

# Нелинейные волновые поля вибрационной сейсморазведки и перспективы их практического использования

Жуков А.П., Шнеерсон М.Б., Калимулин Р.М.

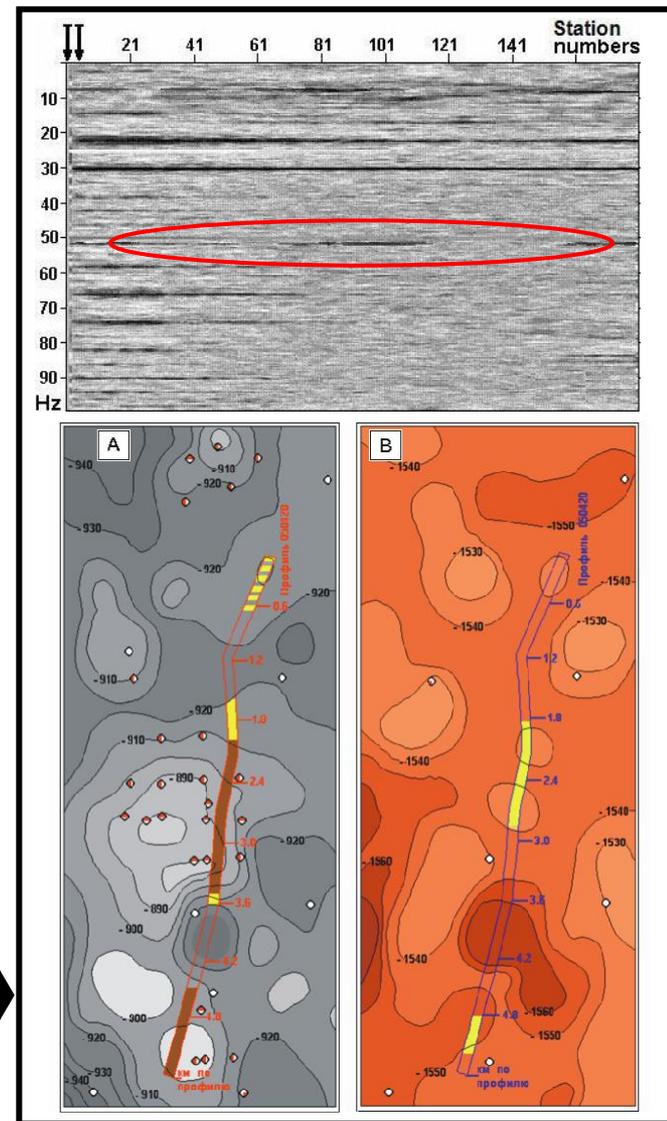
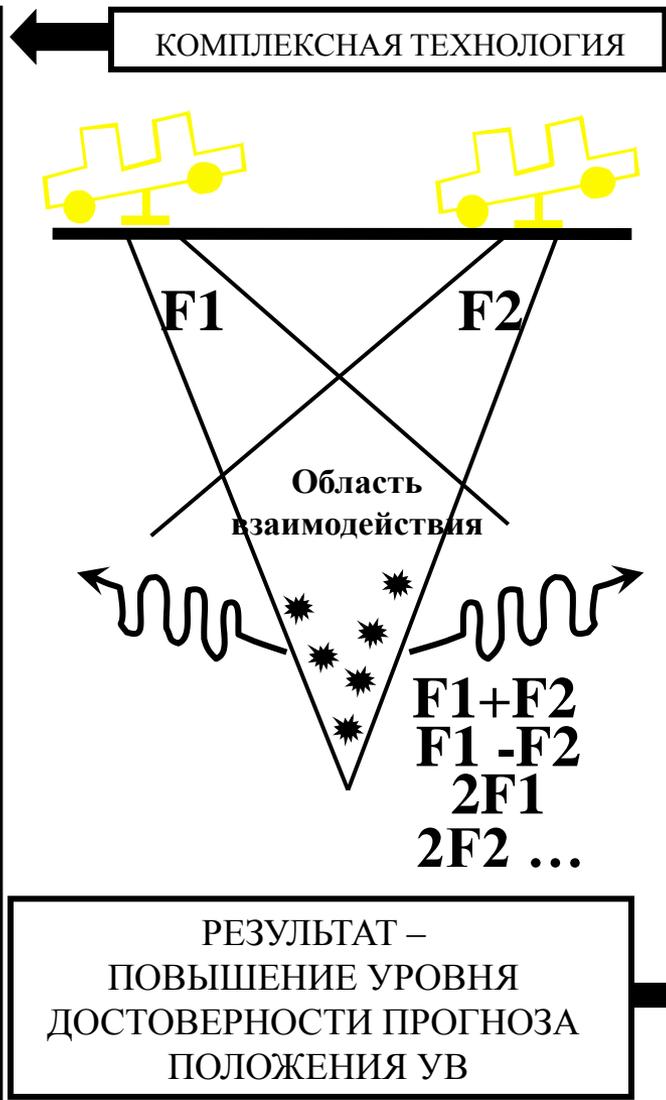
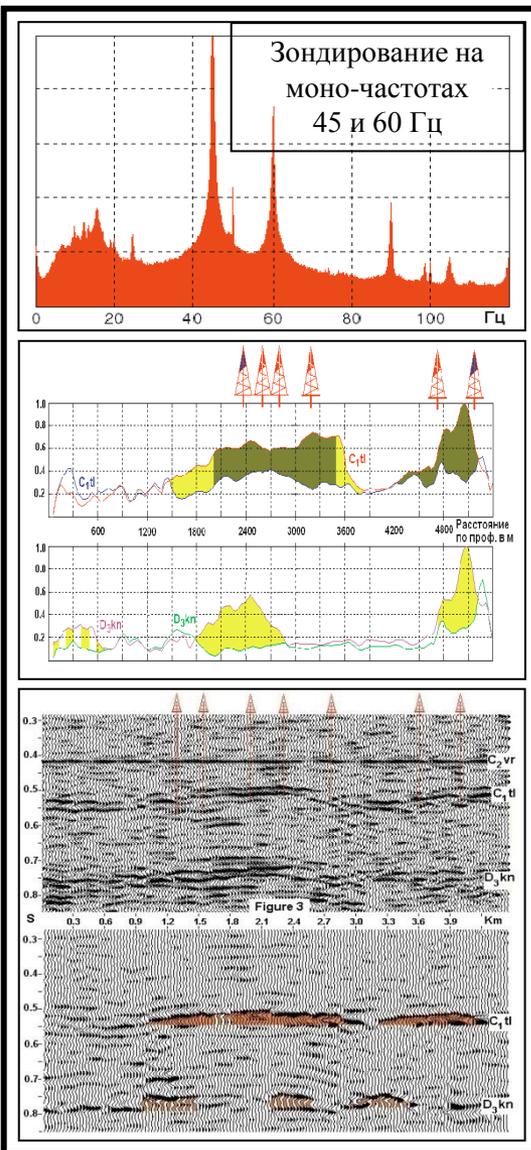
Москва

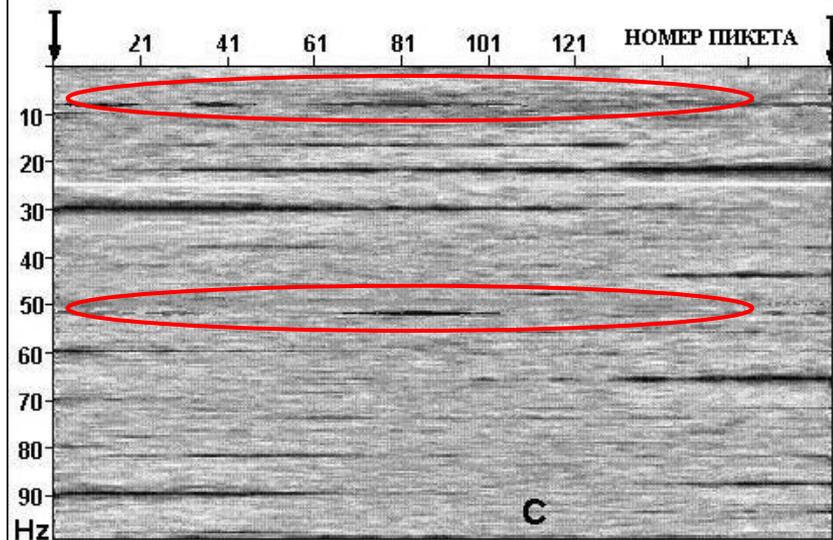
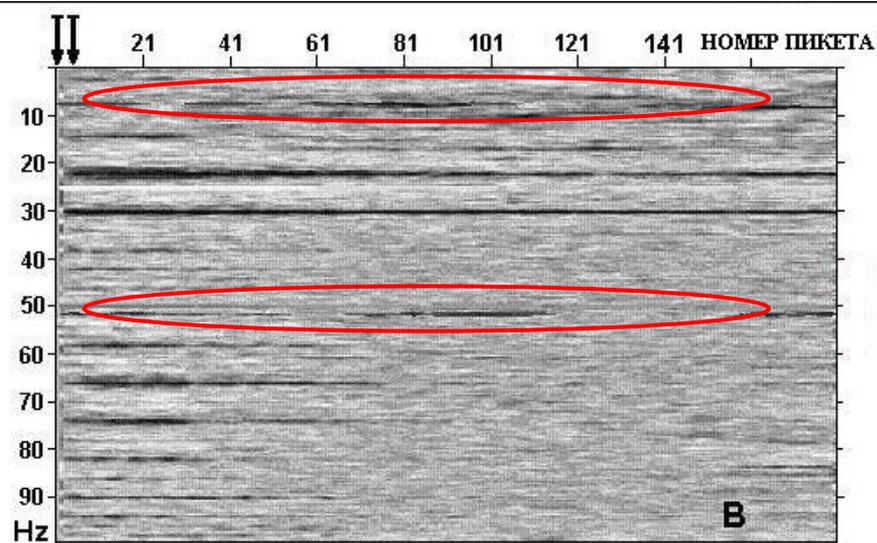
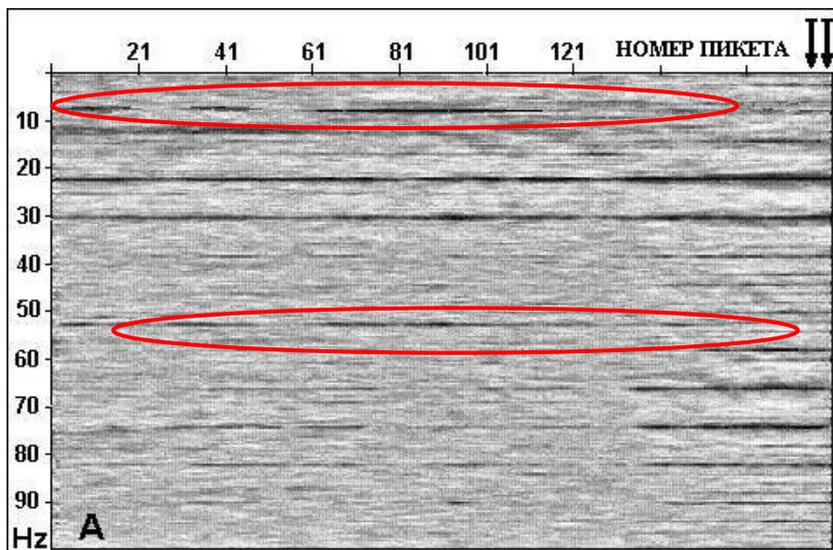
21-23 апреля 2014 г.

Зондирование геологических объектов контролируемые по частоте и интенсивности вибросигналами открывает новые возможности по изучению разреза отложений на основании анализа особенностей наблюдаемых волновых полей при их распространении в реальных средах. Одно из таких направлений связано с выявлением и анализом нелинейных компонент регистрируемых волновых полей, возникающих при их распространении в многокомпонентных нефте- и газонасыщенных коллекторах месторождений углеводородов.

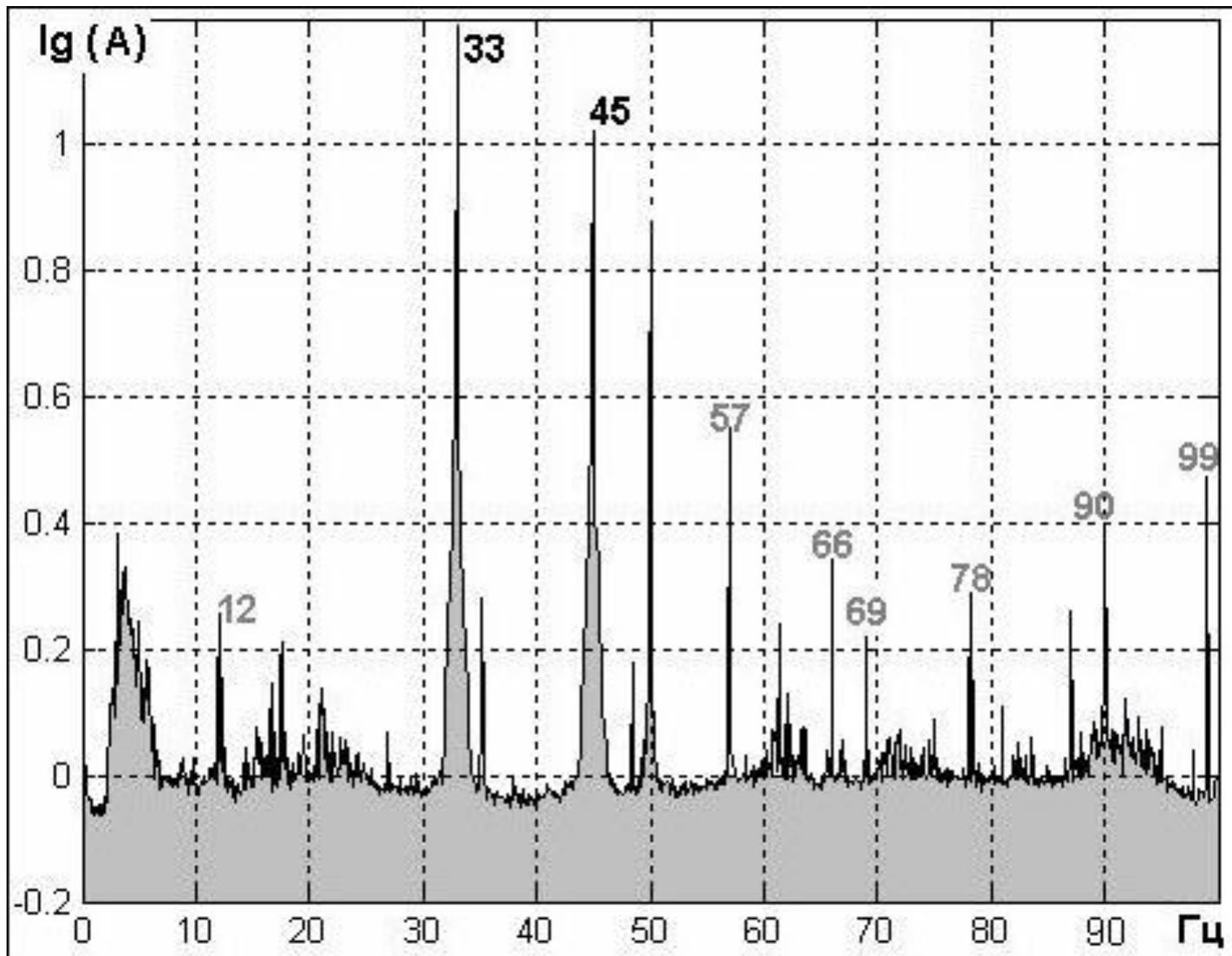
- Возникновение колебаний комбинационных частот: суммарных ( $\omega_1 + \omega_2$ ) и разностных ( $\omega_1 - \omega_2$ );
- Возникновение колебаний кратных частот  $2\omega$ ,  $3\omega$ ...;
- Непропорциональное изменение сигнала в приёмнике при увеличении сигнала в источнике.

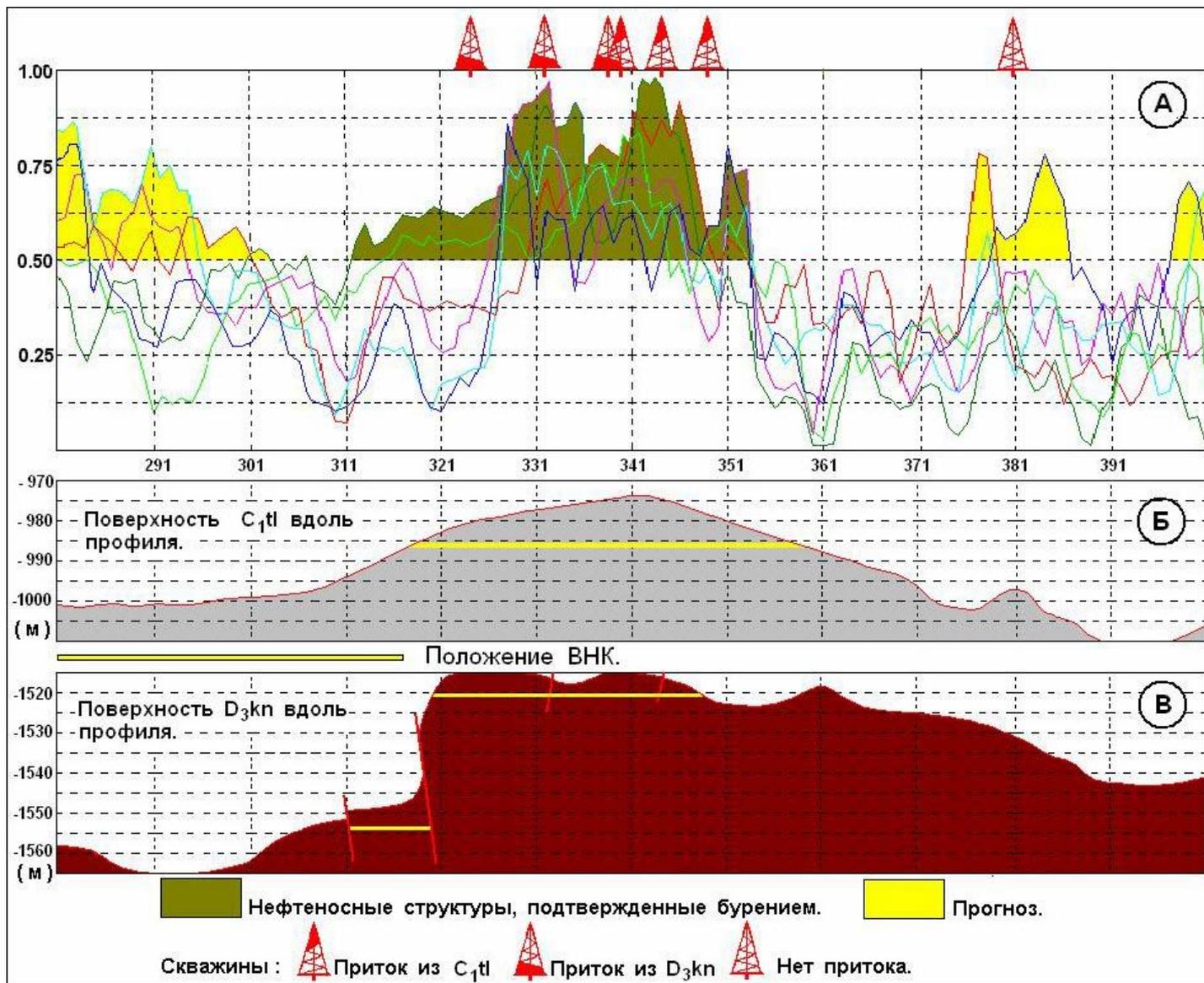
Пористые трещиноватые проницаемые флюидонасыщенные горные породы – основные геологические объекты, ответственные за указанные феномены



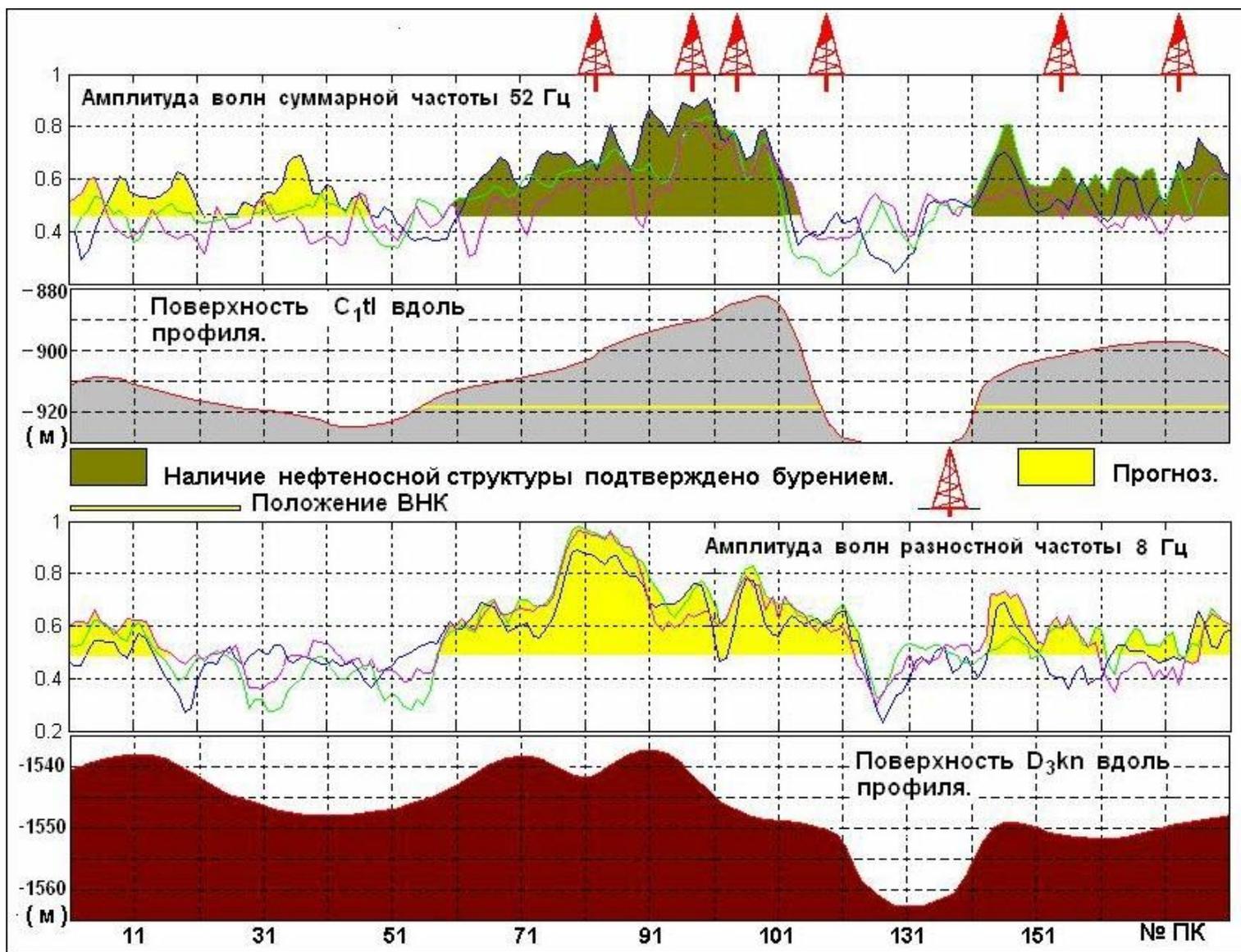


⇓⇓ - положение источников на профиле

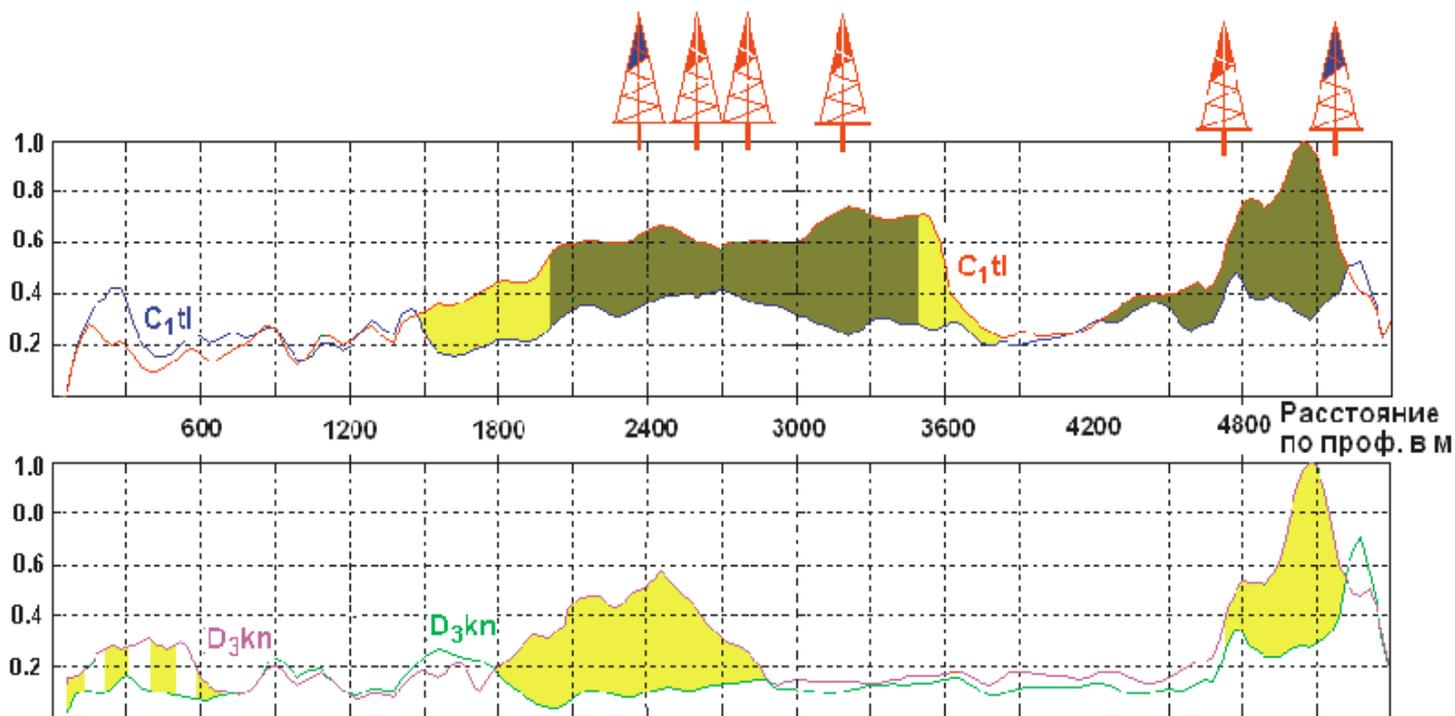




# Изменение вдоль профиля амплитуд волн комбинационных частот – суммарных и разностных (для пары моночастот 22 и 30 Гц)



# Изменение отношения амплитуд волн, претерпевших отражения в отложениях C1tl и D3kn к амплитуде отражения от горизонта C1vr при разной амплитуде в источнике



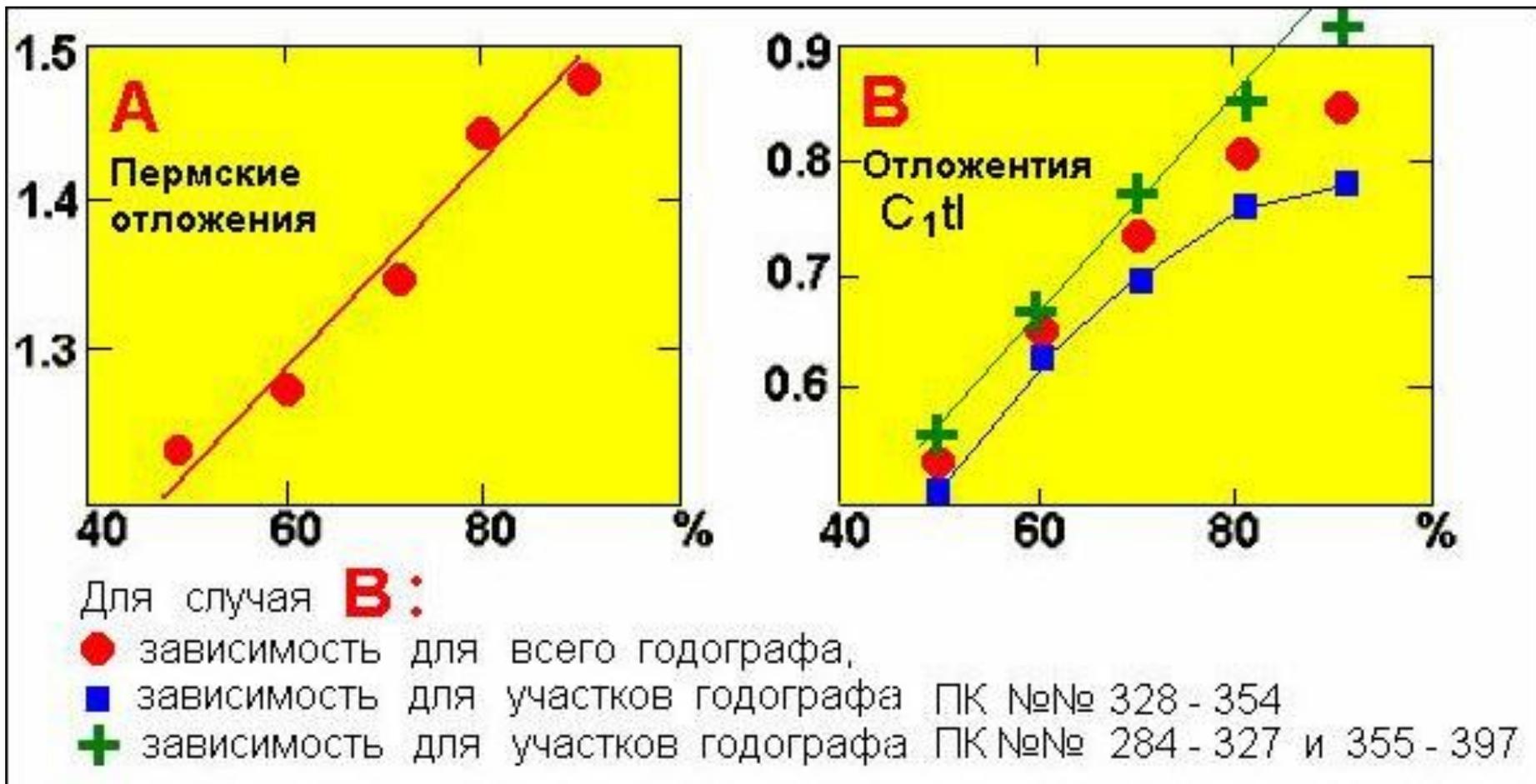
- Отношение амплитуд горизонта C1tl к амплитудам C2vr для макс. ампл. вибровоздействия
- Отношение амплитуд горизонта C1tl к амплитудам C2vr для мин. ампл. вибровоздействия
- Отношение амплитуд горизонта D3kn к амплитудам C2vr для макс. ампл. вибровоздействия
- Отношение амплитуд горизонта D3kn к амплитудам C2vr для мин. ампл. вибровоздействия



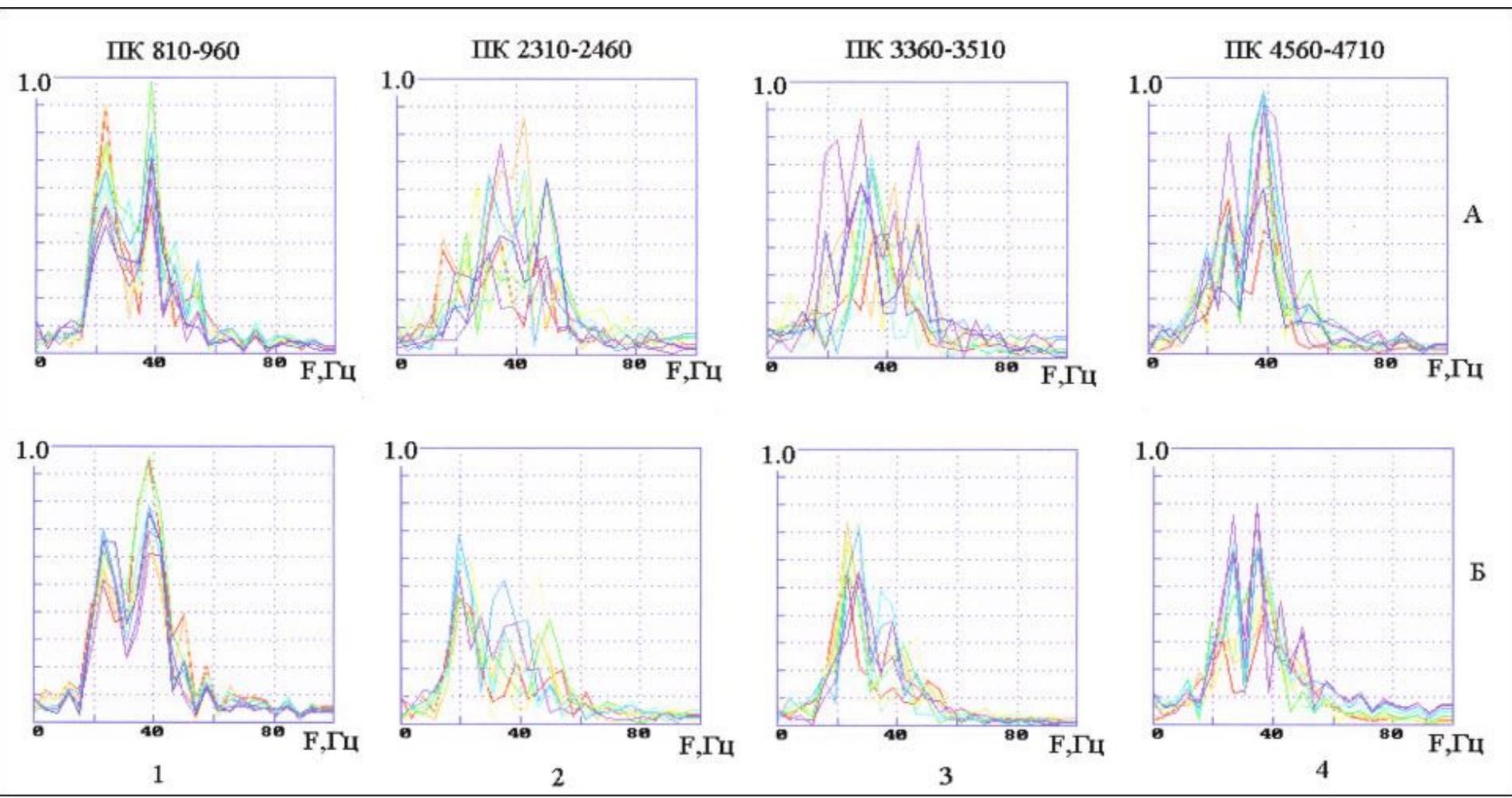
Нефтеносность подтверждена бурением



Прогноз

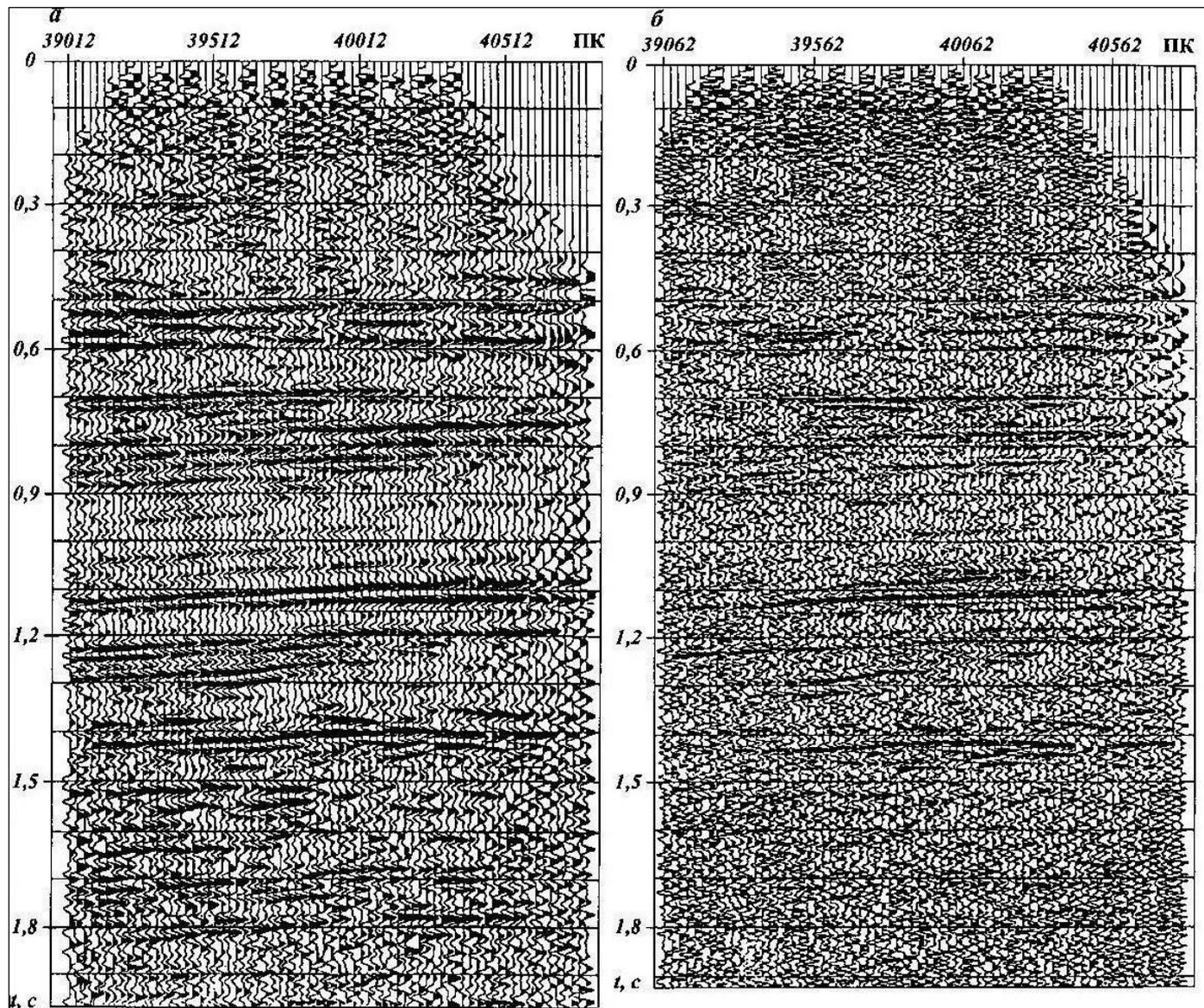


# Изменение спектрального состава волн по профилю в пределах (1 и 2) и за пределом контура нефтеносности (3 и 4)

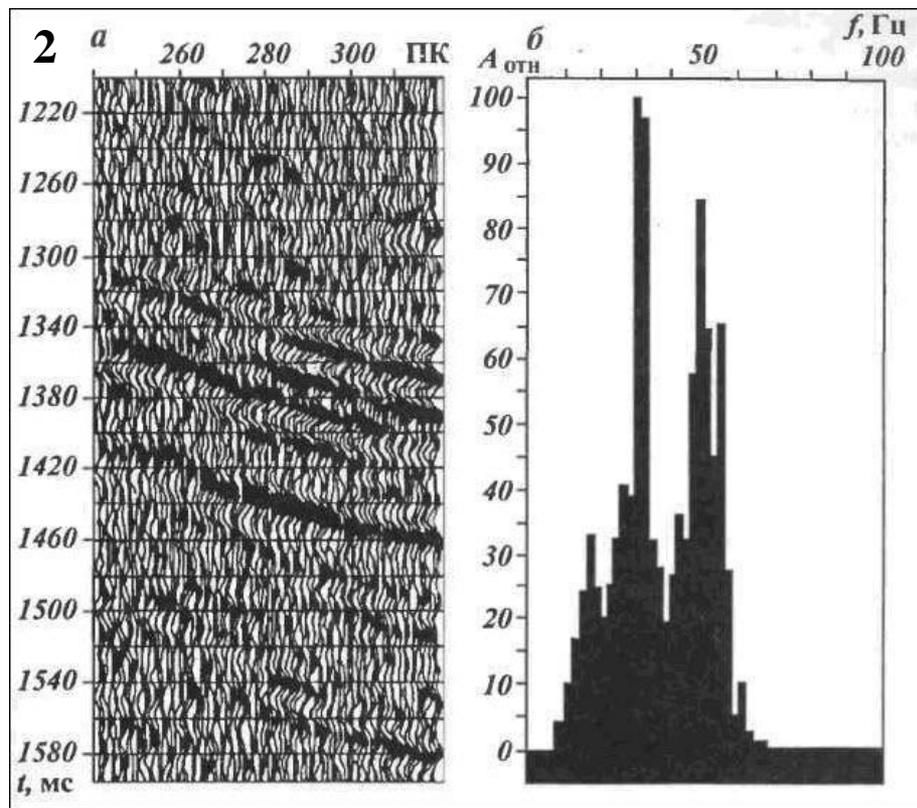
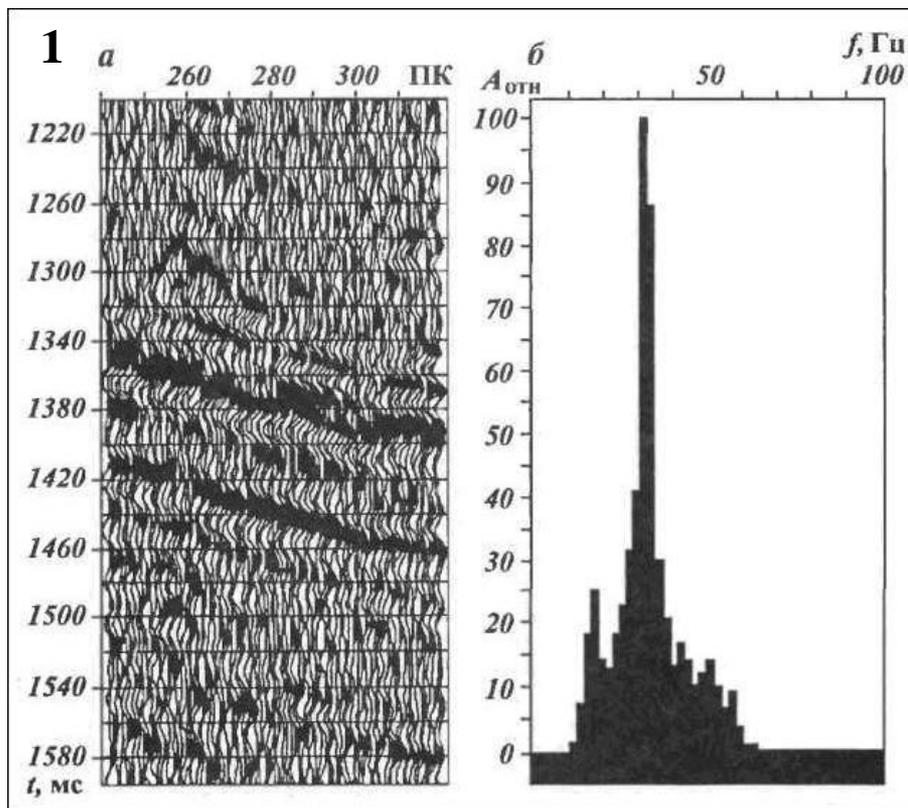


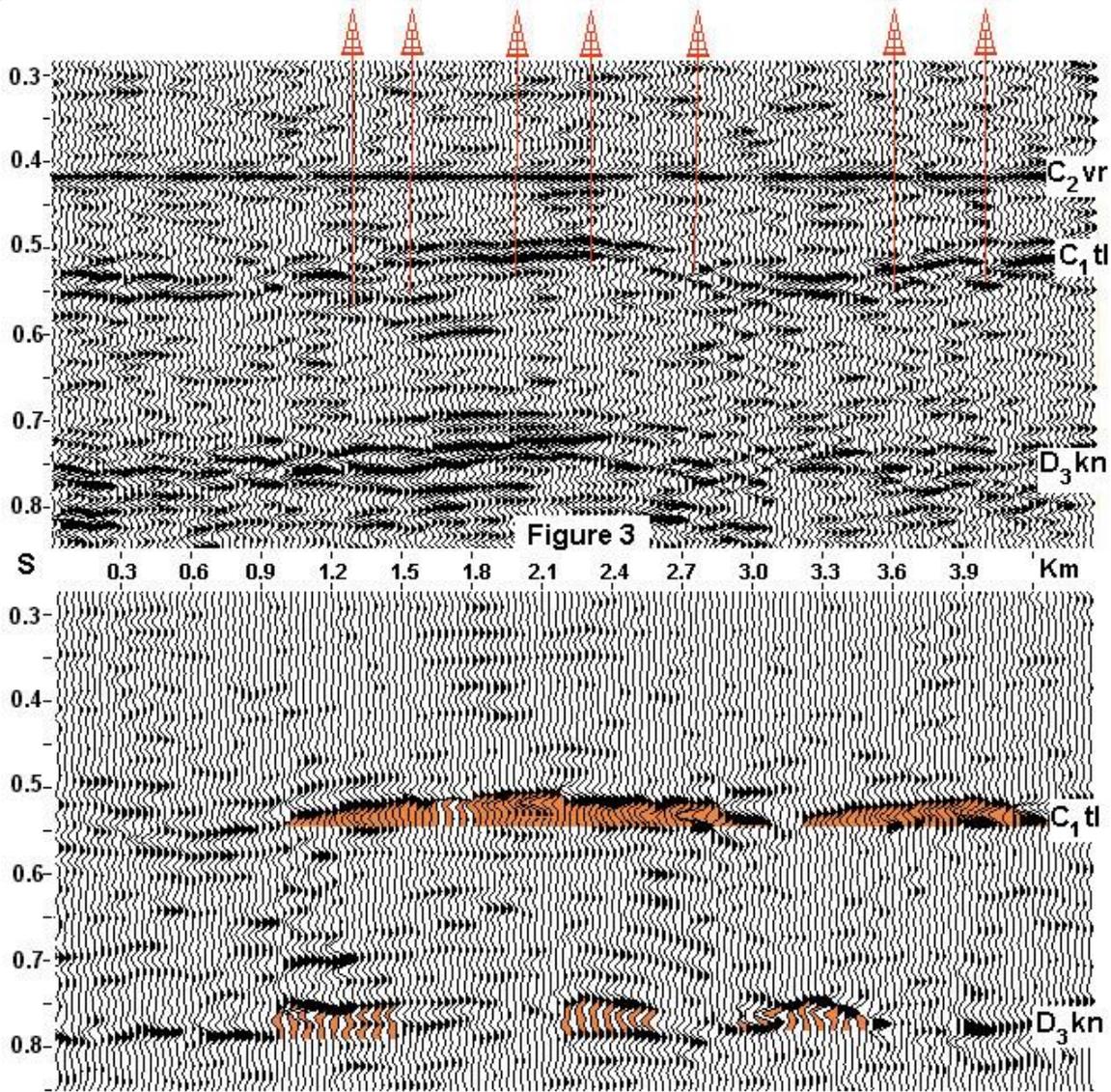
А – временной интервал 300-400 мс (над залежью), Б – временной интервал 450-600 мс (в пределах залежи)

Временные разрезы, полученные по основному сигналу (а) и  
второй гармонике (б)

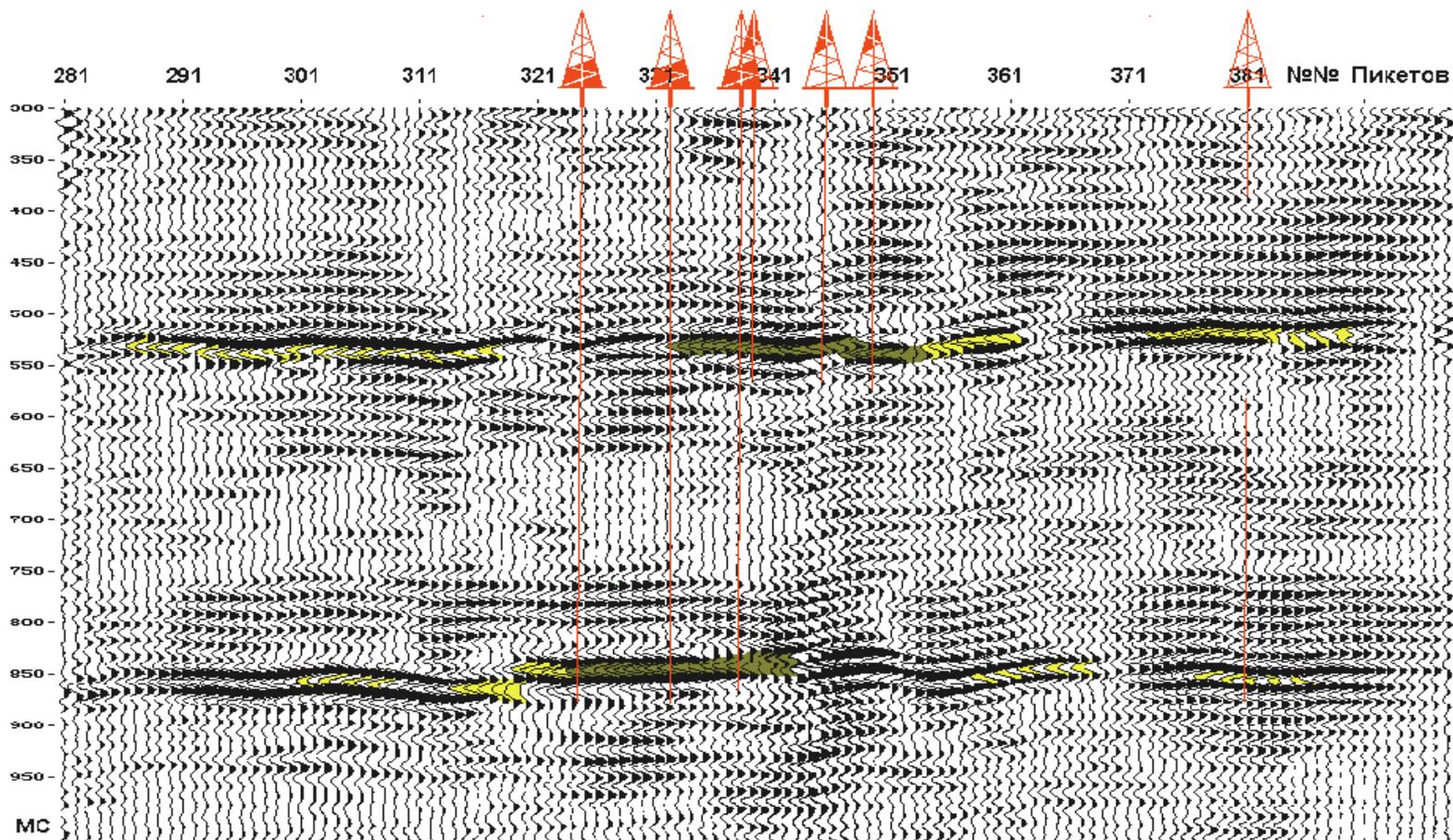


Фрагменты временного разреза и спектральные характеристики волн, полученные при корреляции с исходным (1) и с суммарным управляющими сигналами (2)





Отражения от  
продуктивных  
участков разреза  
получают  
преимущественную  
динамическую  
выраженность



1. Показано, что реальные геологические среды обладают существенными сейсмически нелинейными свойствами. Это проявляется в широком круге явлений:
  - возникновение в среде колебаний кратных, комбинационных (суммарных и разностных) и субгармонических частот;
  - нелинейность амплитуд отклика среды по отношению к амплитуде сейсмического воздействия;
  - генерация залежью самопроизвольной сейсмической эмиссии.
2. Перечисленные явления приурочены прежде всего к сложнопостроенным проницаемым насыщенным горным породам – коллекторам углеводородов.

Этим определяются перспективы практического использования нелинейных компонент волновых полей, возбуждаемых вибрационными источниками колебаний.

## Перспективы развития:

- Проведение новых, комплексных полевых экспериментов, включая ОМР в скважинах (в варианте ВСП);
- Переход на трехмерный вариант пространственной локализации ловушек по сейсмической эмиссии;
- Анализ всего частотного диапазона эмиссии;
- Изучение особенностей поляризации нелинейных компонент волновых полей в сравнении с аналогичными характеристиками обычных линейных составляющих.