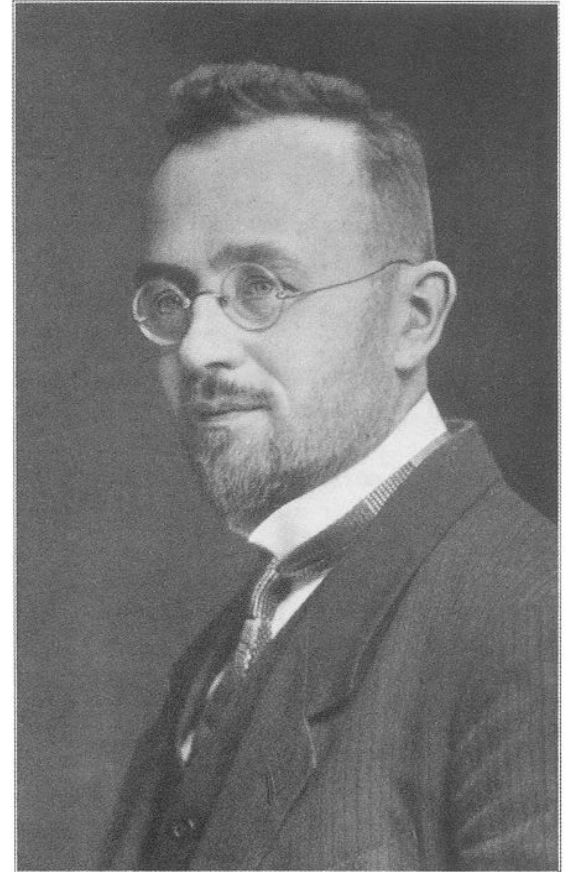


# Преобразование Радона

Иоганн Карл Август Радон  
(1887-1956)  
- австрийский математик



*J. Radon*

Докладывает: Мокроусов В.

А

# План

- Виды и свойства
- Реализация
- Применение

# Виды и свойства

- Физический смысл – суммирование какого-либо физического свойства среды вдоль определенного луча (в координатах  $x-t$  – на сейсмограмме, например)

# Формула преобразования

$$u(\tau, q) = \int_{-\infty}^{\infty} d(t = \tau + q\varphi(x), x) dx,$$

Где  $d(x, t)$  – сейсмограмма

$u(\tau, q)$  – ее преобразование Радона

$x$  – пространственная переменная (удаление)

$\varphi(x)$  определяет кривую, вдоль которой происходит преобразование

$q$  – коэффициент кривизны

$\tau$  – время запаздывания

$t - \tau$

$$u(\tau, q) = \sum_x d(t = \tau + q\varphi(x), x).$$

# Разновидности

## 1. Линейное

$$S(\tau, p) = \sum_x d(t = \tau + px, x)$$

Где

$d(x, t)$  – сейсмограмма

$t$  – двойное время пробега

$\tau$  - время запаздывания

$x$  – удаление

$p = \frac{\sin \theta}{v}$  – лучевой параметр

$\theta$  – Угол падения

# Разновидности

## 2. Параболическое

$$u(\tau, q) = \sum_x d(t = \tau + qx^2, x)$$

$$q = 1/2t_0v_r^2, \quad v_r - \text{скорость после введения поправки}$$

# Разновидности

## 3. Гиперболическое

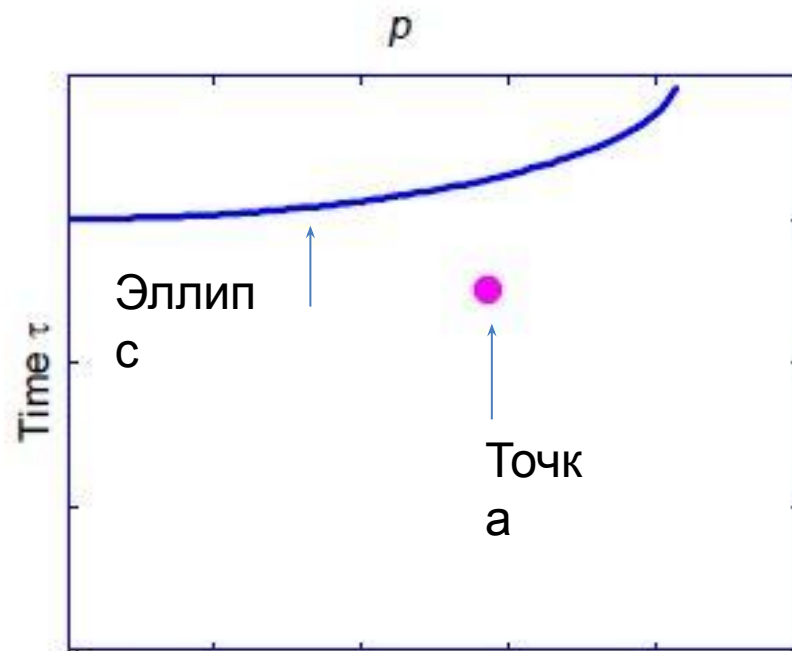
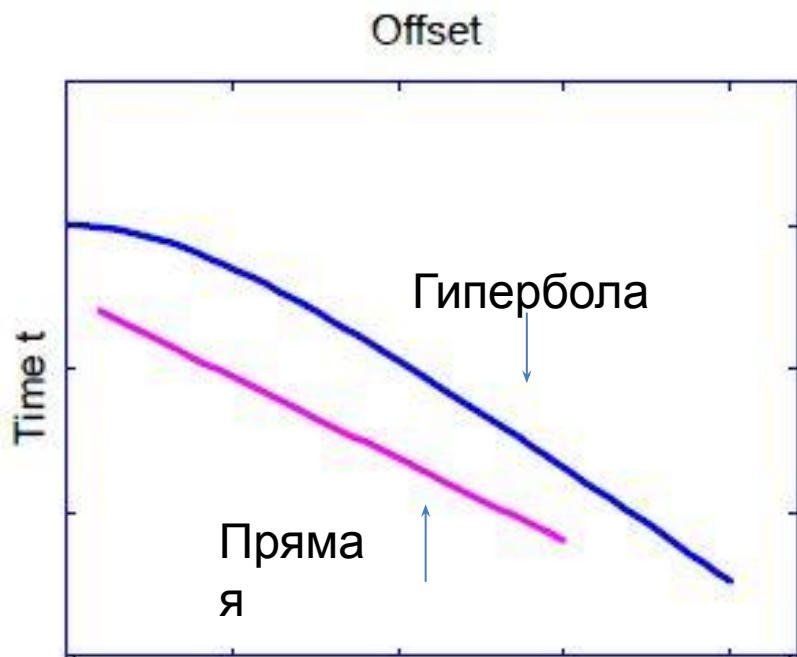
$$u(\tau, q) = \sum_x d \left( t = \sqrt{\tau^2 + qx^2}, x \right)$$

$$t = \sqrt{\tau^2 + qx^2} \quad \text{- Путь суммирования (гипербола)}$$

$$q = \frac{1}{V^2 r_{ms}}$$

# Реализация

Линейно  
е



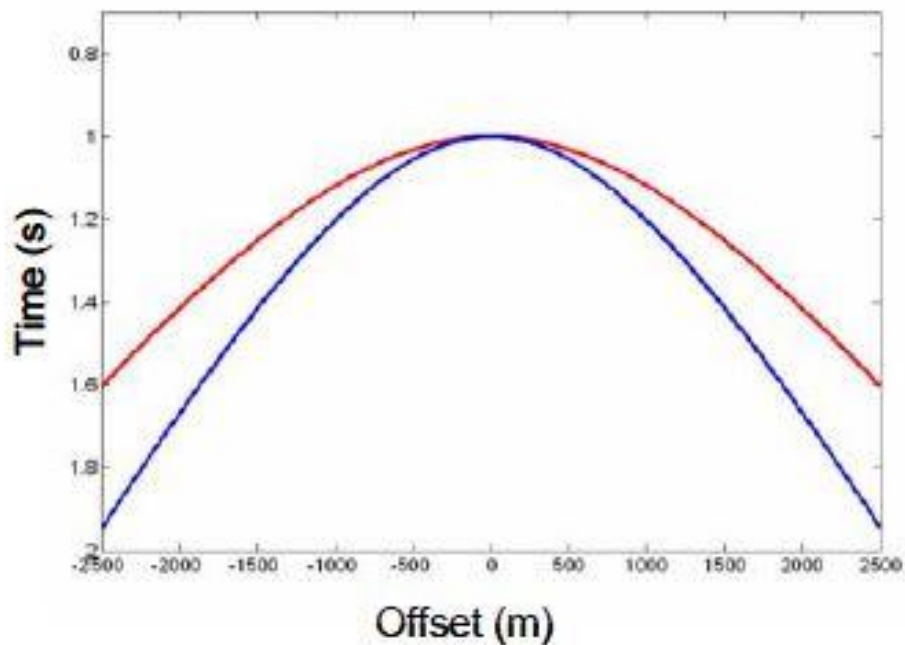
Пространственно – временная  
область

$\tau - \rho$   
область

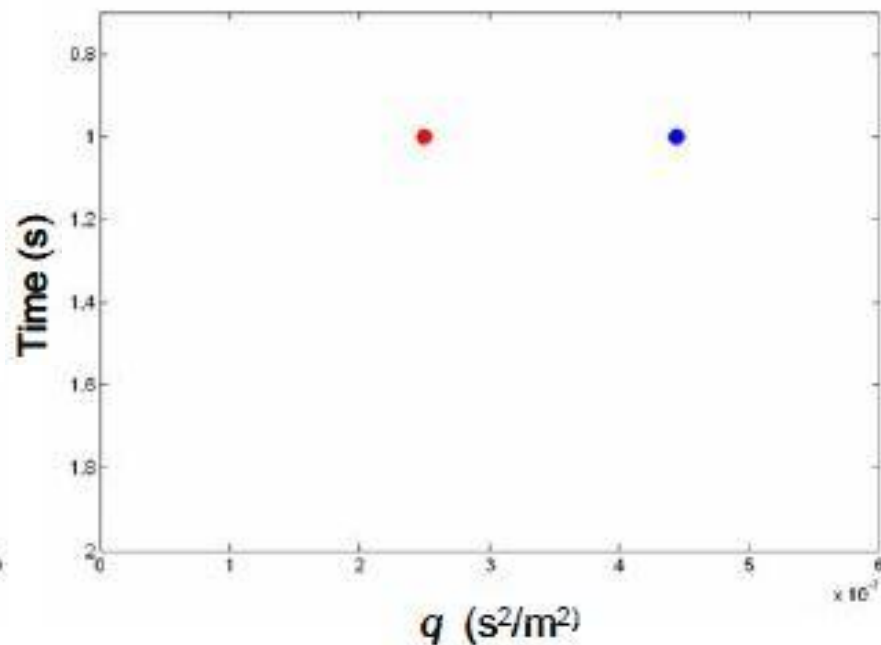


# Реализация

Гиперболическ  
ое



Пространственно – временная  
область

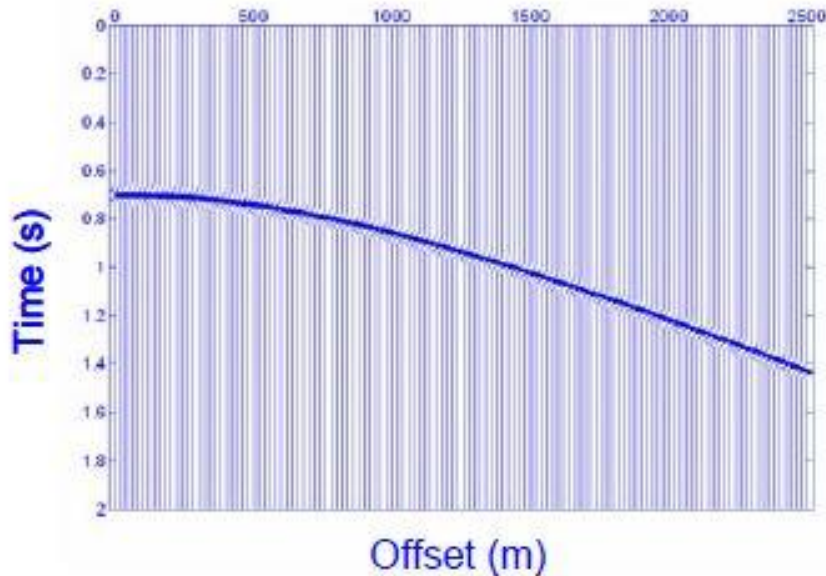


Радонова  
область

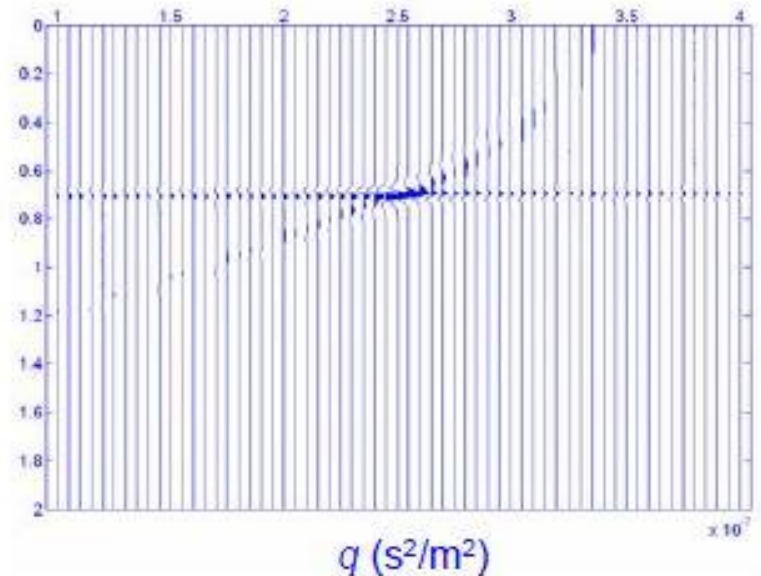
# Промежуточный итог

1. Каждый вид преобразования переводит соответствующей формы событие в точку
2. У метода есть погрешности в реализации
3. Обратное преобразование неоднозначно

# Погрешности



Гиперболическое событие



Его гиперболическое преобразование

Две составляющие погрешности:

- 1 – горизонтальная
- 2 – наклонная

# Обратное преобразование

$$d'(t, x) = \int_{-\infty}^{\infty} \rho(\tau) * u(\tau = t - q\varphi(x), q) dq$$

$d'(t, x)$  – восстановленная сейсмограмма

$u$  – прямое преобразование Радона

$\rho(\tau)$  – Ро-фильтр

$x$  – пространственная переменная (удаление)

$\varphi(x)$  определяет кривую, вдоль которой

происходит преобразование

$q$  – коэффициент кривизны

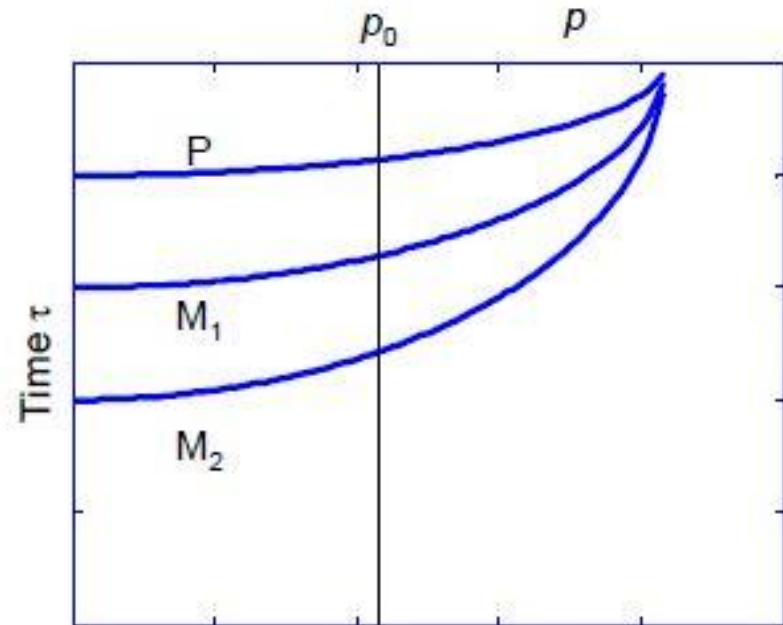
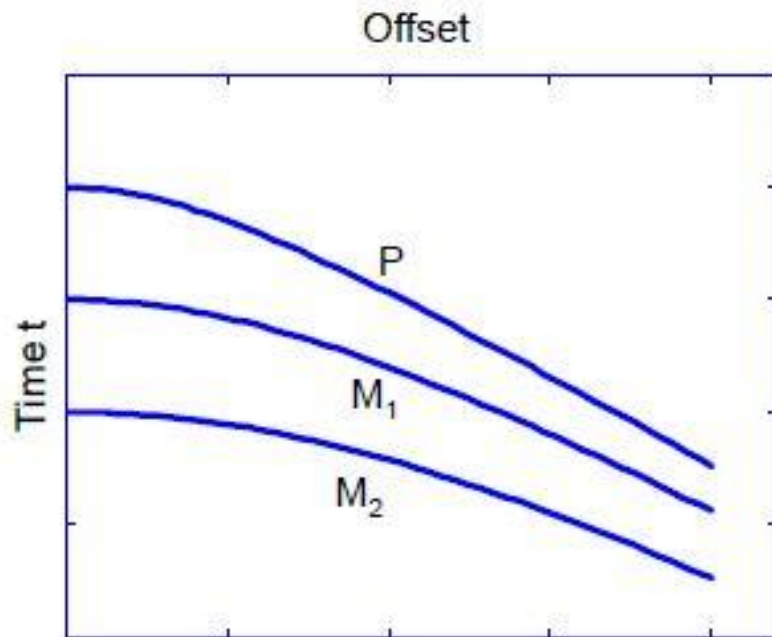
$\tau$  – время запаздывания

$t$  – двойное время пробега

# Применение

## 1. Линейное

- Предсказательная деконволюция: отражения неперiodичны в  $x$ - $t$  области, но в  $\tau$ - $p$  – периодичны.



Пространственно – временная  
область

$\tau$  –  $p$   
область

# Применение

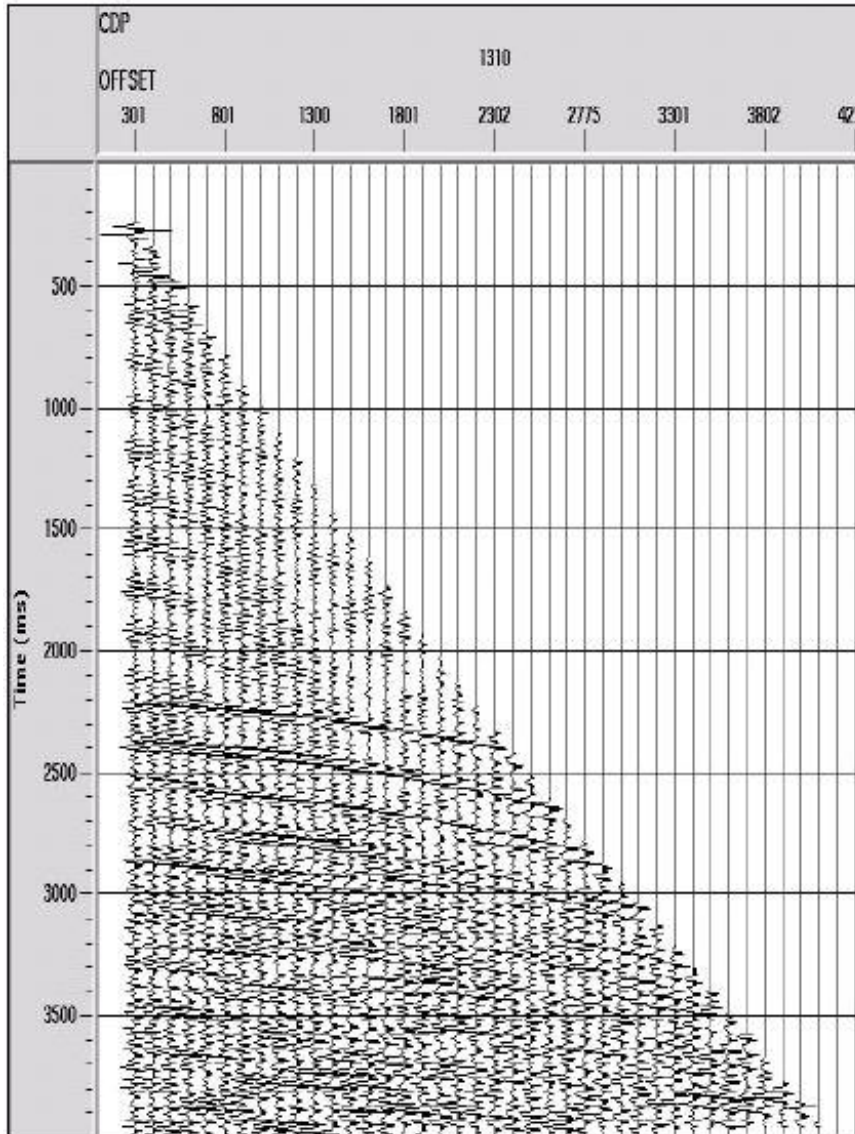
## 2. Все виды

- Метод подавления кратных волн на сейсмограммах ОГТ.

# Пример



# Пример



## Сейсмограмма ОГТ

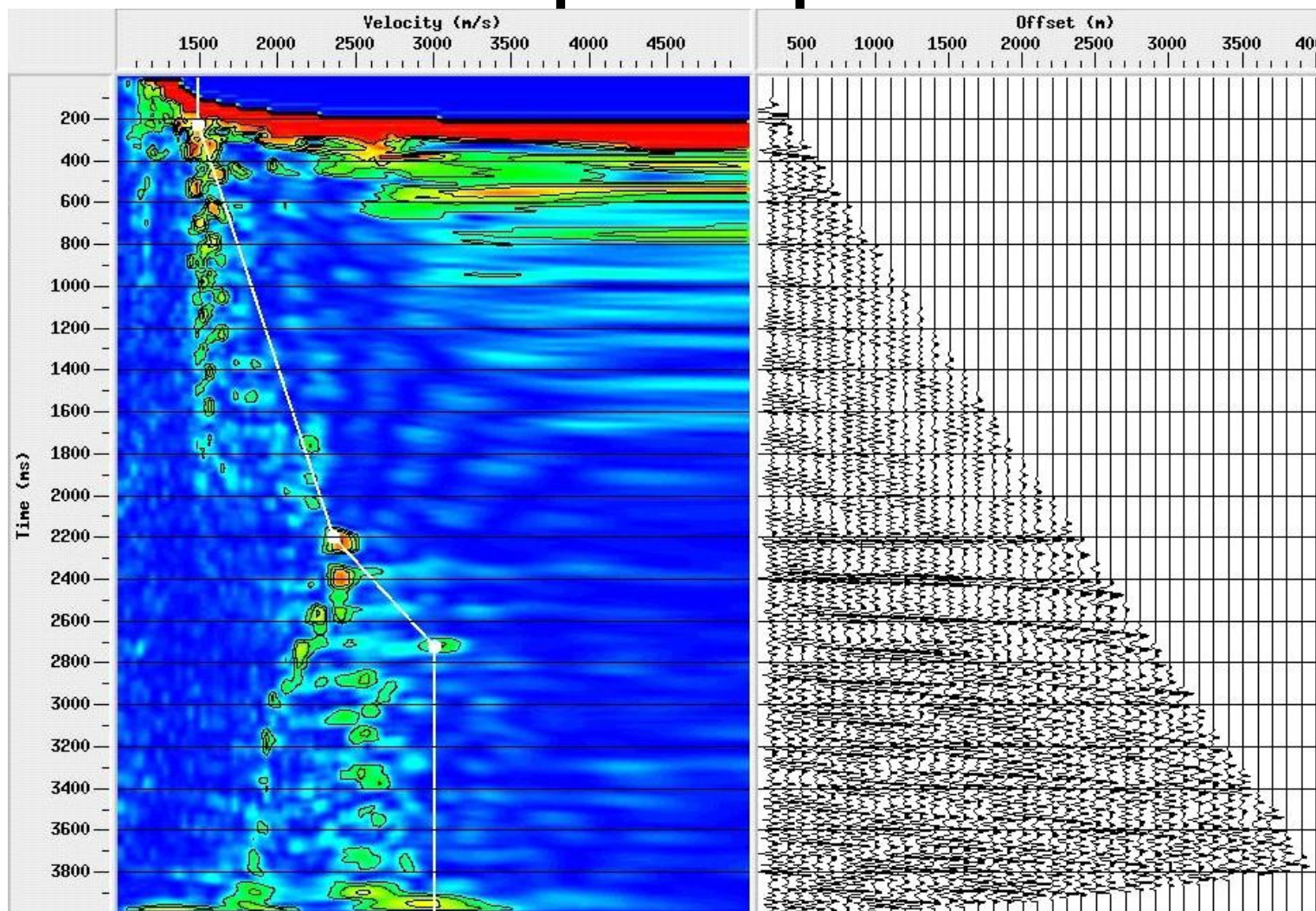
2.2с – однократная (от третично-мелового несогласия – кровли Авалонской формации песчаников – нефтяной ловушки)

2.7с – однократная, но малоамплитудная (над кратной)

Все остальные – много (в т.ч. неполно)- кратные

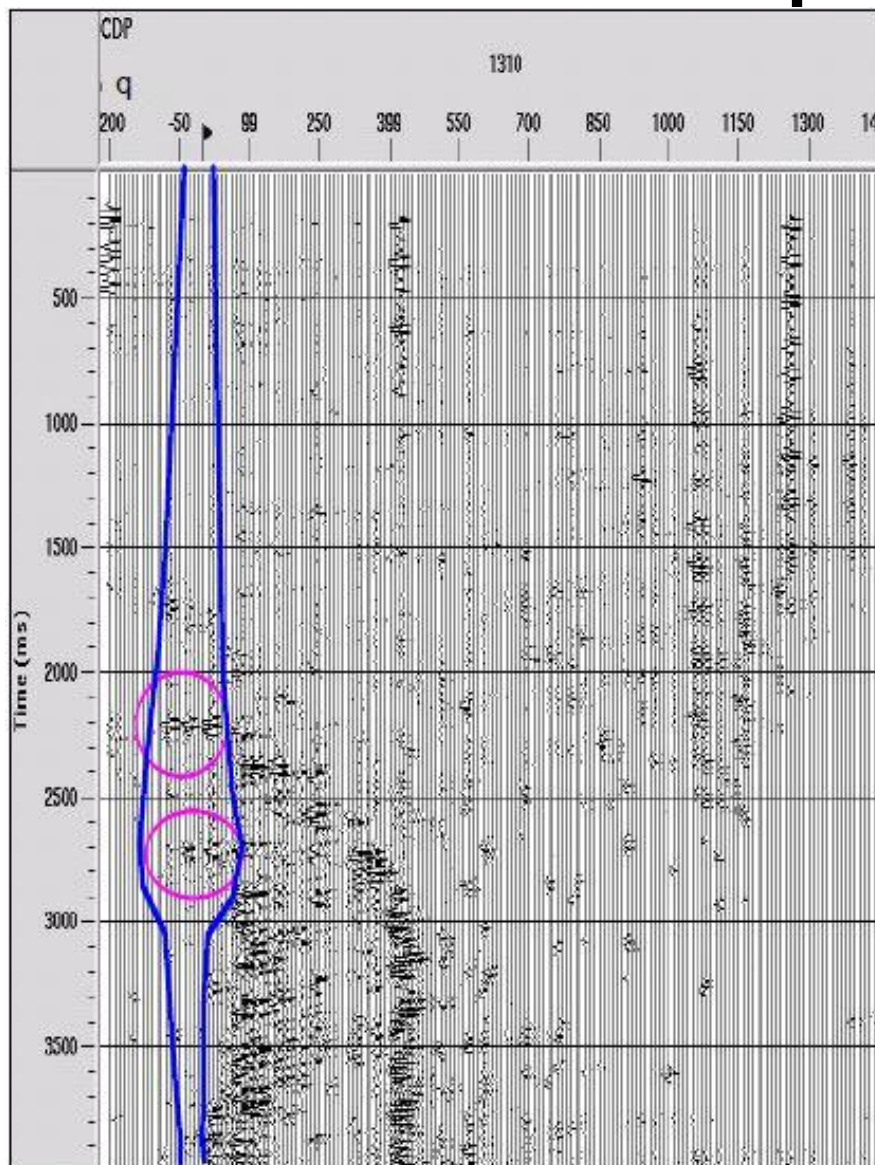


# Пример



Карта скоростей и скорректированная по ним сейсмограмма

# Пример

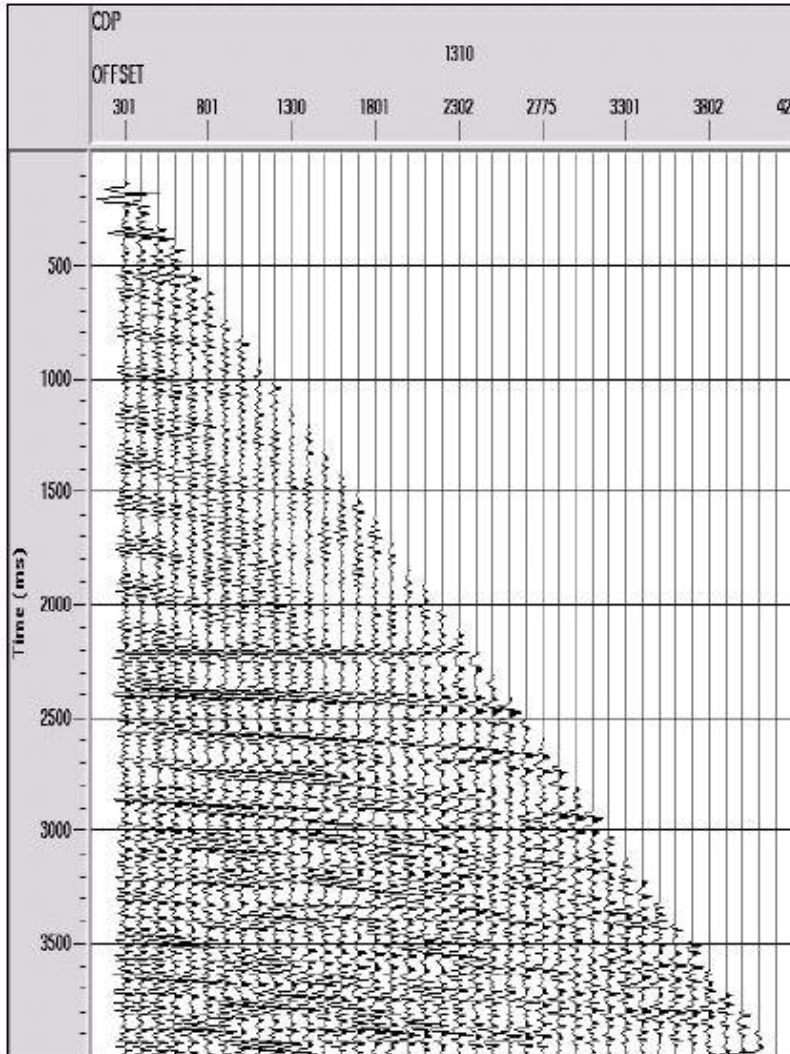


**Преобразование Радона**  
(оптимизированно – весовое) от  
сейсмограммы с введенными  
поправками

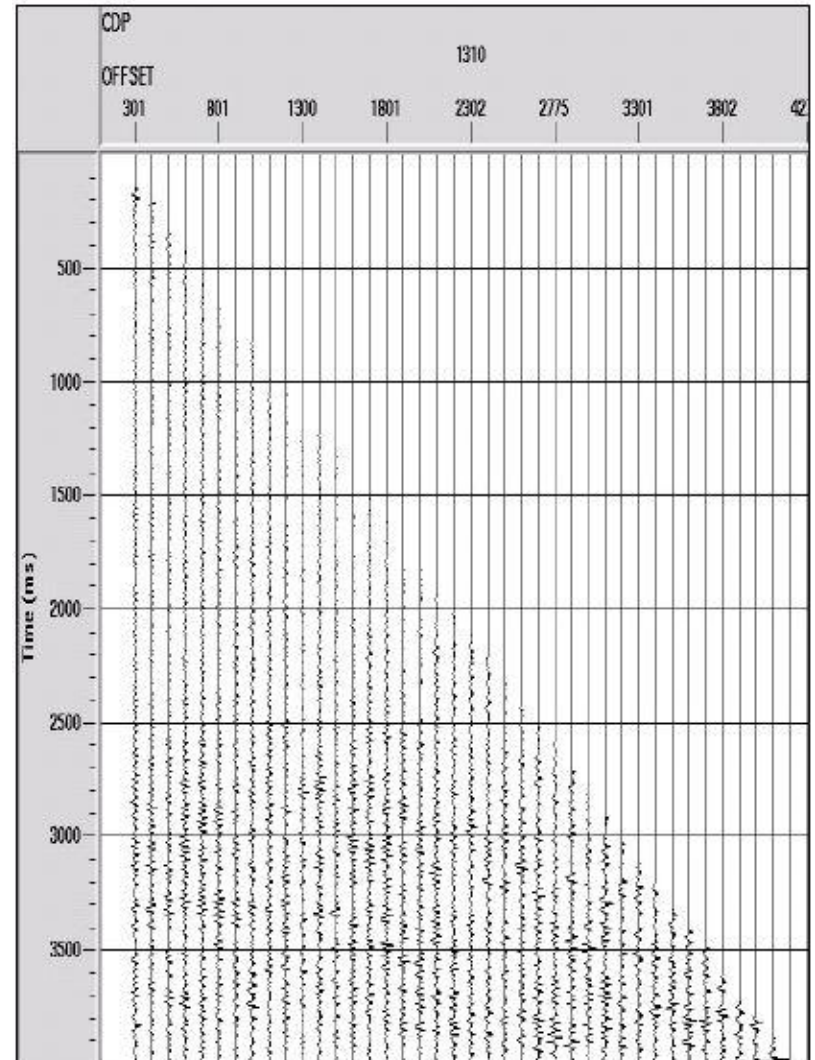
Розовые круги – однократные отражения  
Синие линии – границы подавления



# Пример

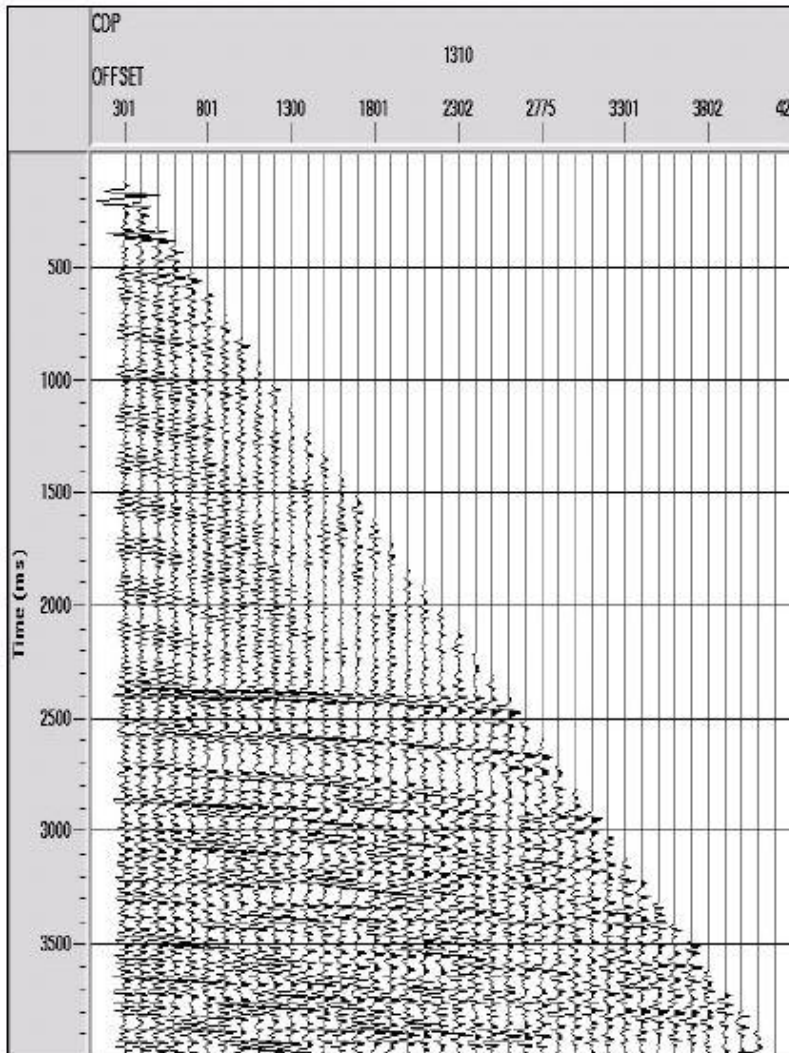


А) восстановленная сейсмограмма

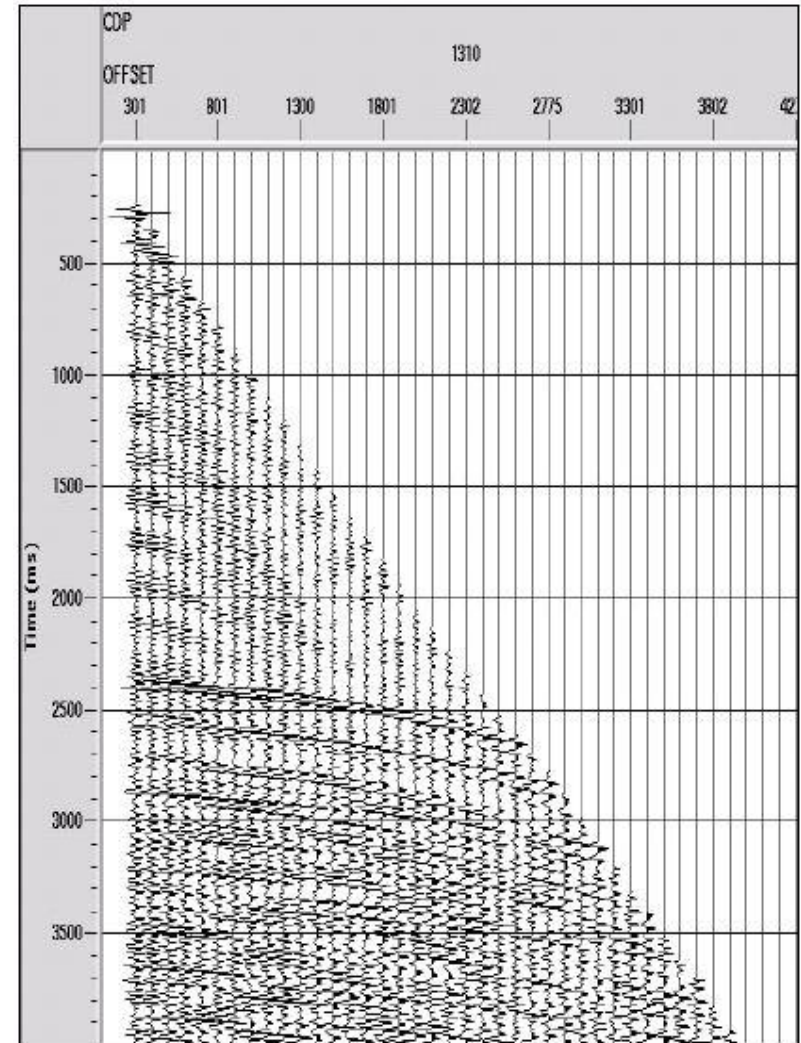


Б) Разность и сходной и восстановленной

# Пример



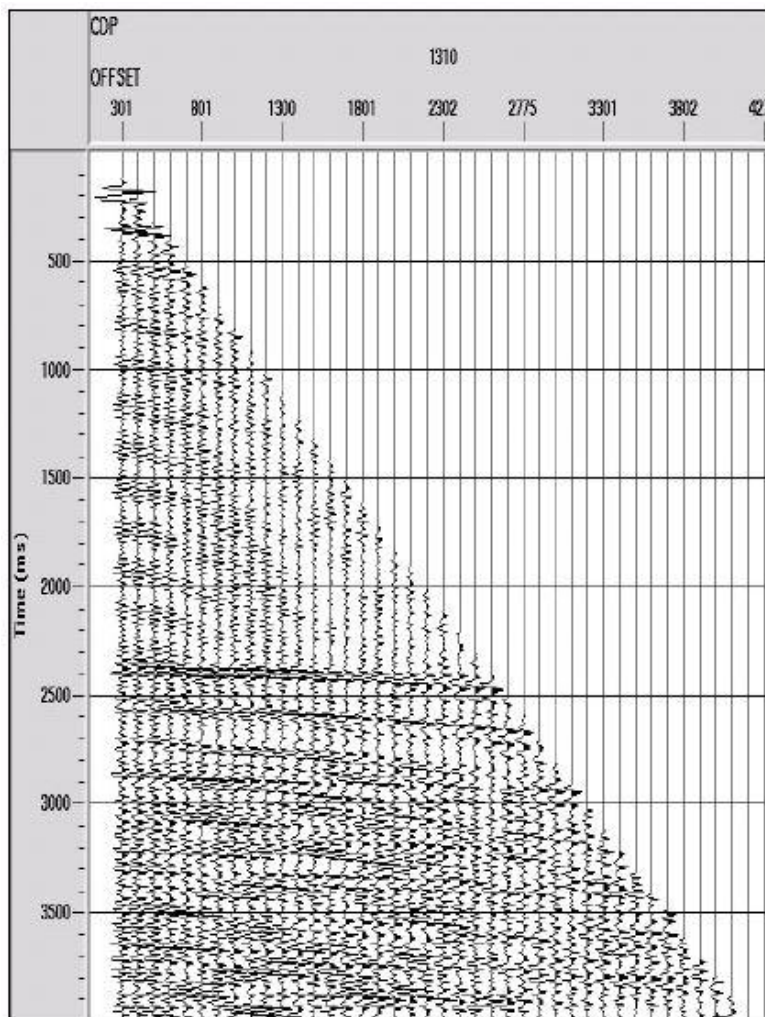
Восстановленная сейсмограмма  
(После мьютинга между синими  
линиями)



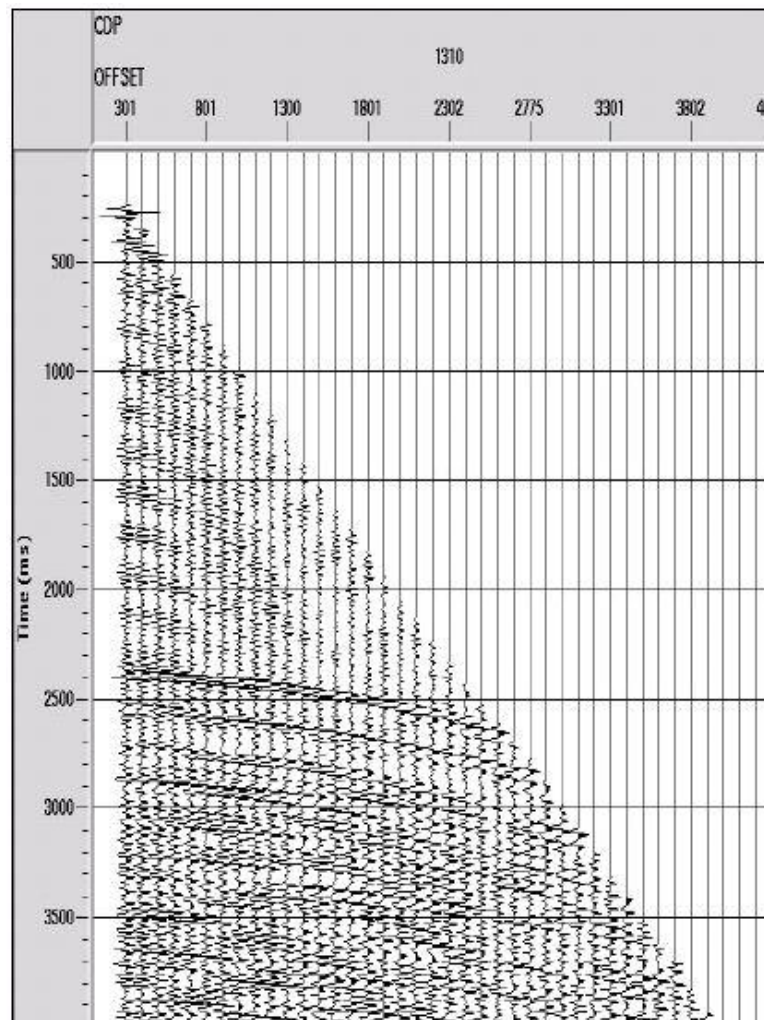
Она же, с обратной  
корректировкой



# Пример

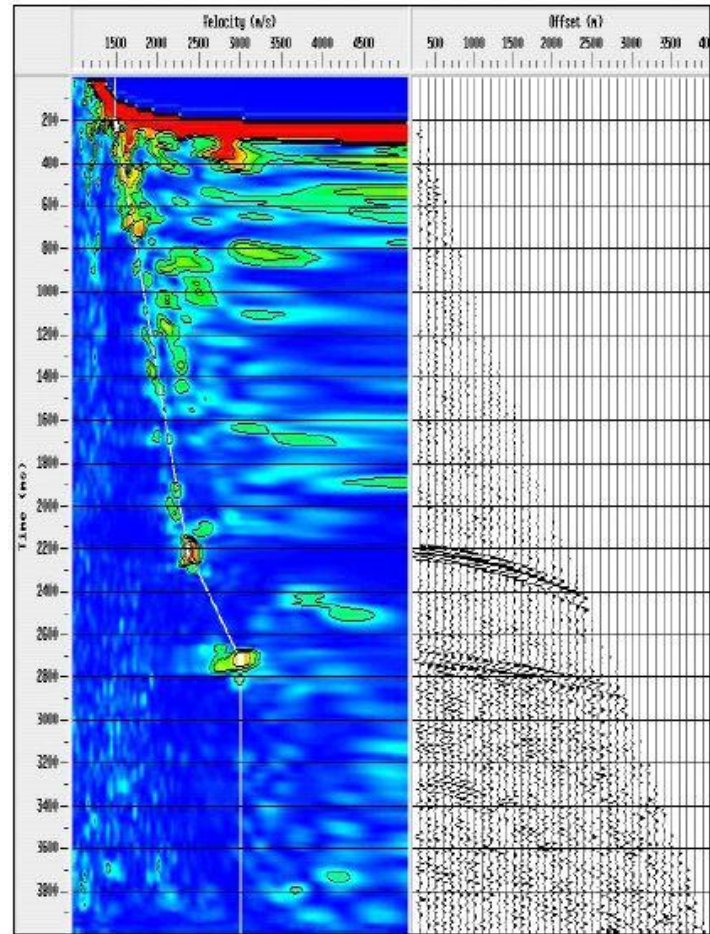
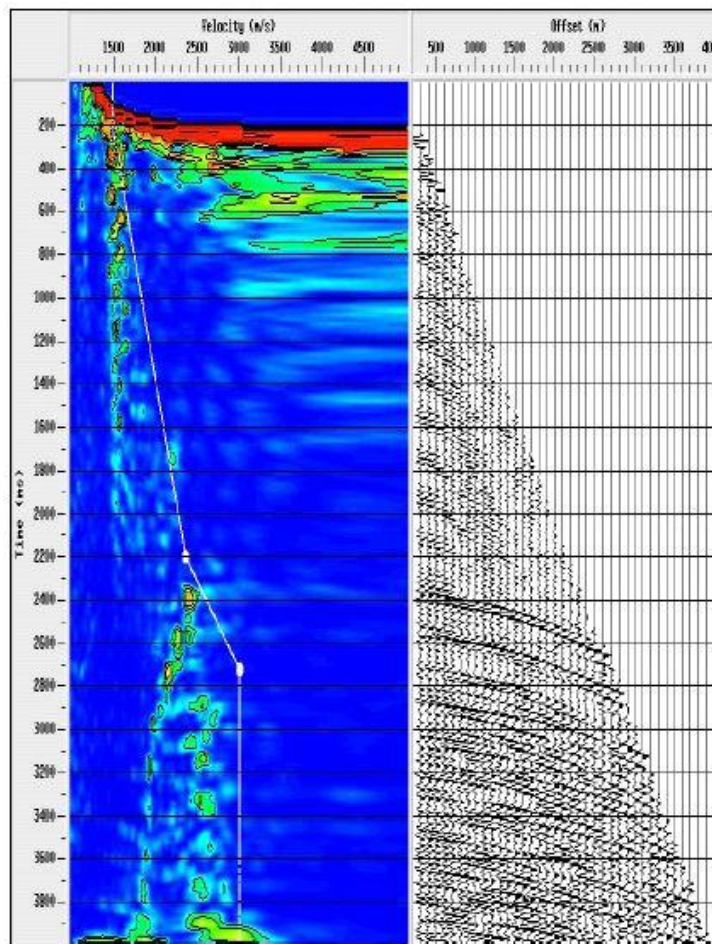


Восстановленная сейсмограмма  
(После мьютинга вне синих линий)



Она же, с обратной  
корректировкой

# Пример



Карты скоростей и нескорректированные сейсмограммы:  
слева – только кратные , справа – только однократные  
отражения

# Литература

- Zhihong Cao: Analysis and application of the Radon transform, 2006.

# Вопросы

- Общий вид преобразования, типы
- Принцип отображения (формулировка)
- Области применения