

Улучшение воспроизводимости сейсмических данных с помощью метода виртуальных источников и многомерной деконволюции

Д.В. Александров*, Б.М. Каштан

Санкт-Петербургский Государственный Университет

А.В. Бакулин

Saudi Aramco, EXPEC ARC

J. van der Neut

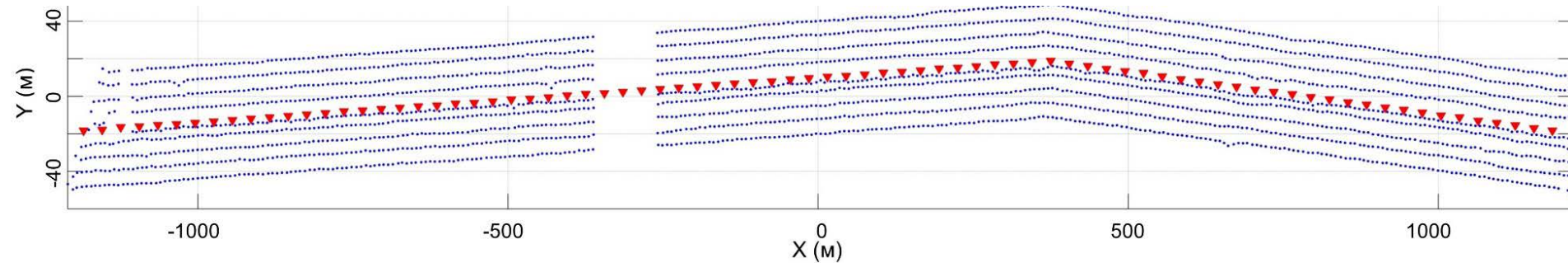
TU Delft

Содержание

- Описание эксперимента
- Методы сейсмической интерферометрии:
 - Метод виртуальных источников
 - Метод многомерной деконволюции
- Результаты применения методов к реальным данным
- Заключение

Описание эксперимента

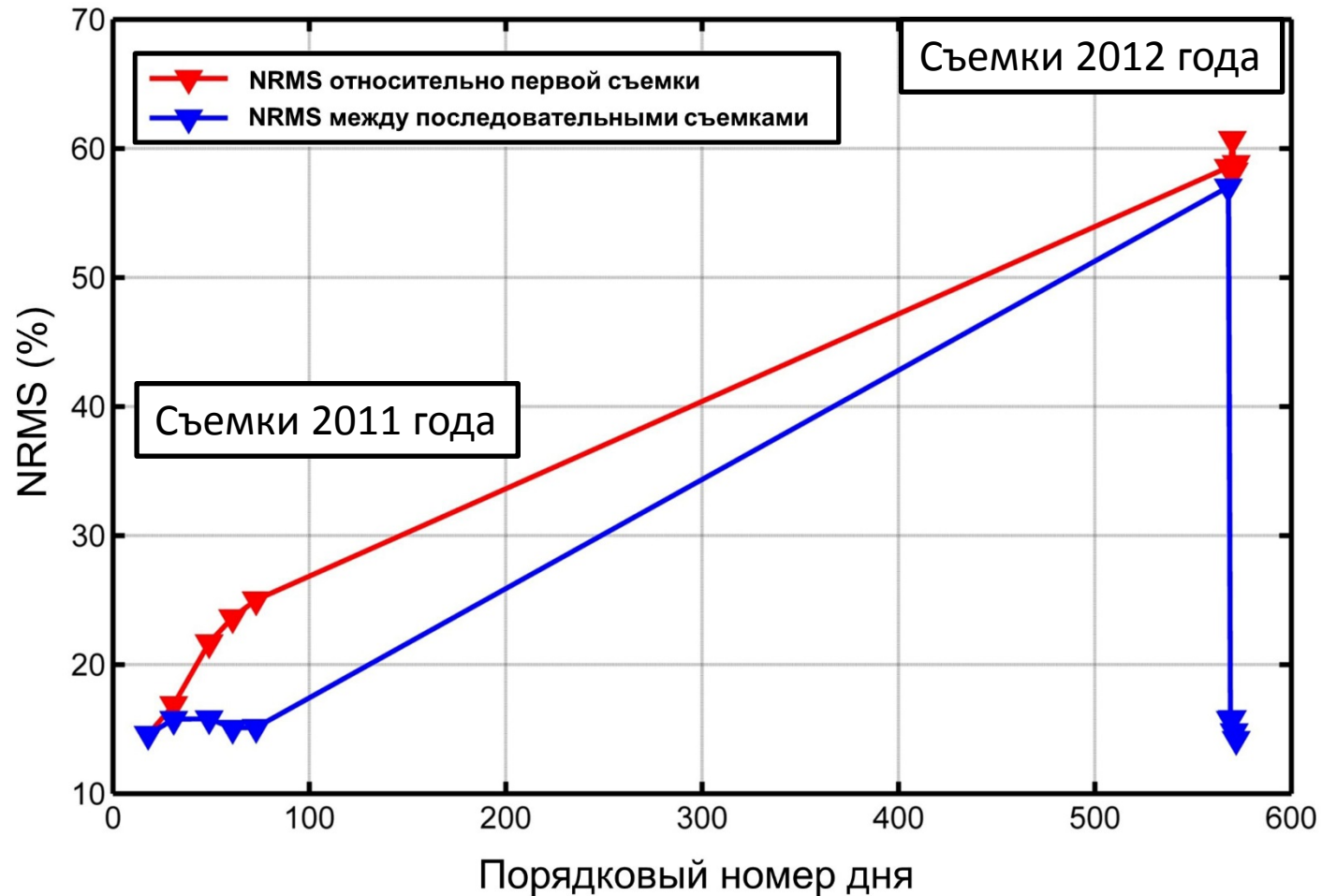
Расположение приемников и источников (вид сверху)



- 9 линий по **300** источников на поверхности – интервал **7.5 м**
- **80** приемников на глубине **30 м** – интервал **30 м**
- Тип источника: вертикальный вибратор
- Глубина залегания резервуара: **2000 м**

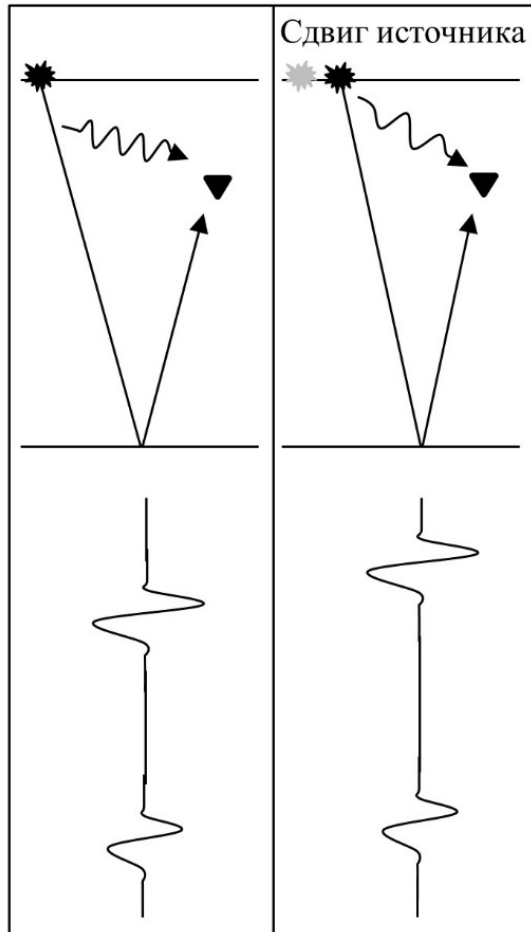


Средние значения NRMS между суммарными разрезами

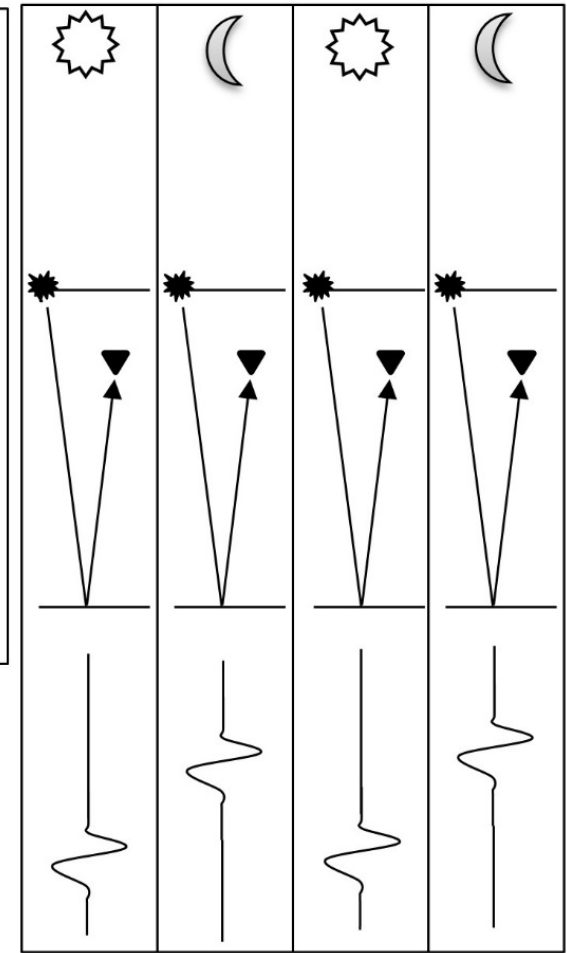
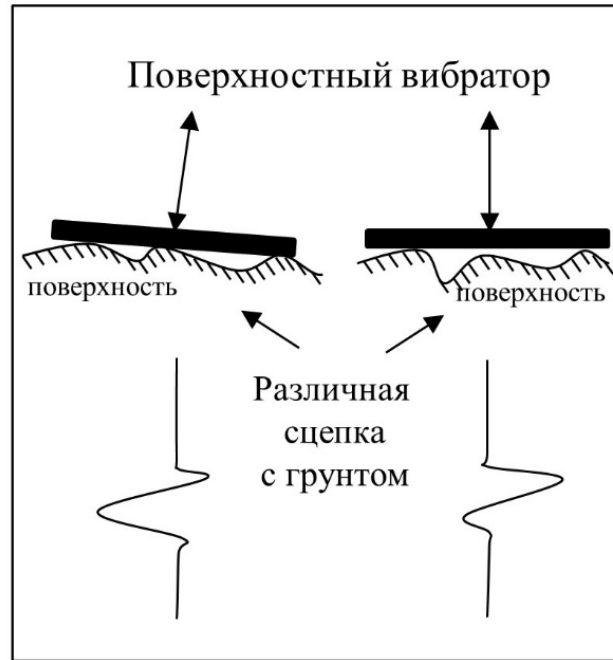


$$NRMS = \frac{200 \cdot RMS(a(t) - b(t))}{RMS(a(t)) + RMS(b(t))}$$

Явления, ухудшающие повторяемость данных



Изменения геометрии наблюдений



Суточные и сезонные колебания температуры и влажности

Метод виртуальных источников

$$G(x_a, x_b, \omega) | s(\omega) |^2 = \int P(x_a, x_s, \omega) \{P^{in}(x_b, x_s, \omega)\}^* dx_s$$

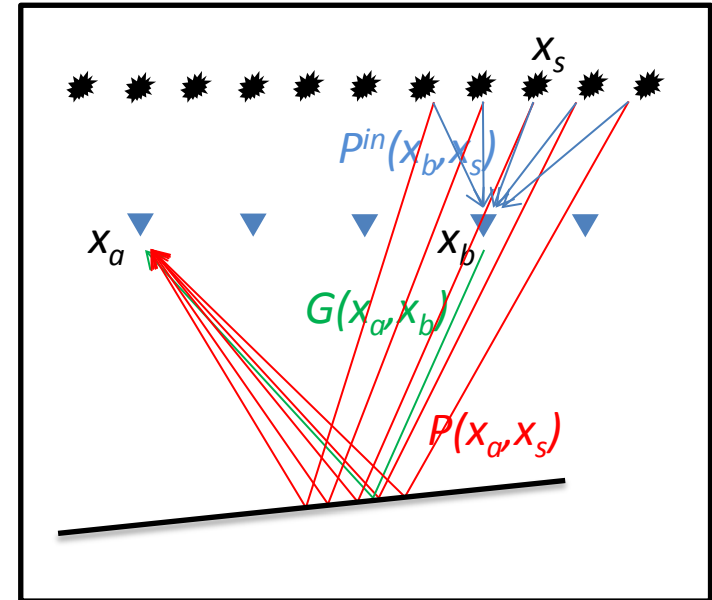
$P(x_a, x_s, \omega)$ – полное волновое поле

$G(x_a, x_b, \omega)$ – функция Грина
между двумя положениями
приемников

$P^{in}(x_b, x_s, \omega)$ – падающее
волновое поле

$$G_{ab} \sim \sum_s P_{as} (P_{sb}^{in})^*$$

$$C = P(P^{in})^*$$



Метод многомерной деконволюции

$$P(x_a, x_s, \omega) = \int G(x_a, x_b, \omega) P^{in}(x_b, x_s, \omega) dx_b$$



$$P = GP^{in}$$



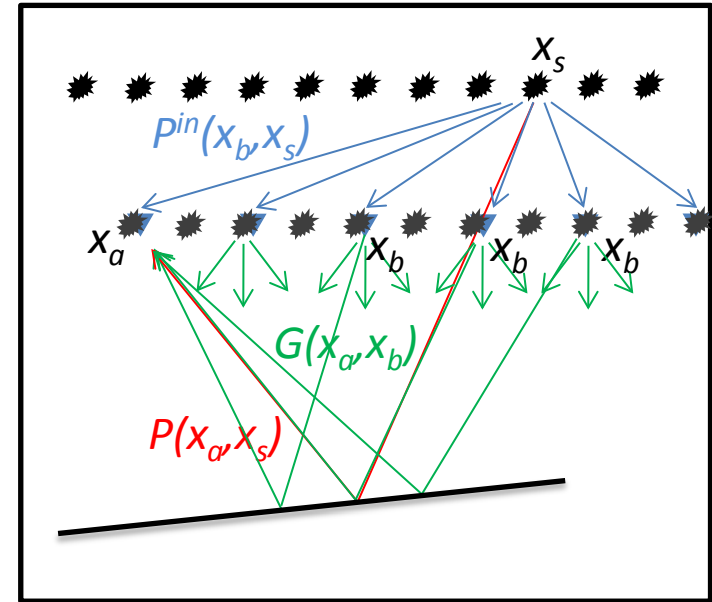
$$P(P^{in})^* = GP^{in}(P^{in})^*$$

$$C = G\Gamma$$

$C = P(P^{in})^*$ – корреляционная функция

$$\Gamma = P^{in}(P^{in})^*$$

G – функция Грина для среды ниже уровня приемников



Метод многомерной деконволюции-конволюции

Съемка 1

$$C^{(1)} = G_1 \Gamma^{(1)}$$

Функции Грина – ниже
уровня приемников

Функции Γ – выше
уровня приемников

Съемка 2

$$C^{(2)} = G_2 \Gamma^{(2)}$$

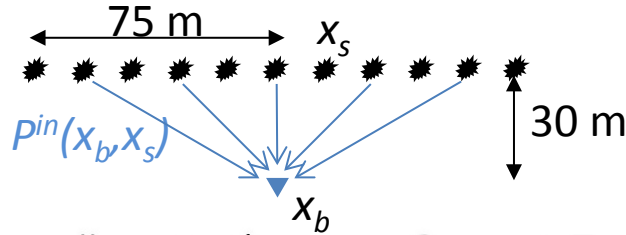
Алгоритм:

Опорная съемка – кросс-корреляция и построение ВИ: $C^{(1)}$

Съемка 2 – построение модифицированного ВИ: $C^{(2)m} = C^{(2)} (\Gamma^{(2)})^{-1} \Gamma^{(1)}$

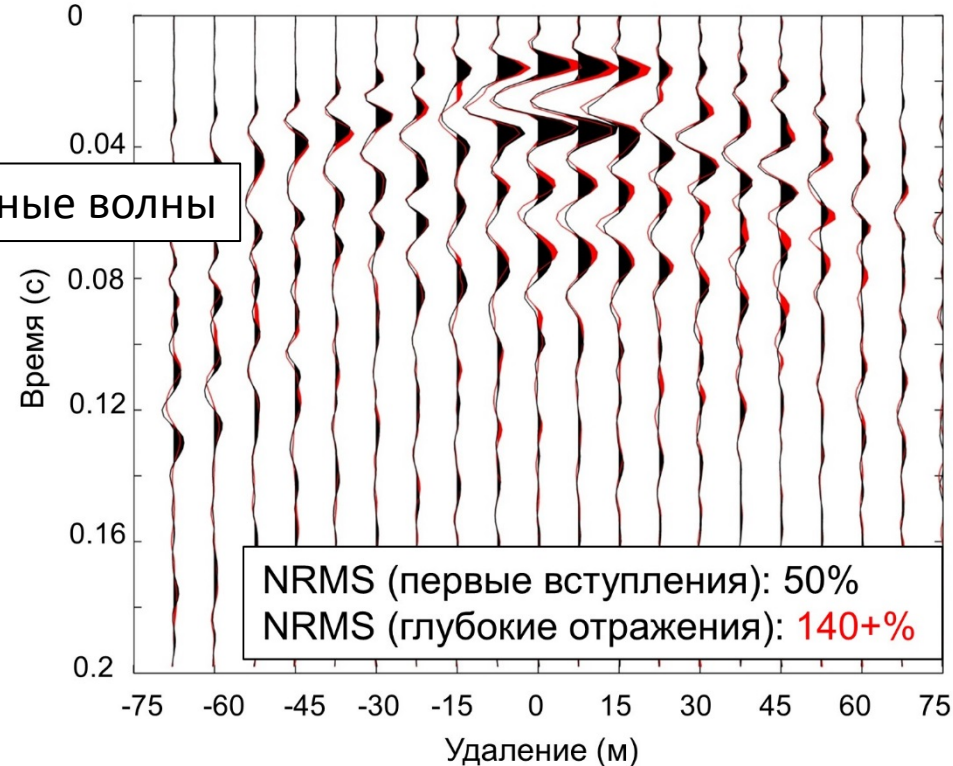
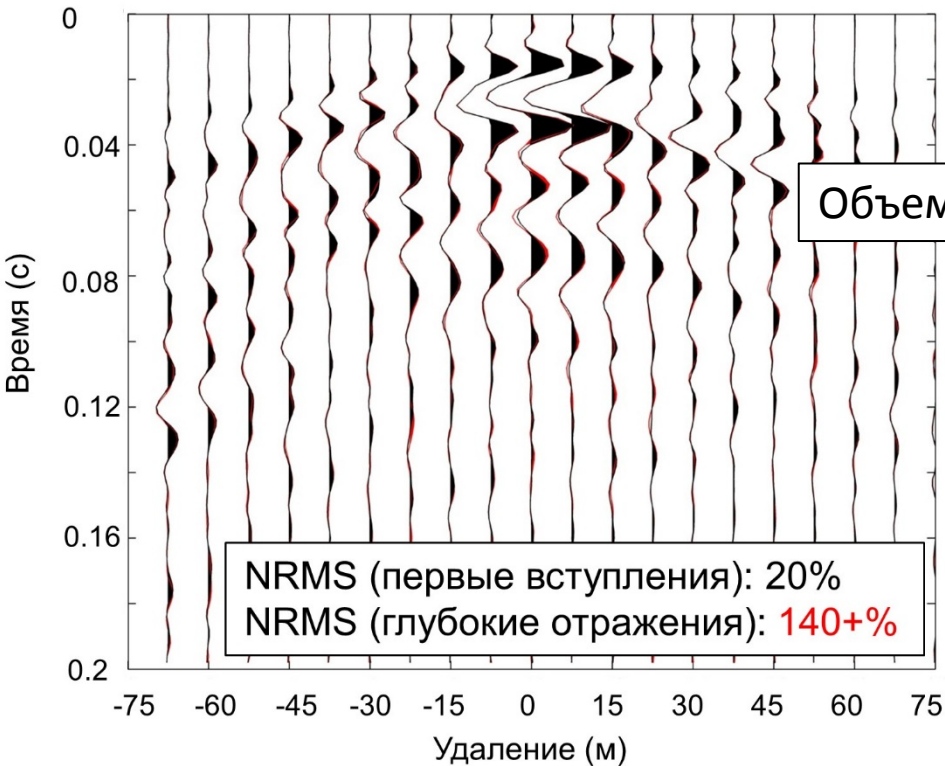
Сейсмограммы ОПП: съемки №4, 7, 11 – первые вступления

pin



Съемка 7 – **Съемка 11** (6 дней спустя)

Съемка 7 – **Съемка 4** (17 месяцев спустя)

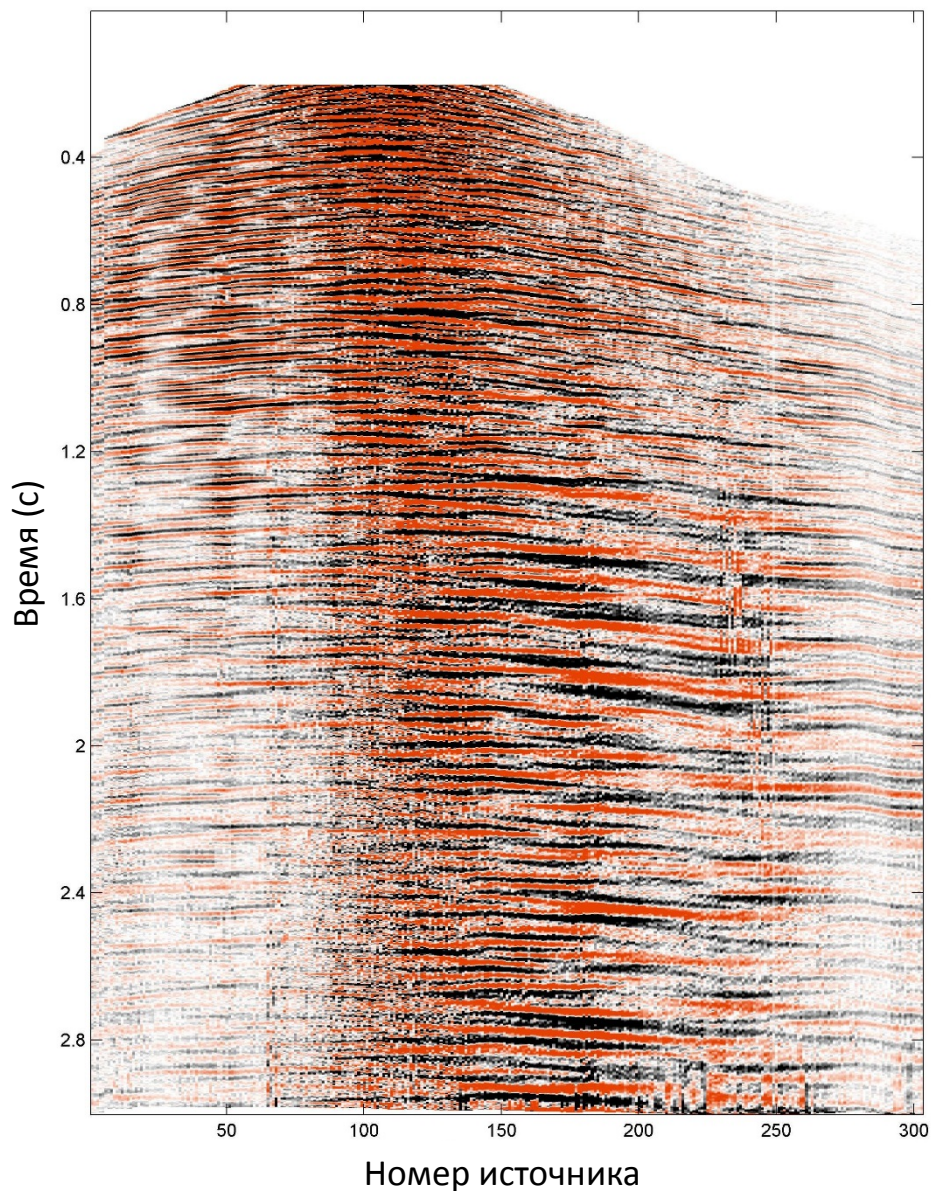


$\Gamma^{(4)}, \Gamma^{(7)}, \Gamma^{(11)}$

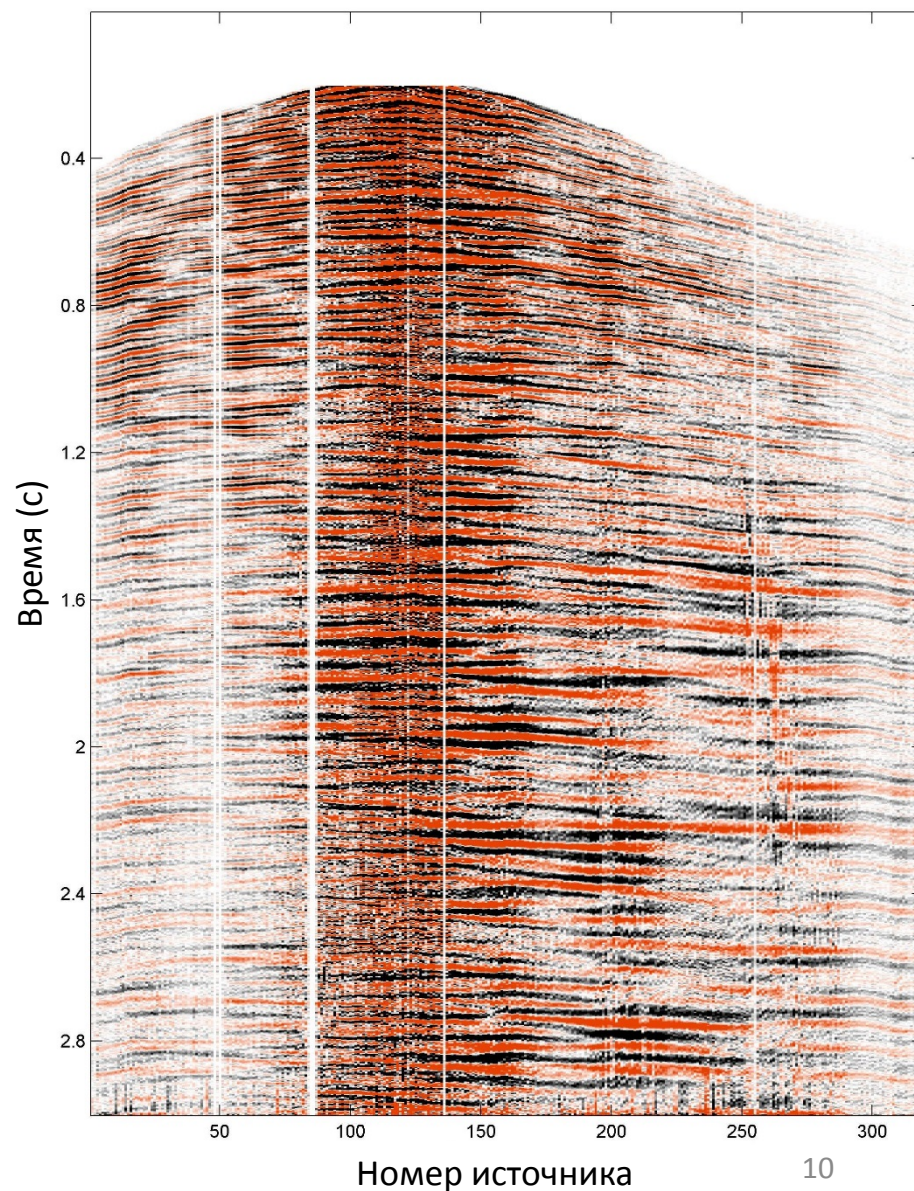
Сейсмограммы ОПП: съемки №4, 7 – отраженные волны.

P

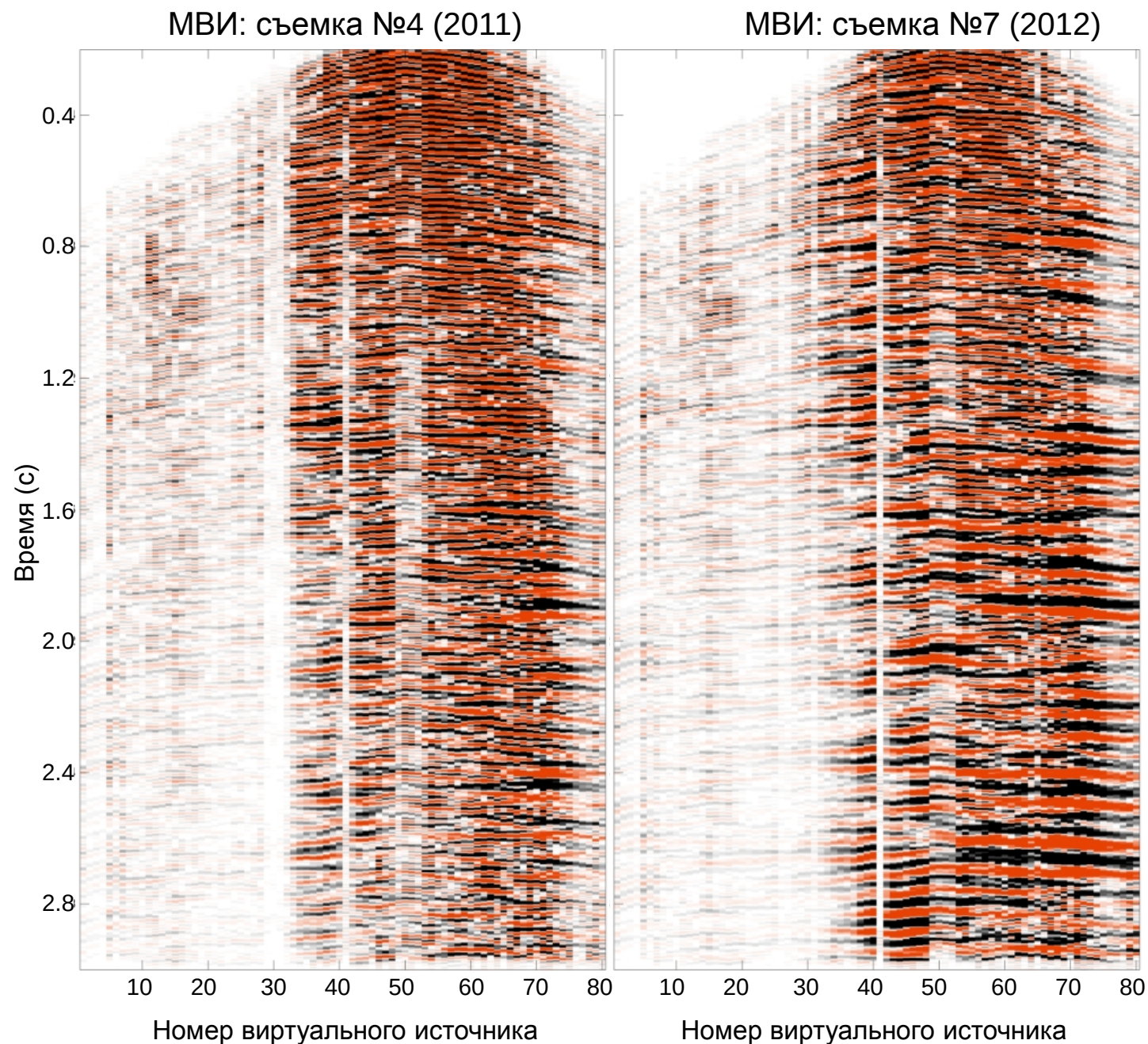
Съемка №4



Съемка №7

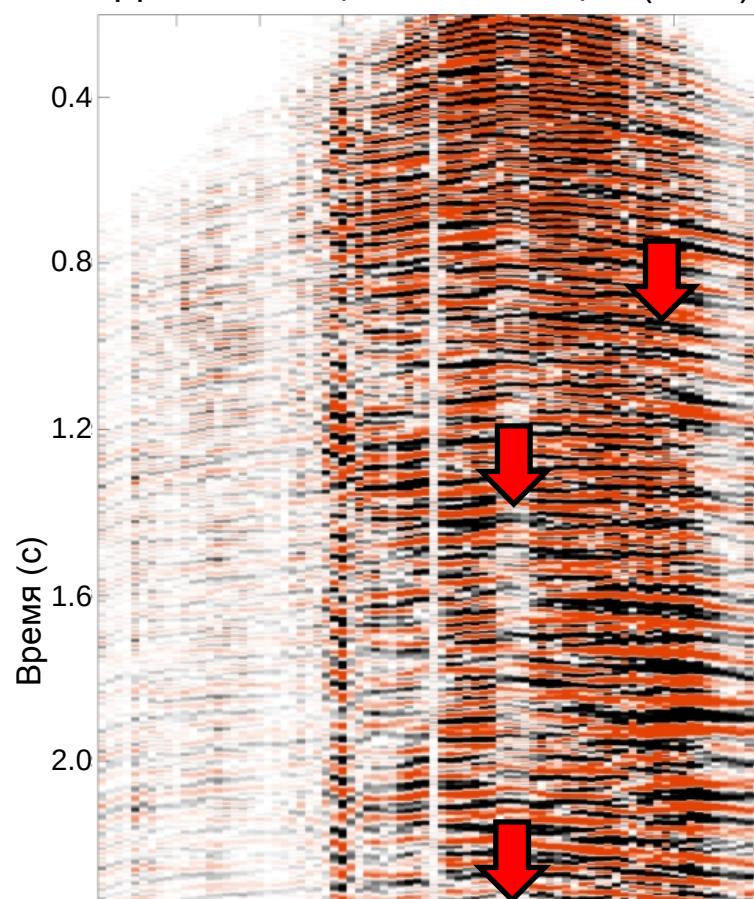


Сейсмограммы ОПП после построения виртуальных источников



Сейсмограммы ОПП после построения виртуальных источников

Деконволюция-конволюция (4→7)



МВИ: съемка №7 (2012)

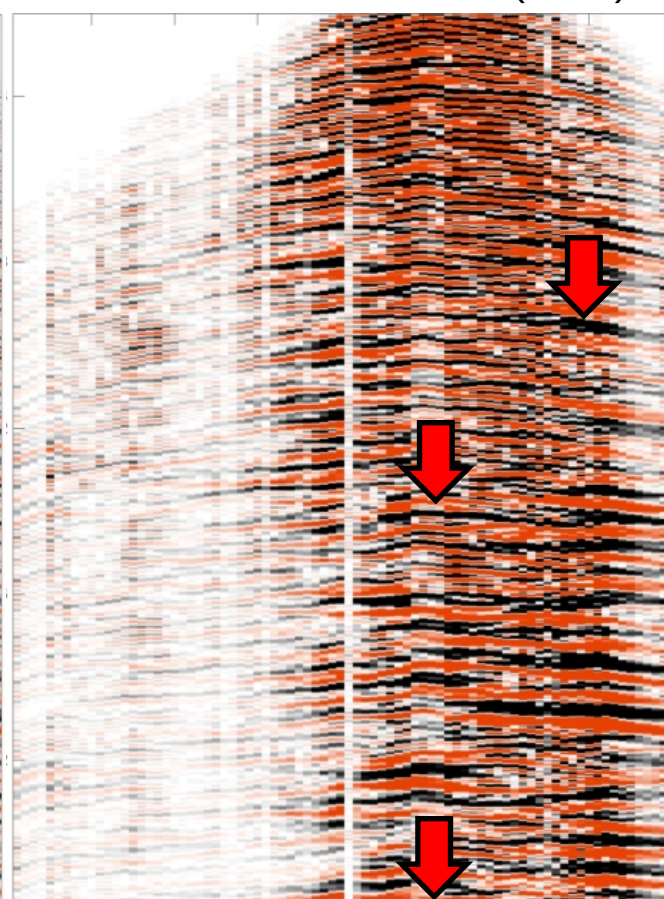
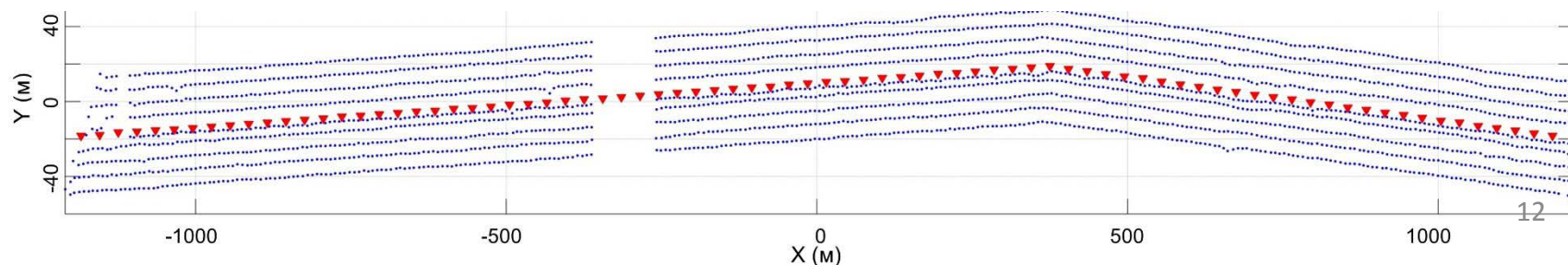


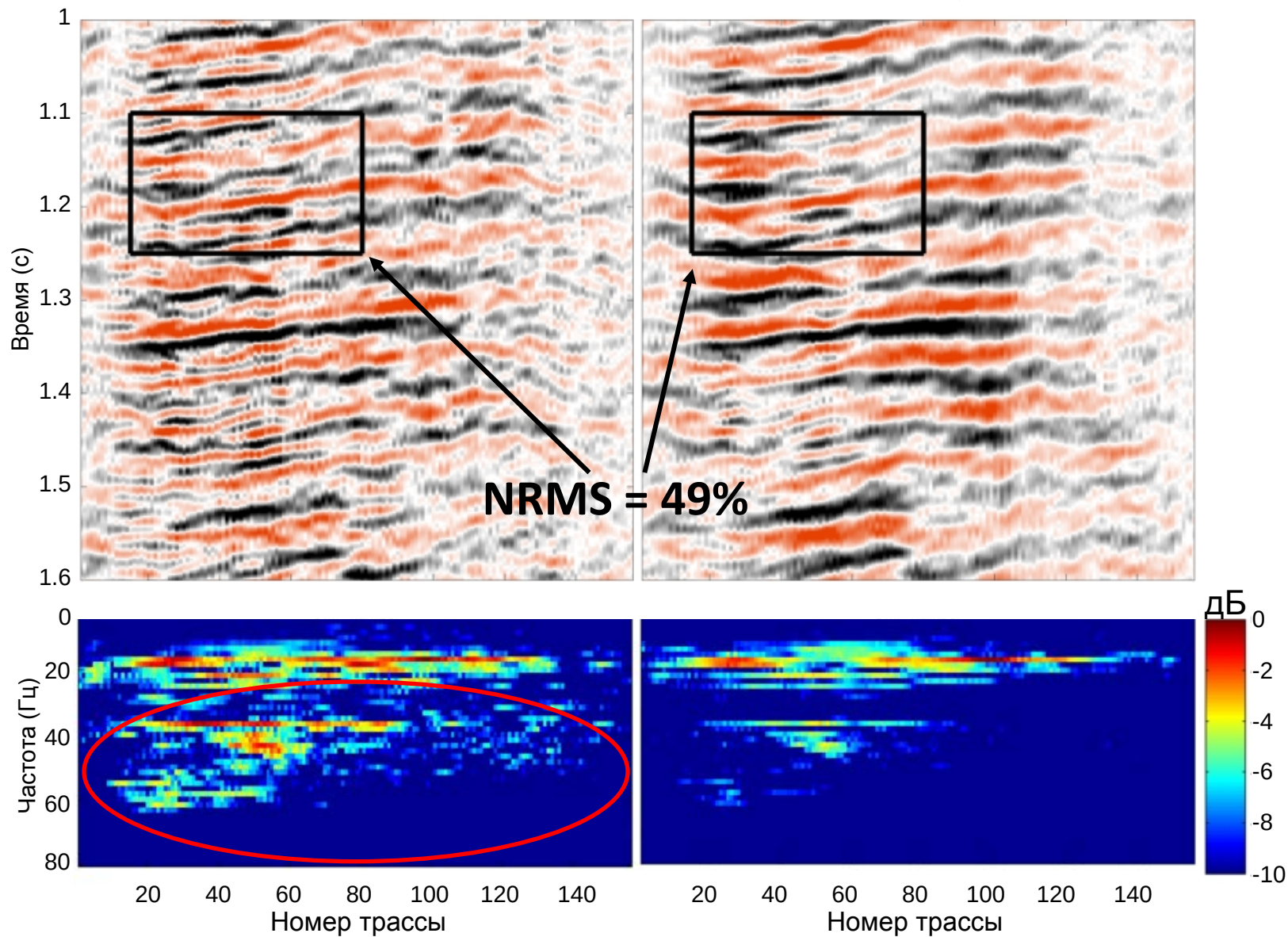
Схема расположения приемников и источников. Вид сверху. 2011 г.



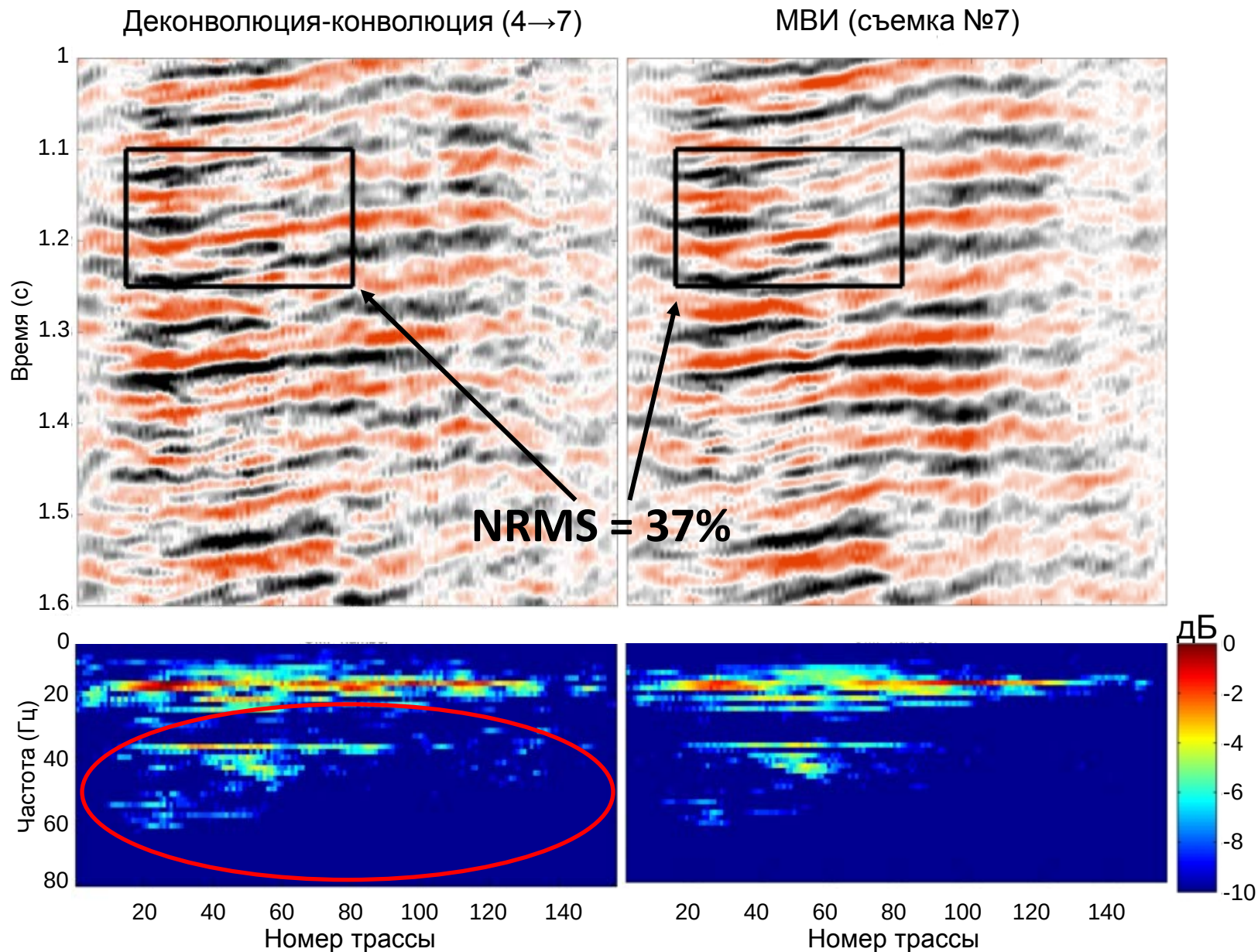
Суммарные разрезы после построения виртуальных источников

МВИ (съемка №4)

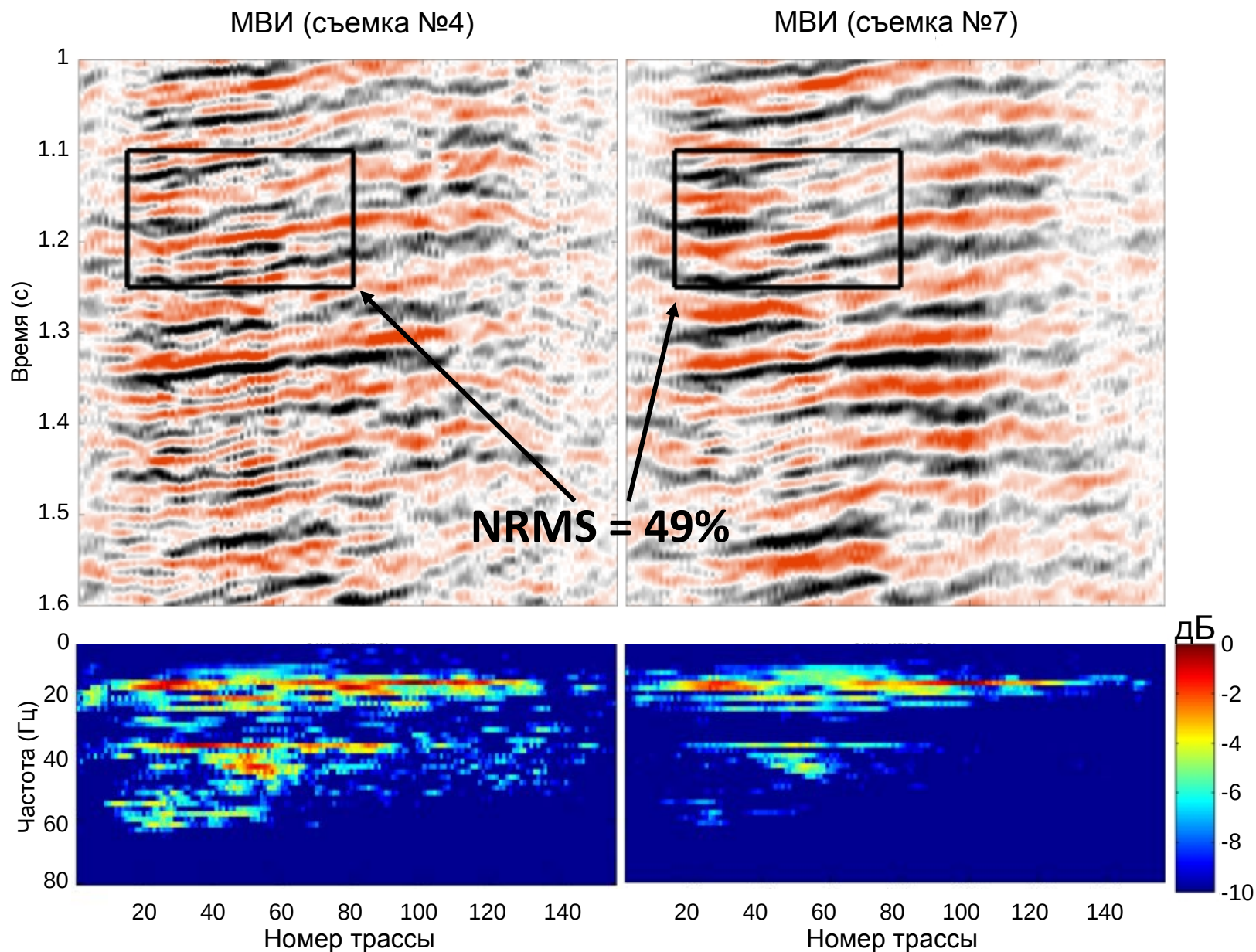
МВИ (съемка №7)



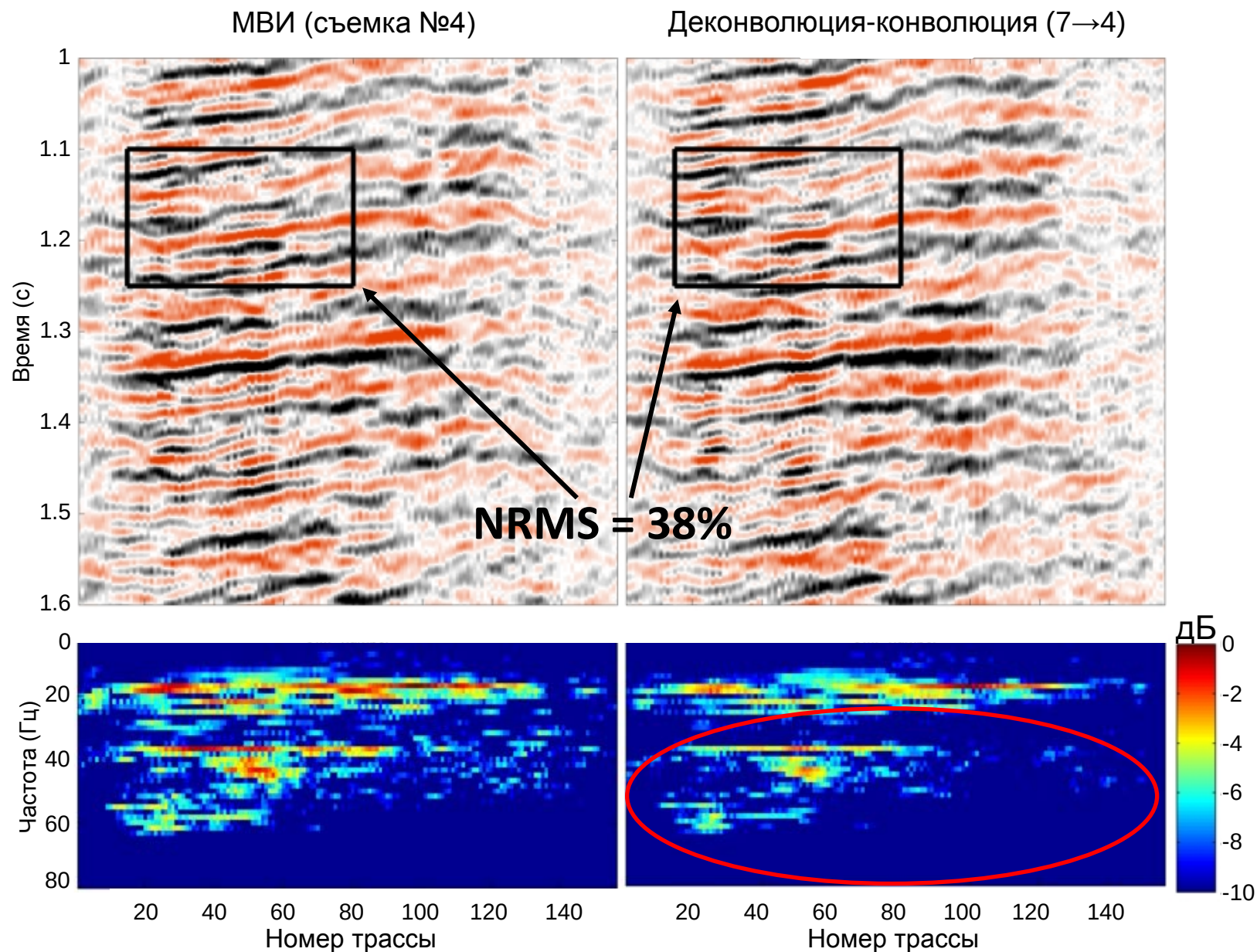
Суммарные разрезы после построения виртуальных источников



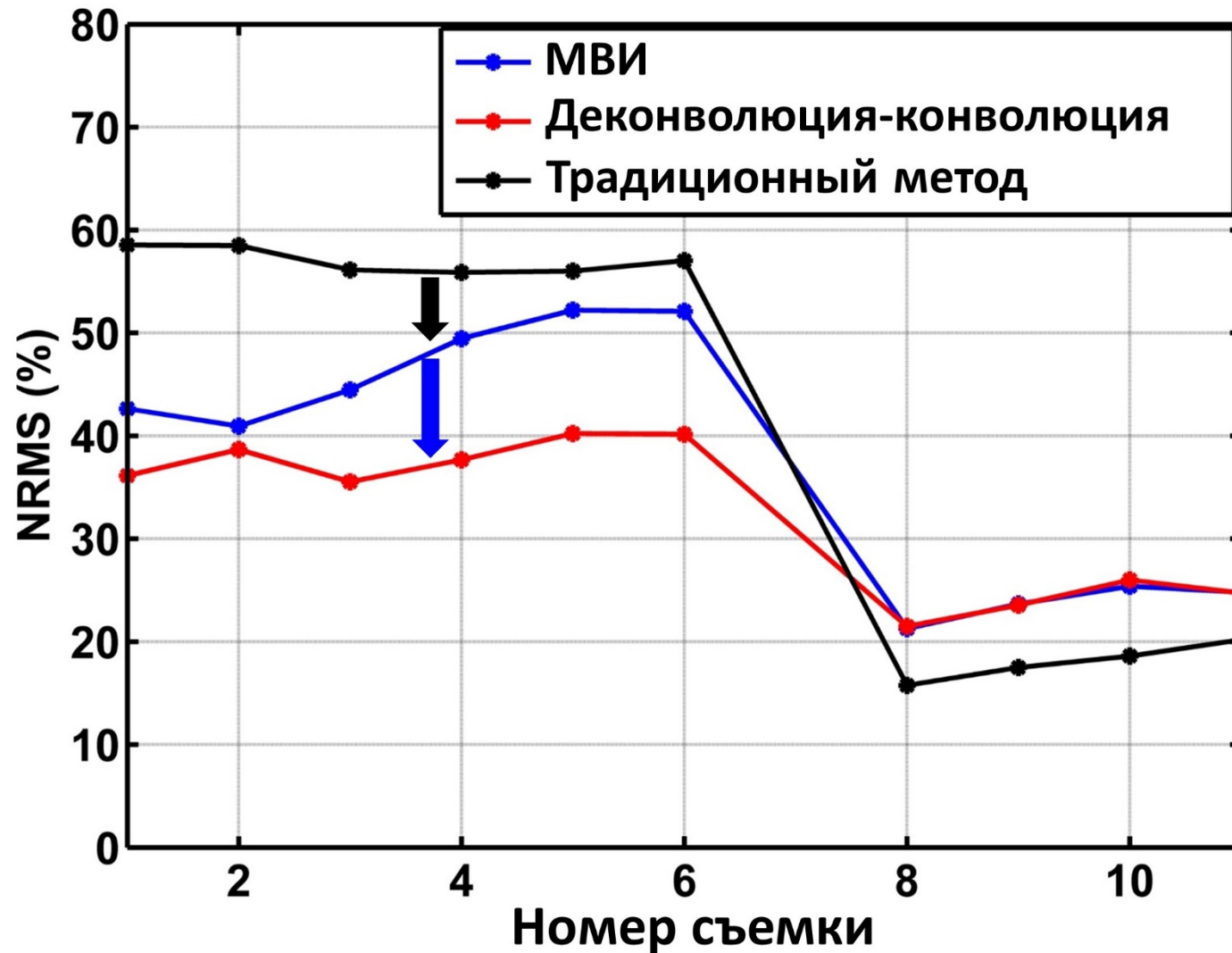
Суммарные разрезы после построения виртуальных источников



Суммарные разрезы после построения виртуальных источников



Значения NRMS между суммарными разрезами относительно опорной съемки (№7)



Заключение

- Метод деконволюции-конволюции улучшает воспроизводимость данных по сравнению с традиционным МВИ:
 - Основной эффект заметен при сравнении данных съемок 2012 и 2011 года.
- В методе используются первые вступления (наиболее стабильная часть данных) для:
 - устранения различий в диаграммах направленности виртуальных источников, вызванных вариациями падающего поля в среде выше приемников (амплитуда и форма сигнала, ВЧР) от съемки к съемке;
 - устранения различий в спектральном составе.

Backup

Изменения геометрии наблюдений между съемками 1-6 и 7-11

