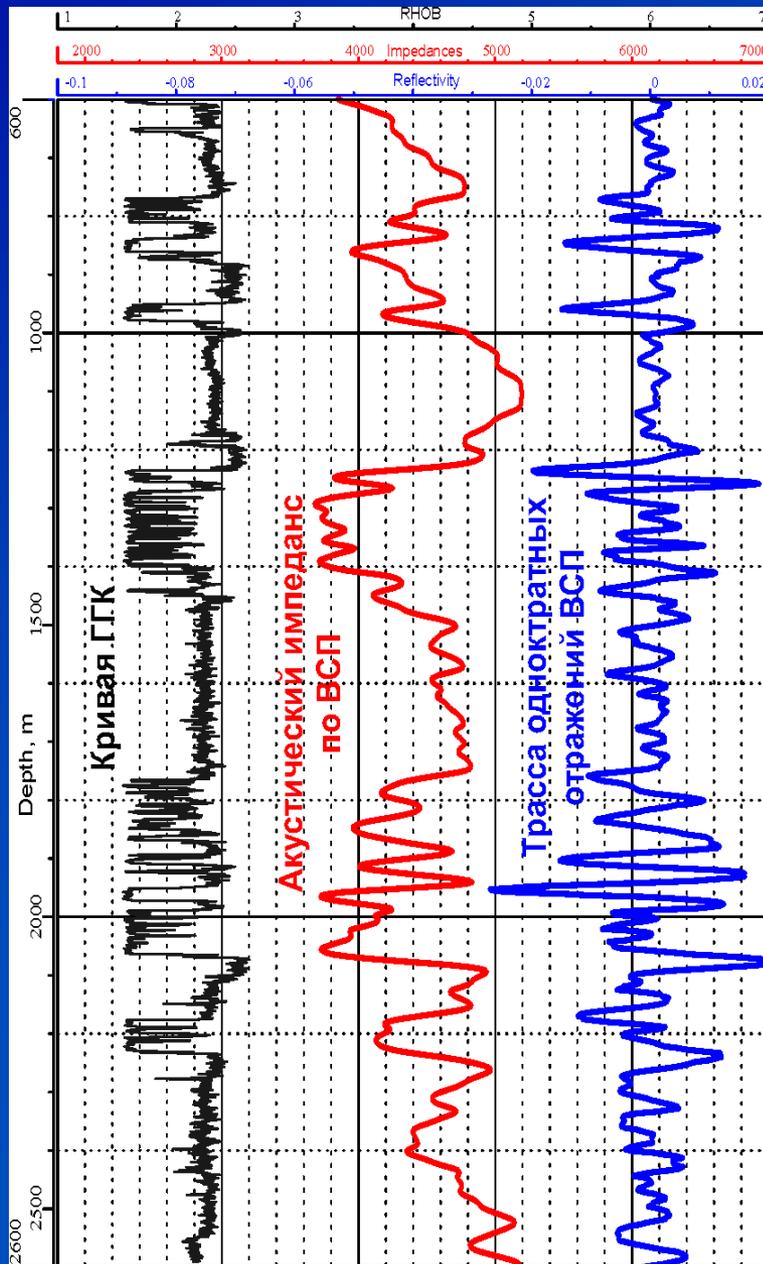


До деконволюции



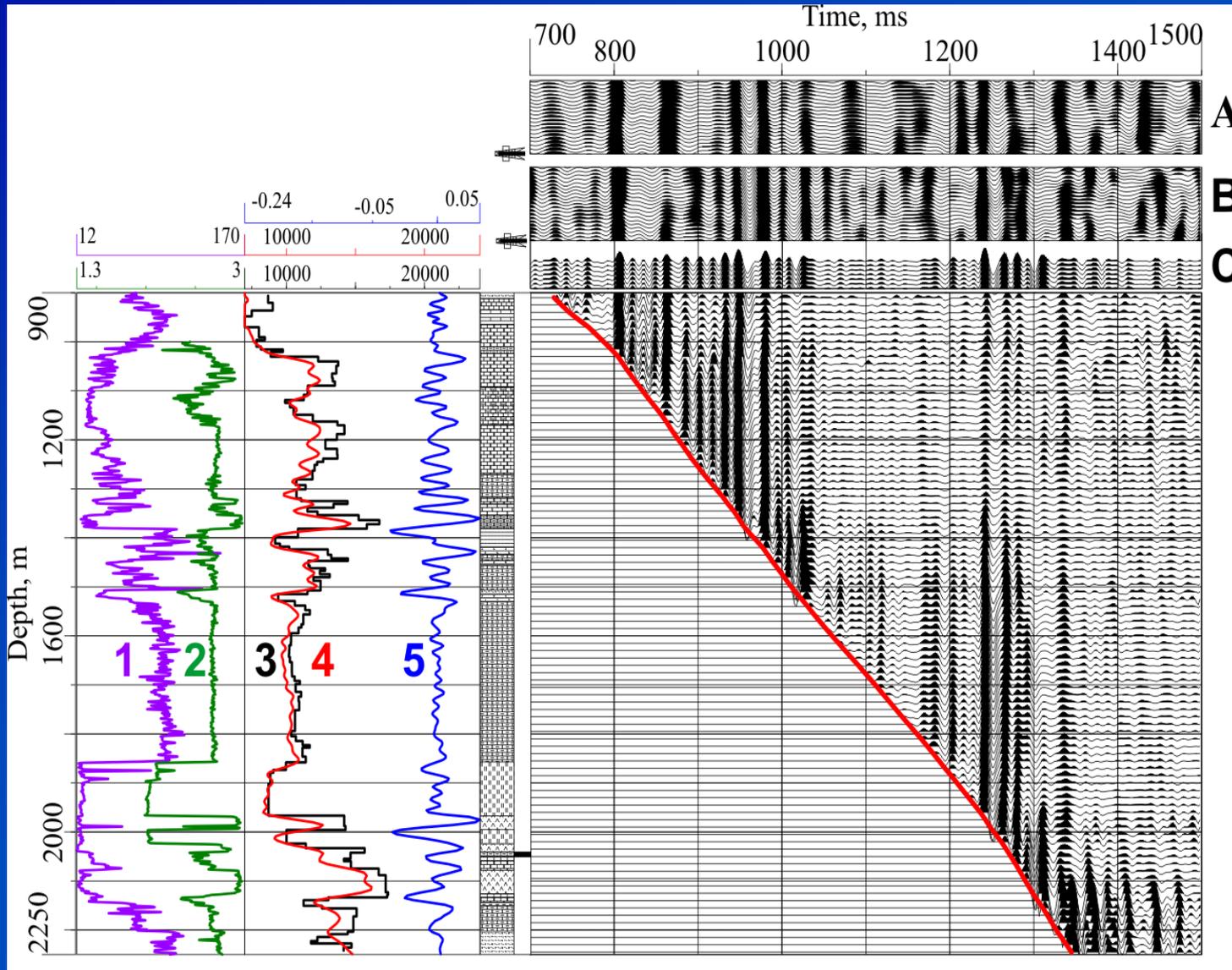
После деконволюции

# Увязка данных ГИС и ВСП



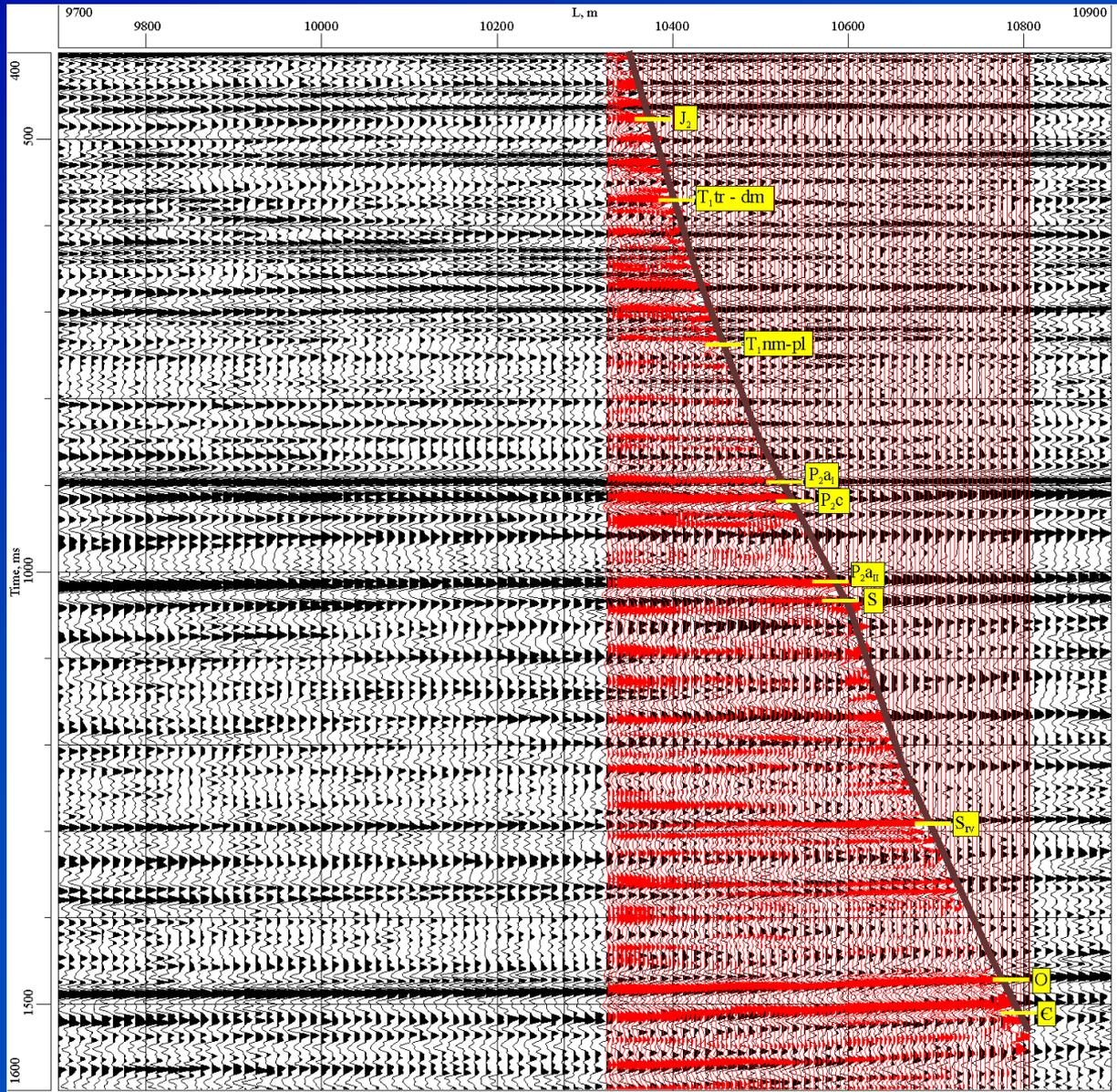
При таком детальном совпадении данных ВСП и ГИС исключены ошибки в скоростных характеристиках среды, полученных по ВСП, и, следовательно, в привязке данных наземной сейсморазведки к литологическому разрезу в скважине.

# Увязка данных ГИС, ВСП и ОГТ



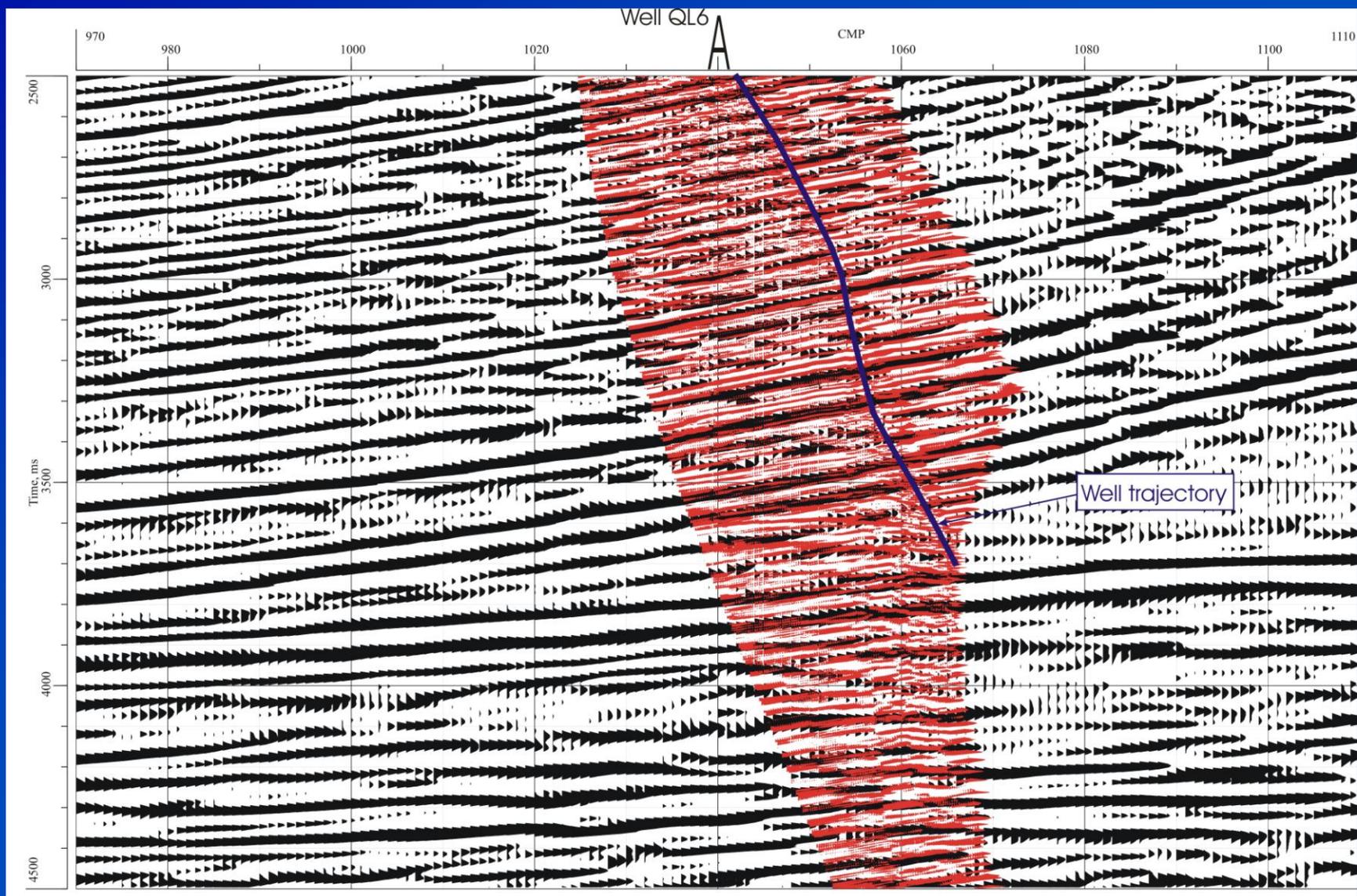
- 1 – кривая АК,
- 2 – кривая ГК,
- 3 – импеданс по данным ГИС,
- 4 – импеданс по данным ВСП,
- 5 - трасса однократных отражений ВСП,
- А - исходный разрез ОГТ.
- В – разрез ОГТ после деконволюции,
- С – трасса однократных отражений ВСП

# Совмещение разрезов ВСП и ОГТ



Зачастую, изображения, построенные по данным ВСП, неплохо коррелирует с разрезом ОГТ. При этом не обеспечивая прирост информации о строении тонких продуктивных пластов.

# Совмещение разрезов ВСП и ОГТ



*Разрешенность изображения ВСП выше, чем ОГТ*

# Заклучение

Таким образом, для обеспечения высокого качества результатов обработки материалов ВСП рекомендуются следующие принципы:

- ✓ соблюдение аддитивности при разделении волновых полей;
- ✓ модель-базируванность обработки;
- ✓ итеративность;
- ✓ максимальное расширение спектра при данном отношении сигнал/шум.

# Conclusion

To improve quality of VSP data processing it is recommended to follow the proposed principles:

- ✓ keep addivity of results of wave field separation;
- ✓ use model-based processing;
- ✓ use iterations to adjust and refine target parameters;
- ✓ aim at maximum possible spectrum extension having a given signal to noise ratio.