

High Definition Seismic

Сейсморазведка Высокой Четкости

**The uncompromising innovation technology
Бескомпромиссная инновационная технология**

Alexander A Tabakov

**Geovers Ltd,
www.geovers.com**

2014

Introduction

1.1. Limitations of modern seismology

Many advantages arise gradually in seismic acquisition, processing and interpretation.

Surface 2D field geometry (called 3D), multichannel, multicomponent acquisition, multiprocessor computer systems, volume imaging and new parameters (anisotropy, AVO and so on) added efficiency to seismic prospecting.

Nevertheless useful spectrum is still usually not more than 3.5 octaves, true velocity models are far from reality, shear waves are not efficiently used and 3D acquisition geometry is not still actual.

1.1. Ограничения современной сейсмологии

В процессе развития в регистрацию, обработку и интерпретацию данных сейсморазведки непрерывно вносятся усовершенствования.

Двумерные системы наблюдений на поверхности (названные 3D), многоканальная многокомпонентная регистрации, многопроцессорные компьютерные системы, объемные изображения и новые параметры (анизотропия, AVO и др.) сделали сейсморазведку более эффективной.

Тем не менее полезный спектр обычно не превышает 3-5 октав, определяемые скорости далеки от реальных, поперечные и обменные волны практически не используются, а трехмерная регистрация (3D + ВСП) пока не актуальна.

For VSP with much shorter history many of these problems already solved.

With adequate technology 7-8 octaves of useful spectrum are available, only vector acquisition and full shear waves information are usual practice and 3D (3D + VSP) acquisition geometry showed its efficiency.

These new facilities being achieved create new reality called High Definition Seismic (HDS) following analogies with music.

В методе ВСП с гораздо более короткой историей развития многие из этих проблем уже решены.

При правильной технологии обеспечивается 7-8 октав полезного спектра, только векторная регистрация и полная информация из поперечных волн – обычная практика и показана эффективность трехмерных наблюдений (3D + ВСП).

Реализация этих преимуществ приводит к существенному повышению информативности и позволяет ввести термин Сейсморазведка Высокой Четкости по аналогии с музыкой и ТВ.

1.2. Fundamental principles of HDS

Usually long term delays in progress are due to inertia. Many investments were made in traditional approaches and their improvements with the use of modern achievements in adjacent technologies.

In HDS approach it is proposed to use well known common solutions for well known problems.

- If geological mediums geometry is sufficiently 3D only 3D acquisition systems are adequate instrument.

1.2. Фундаментальные принципы СВЧ

Обычно долговременный застой связан с инерцией. Большинство инвестиций вкладывается в развитие существующих технологий с использованием достижений в смежных отраслях.

В технологиях СВЧ предлагается использовать общие фундаментальные подходы к решению известных проблем вместо традиционных, основанных на упрощенных подходах.

- Если технологическая среда существенно трехмерная, то только трехмерные системы адекватны объекту изучения.

- Shear converted waves are necessary addition to PP reflections for true imaging.

- Detecting of useful reflections in interferential situation may be optimal only in process of full wave field analysis

- Correlation and inphase stacking of correlation functions ranks may be used to estimate relations between elements of sets for example for determination of static corrections.

- Объединенные поперечные волны являются необходимой дополнительной компонентой для получения изображений в правильных амплитудных соотношениях (по нормали к объекту)

- Выделение неискаженных полезных волн в интерференционной ситуации может быть оптимальным только в результате полного анализа волновых полей.

- Корреляция и накапливание рядов корреляционных функций могут быть использованы для оценки соотношений между элементами множества и применяться, например, для определения статических поправок (Polycor)

- Closest projection on area of available solutions with all available apriory limitations is natural approach to obtain realistic solution if no unique solution is available.

- Apriory limitations are sufficient instrument to solve incorrect inverse problems. This means that optimal solution may be obtained in iterative process, where next step uses more accurate models obtained after previous step.

- Optimal application of complex solutions provided by HDS is available through artificial intelligence.

- Ближайшая проекция на область допустимых решений с учетом всех известных априорных ограничений, является естественным подходом для получения реалистичных решений, если единственного решения не существует.

- Априорные ограничения для оптимального решения могут быть уточнены в итеративном процессе, в котором результат каждого шага используется для уточнения модели, полученной на предыдущем шаге.

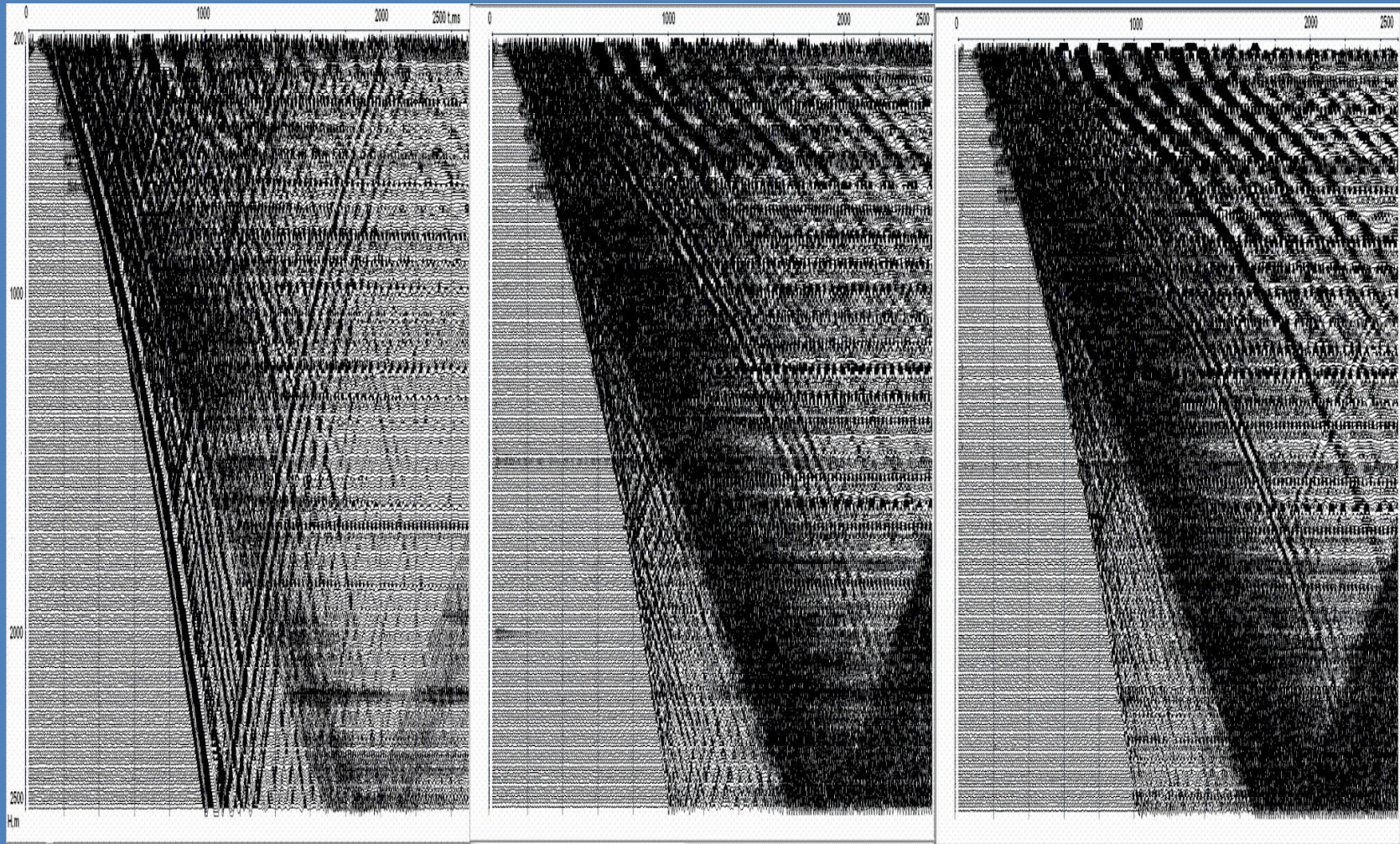
- Оптимальное применение сложных решений, реализующих СВЧ возможно лишь с применением искусственного интеллекта.

Basic concepts of HDS processing technology.

- 3C inside digitizing, no infield array mixing. Non- resonance geophone clamping to ground and well.
- POLYCOR static calculation.
- Full model-based iterative analysis of wave fields with model estimation for each type of wave.
- Онсайт оцифровка 3с без группирования. Нерезонансный прижим геофонов.
- Коррекция статических поправок по технологии «ПОЛИКОР».
- Полный модель-базированный анализ волновых полей с оценкой модели для каждого типа волн.

- Statistically consistent 4-factor deconvolution.
- True P, S velocity model from the surface.
- Imaging through vector migration with true velocity model.
- Processing based on concept of artificial intelligence.
- Статистически представительная 4-факторная деконволюция.
- Истинная модель Р и S скоростей от поверхности.
- Построение изображений векторной миграцией с истинной скоростной моделью.
- Обработка на концепции искусственного интеллекта

Source VSP seismograms

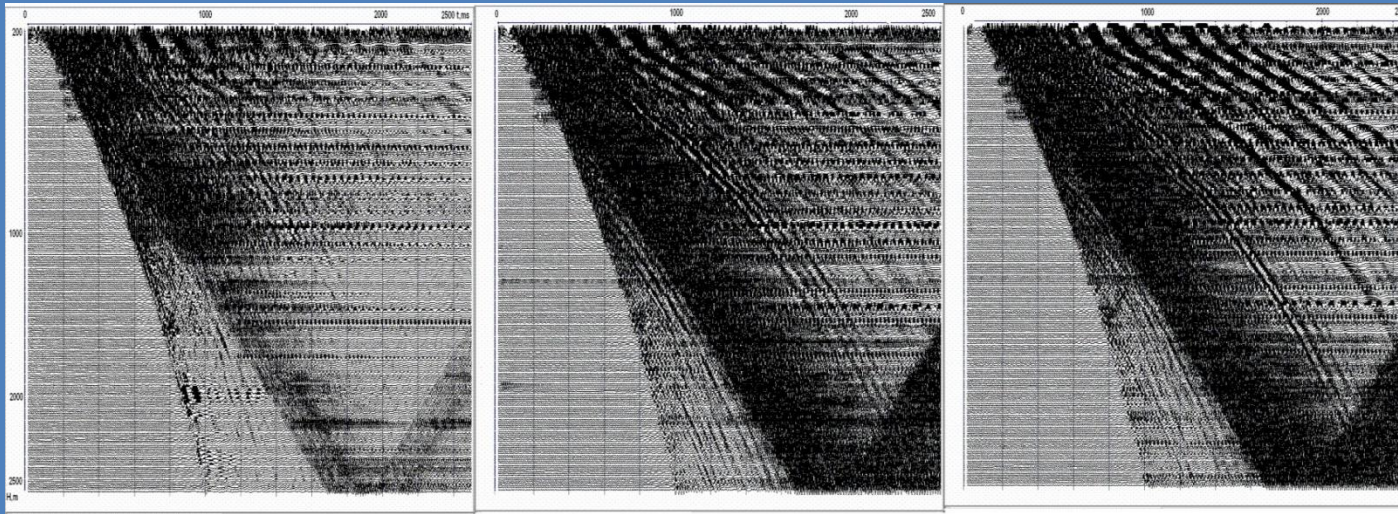


P-component

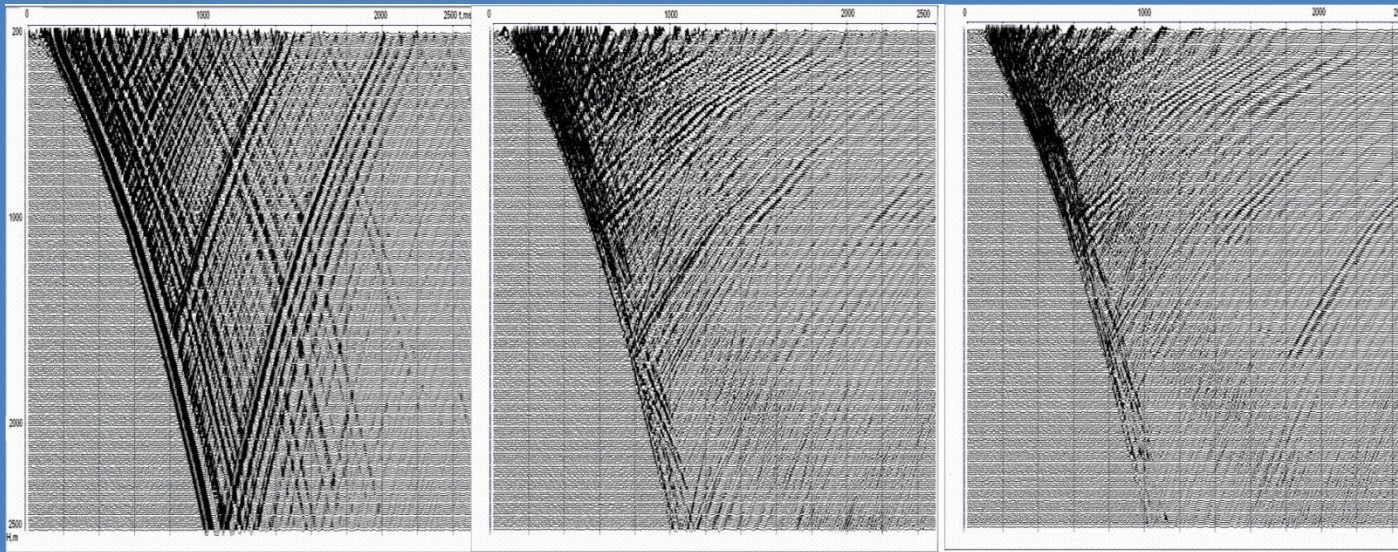
R-component

T-component

Result of selection



Regular and
Irregular



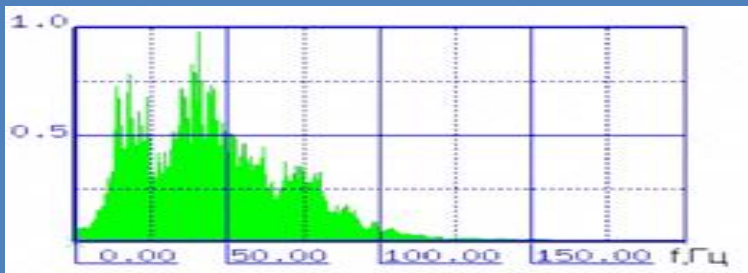
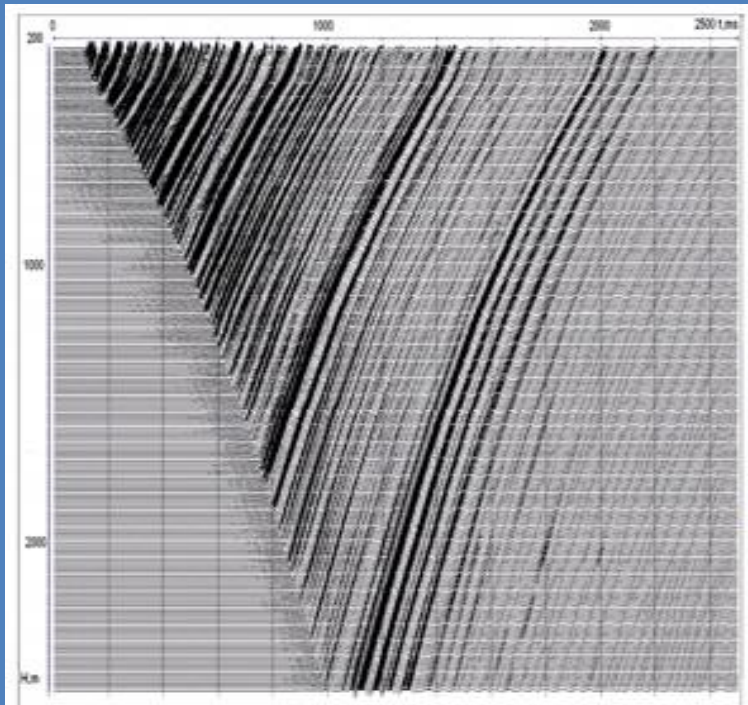
Result of
subtraction

P-component

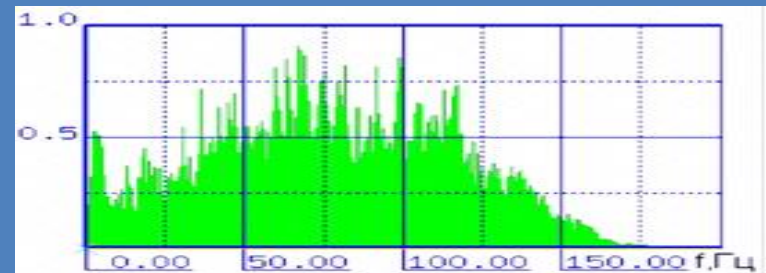
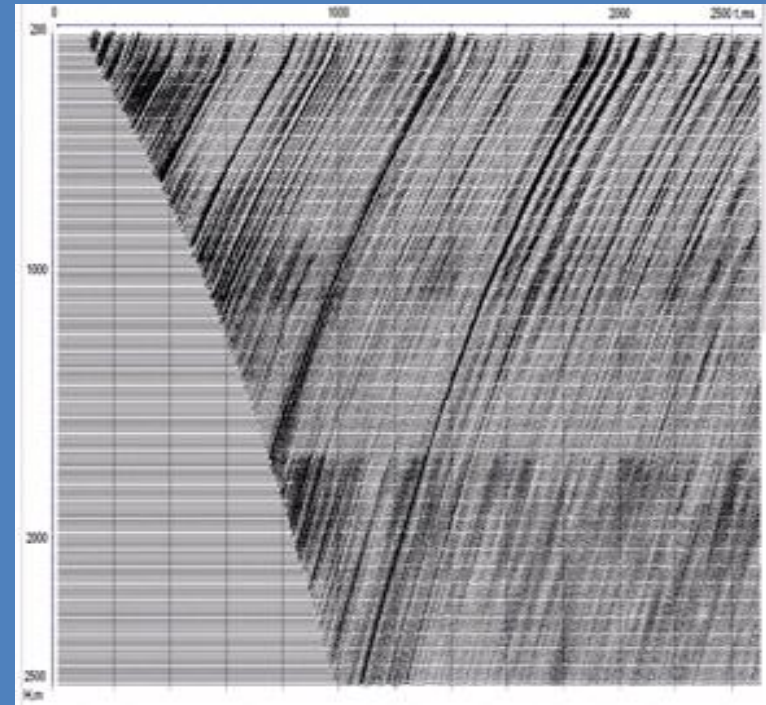
R-component

T-component

Reflected P-waves and spectrums

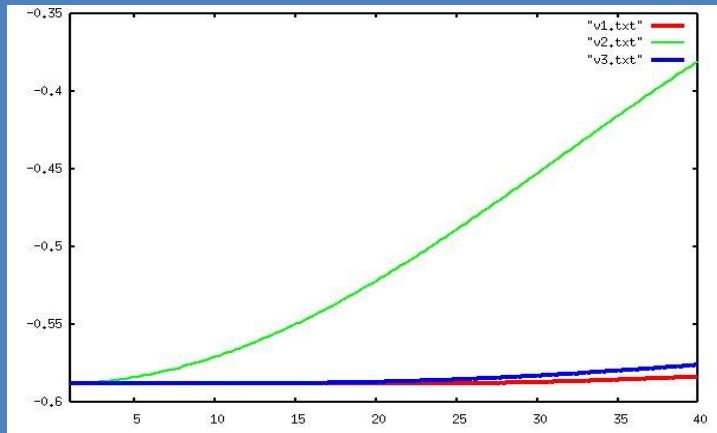


Before deconvolution

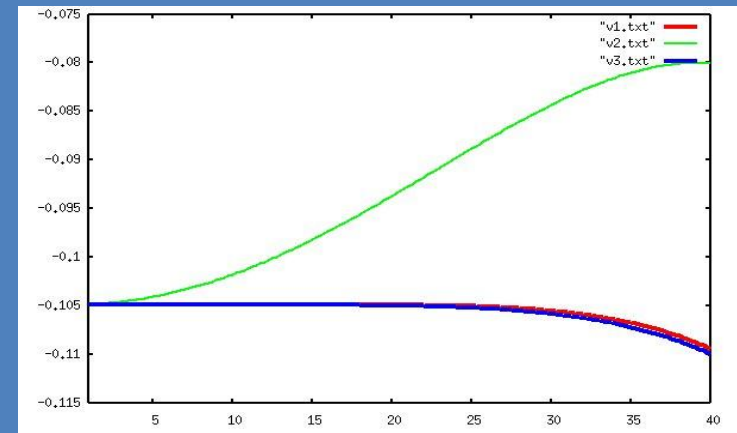


After deconvolution

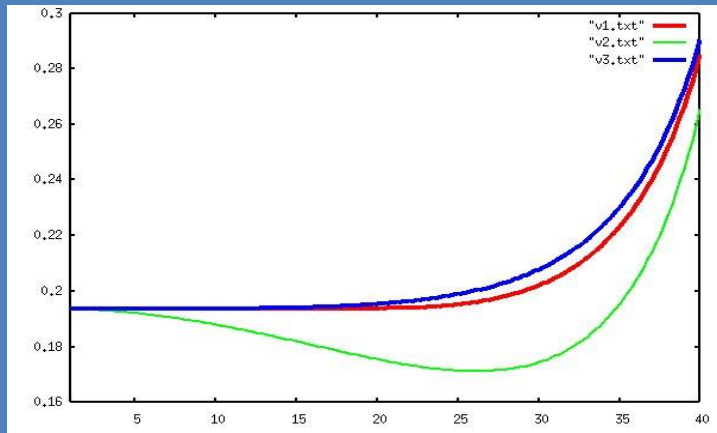
PP and PS waves summing



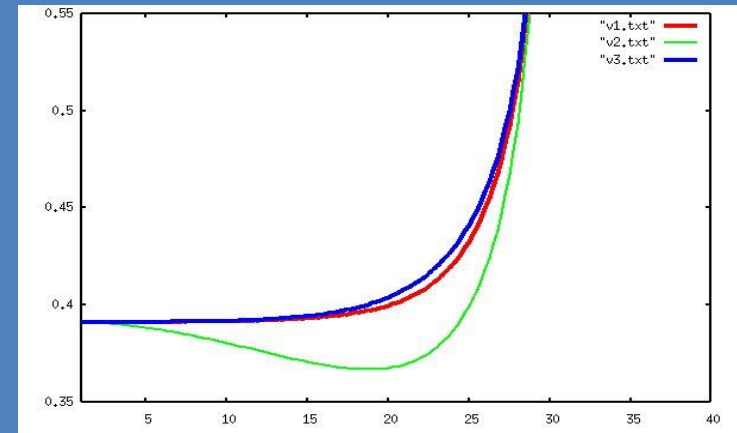
VP1/VP2=0.5



VP1/VP2=0.8



VP1/VP2=1.2



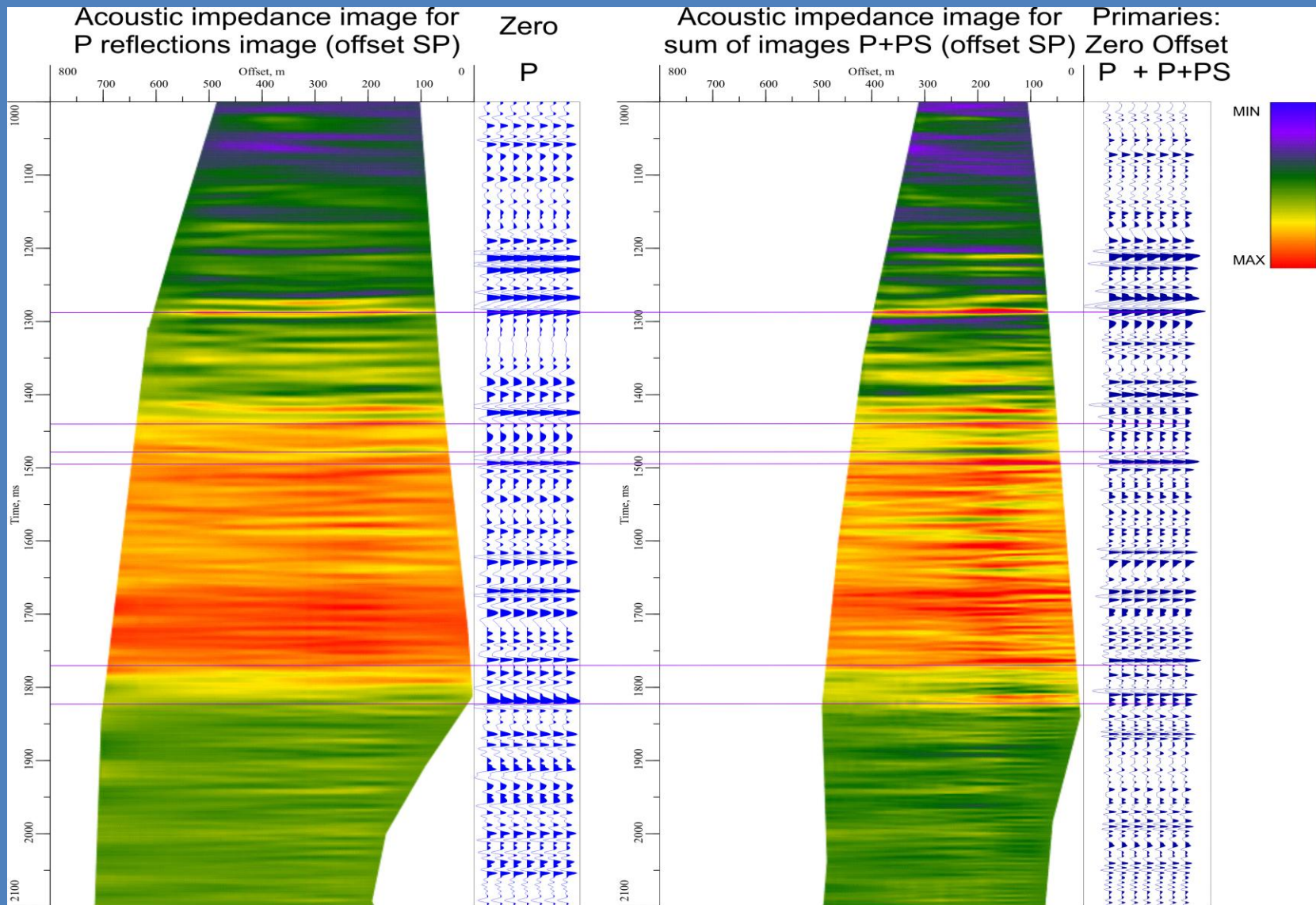
VP1/VP2=3

- Kpp of angle dependence
- Summing by Tabakov-Baev formula
- Summing with empiric optimal coefficient

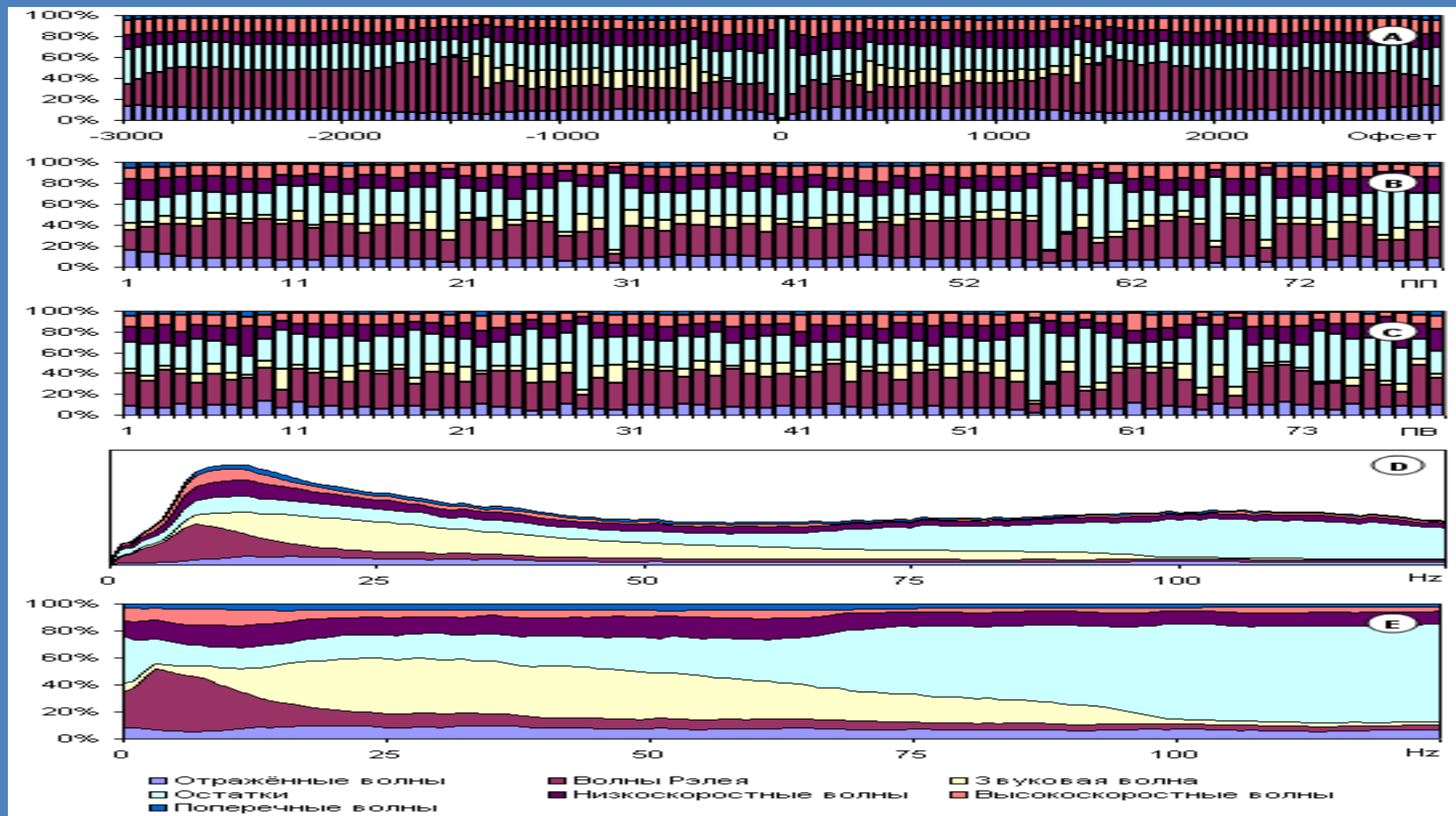
Tabakov-Baev formula

$$A_{pp0} = A_{pp}(\theta) + \frac{1}{2} \sin(\theta) A_{ps}(\theta)$$

Acoustic impedance

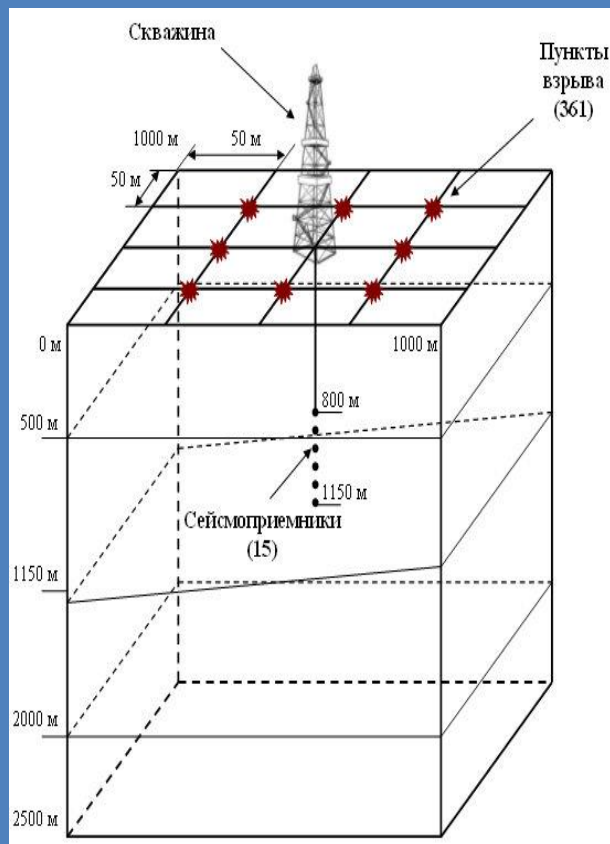


Wavefields energies ratio

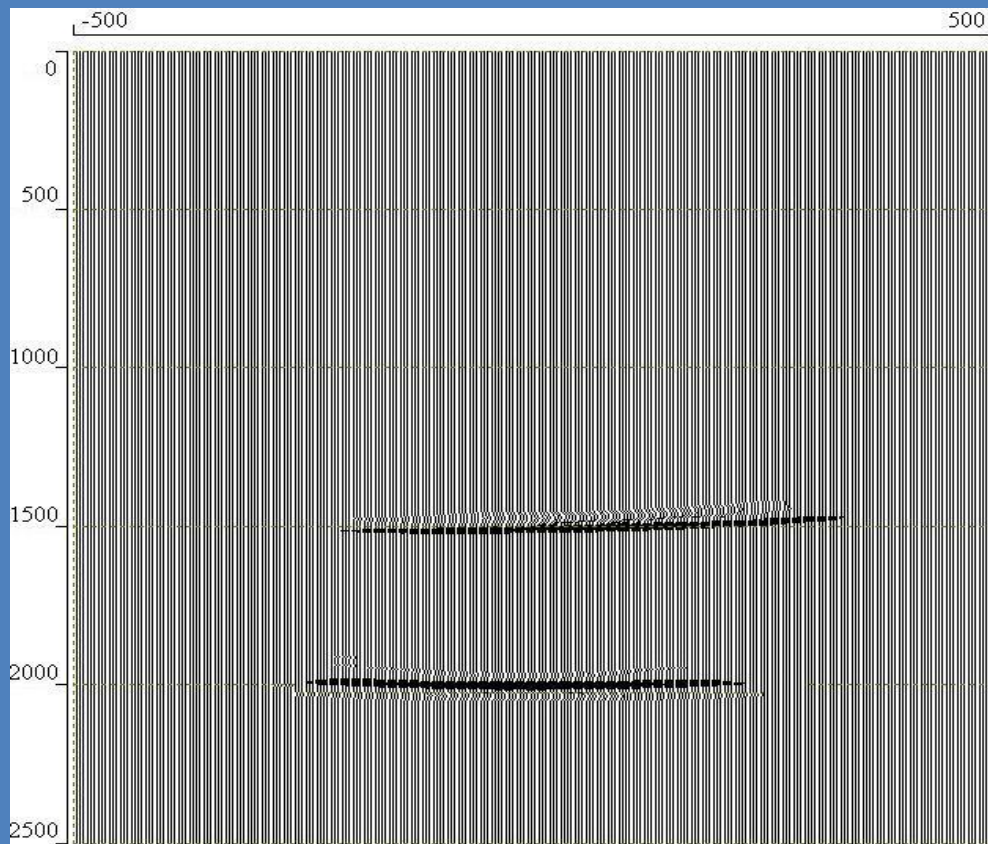


A – with offsets, B – for shots, C – for receivers D – absolute values, E – depending on frequency.

Vector migration

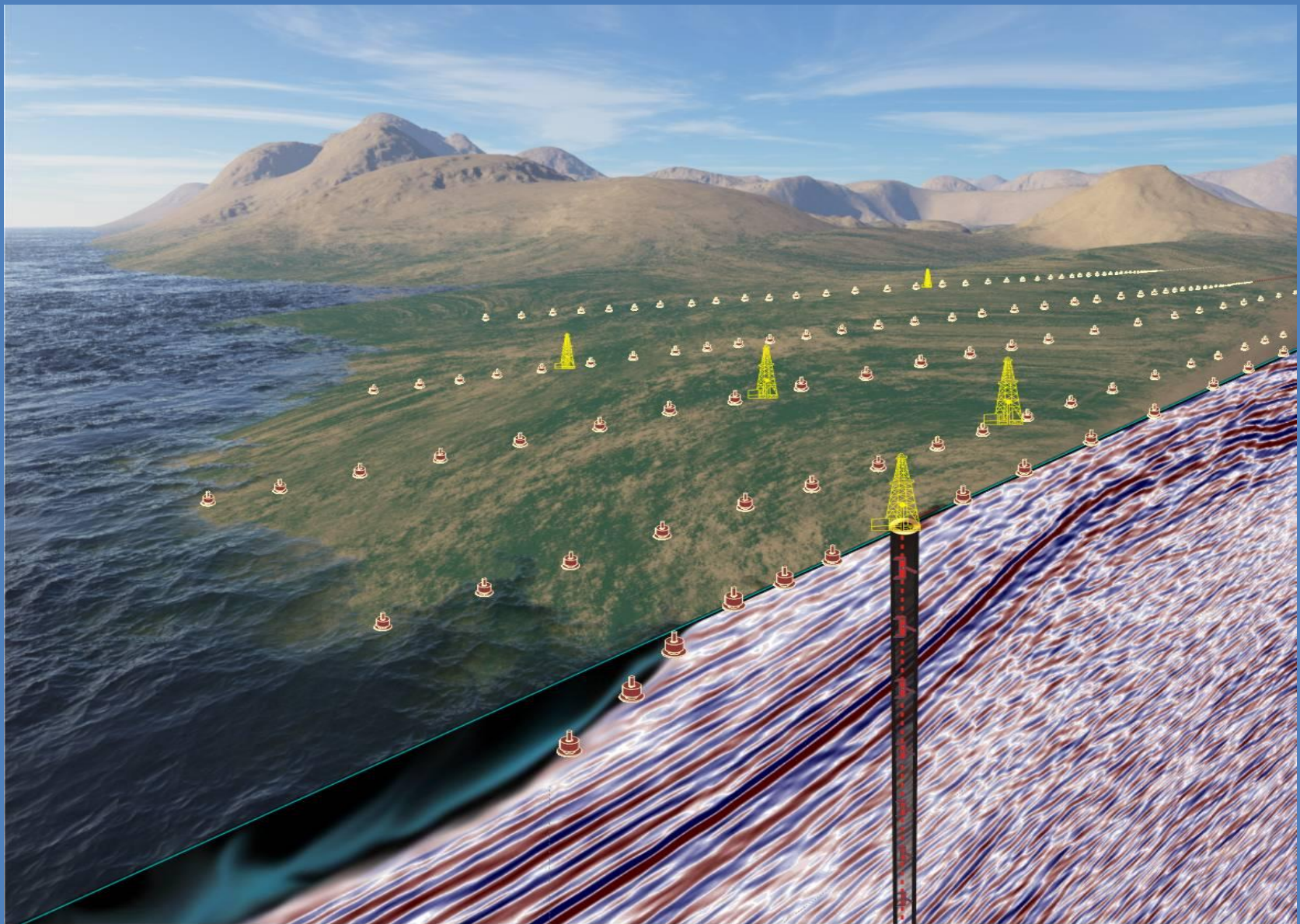


Observation system

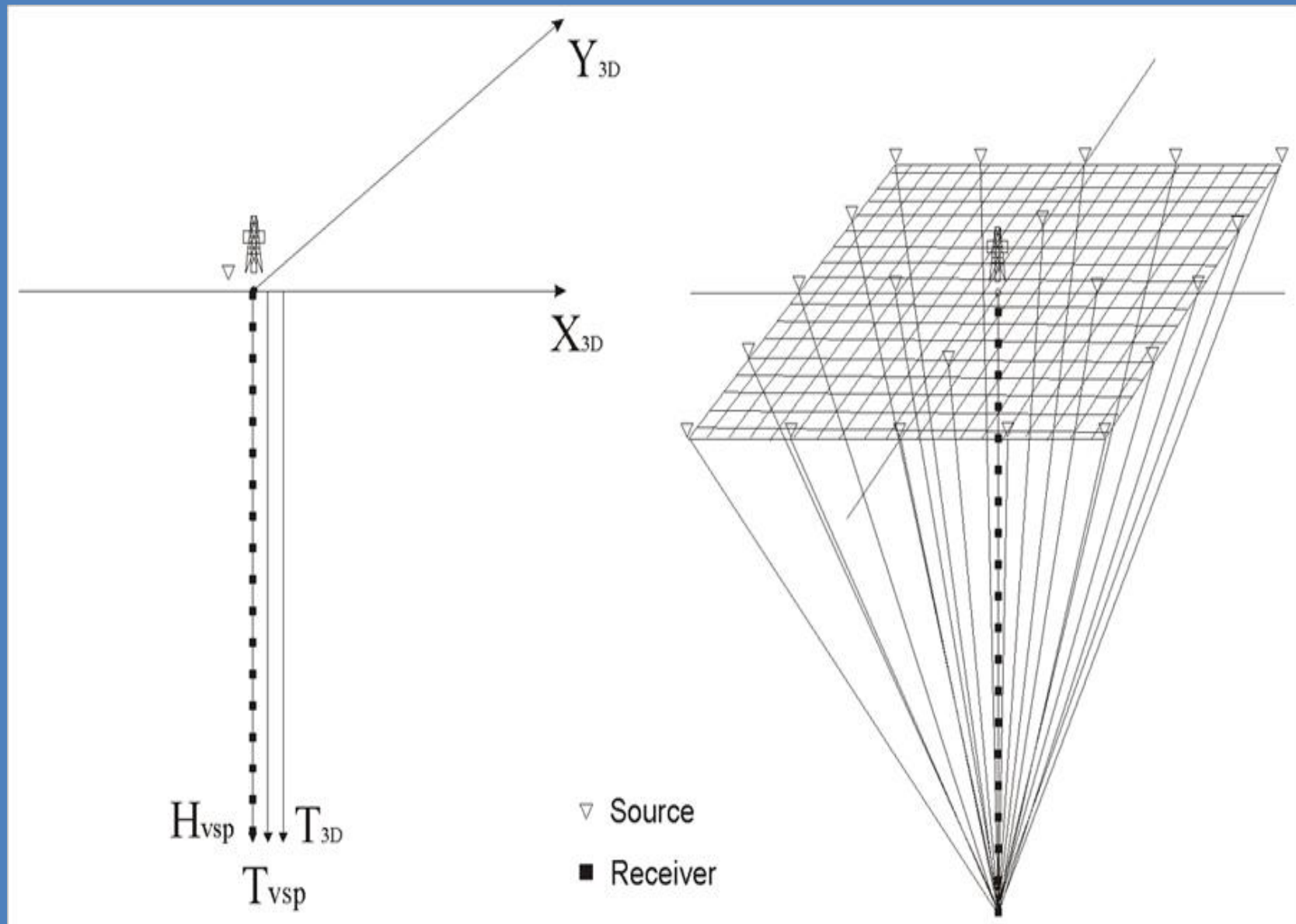


Migration image

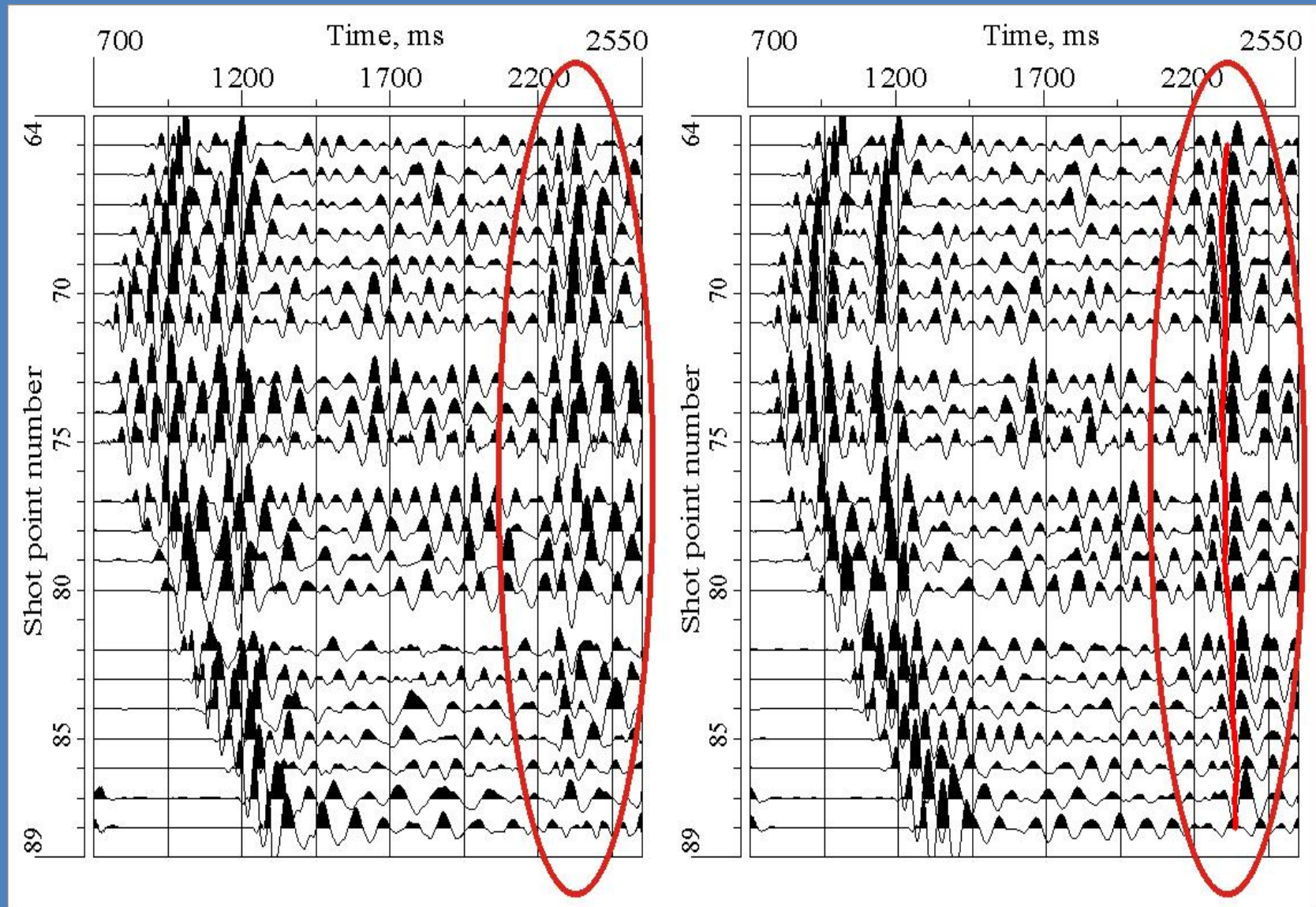
Acquisition geometry



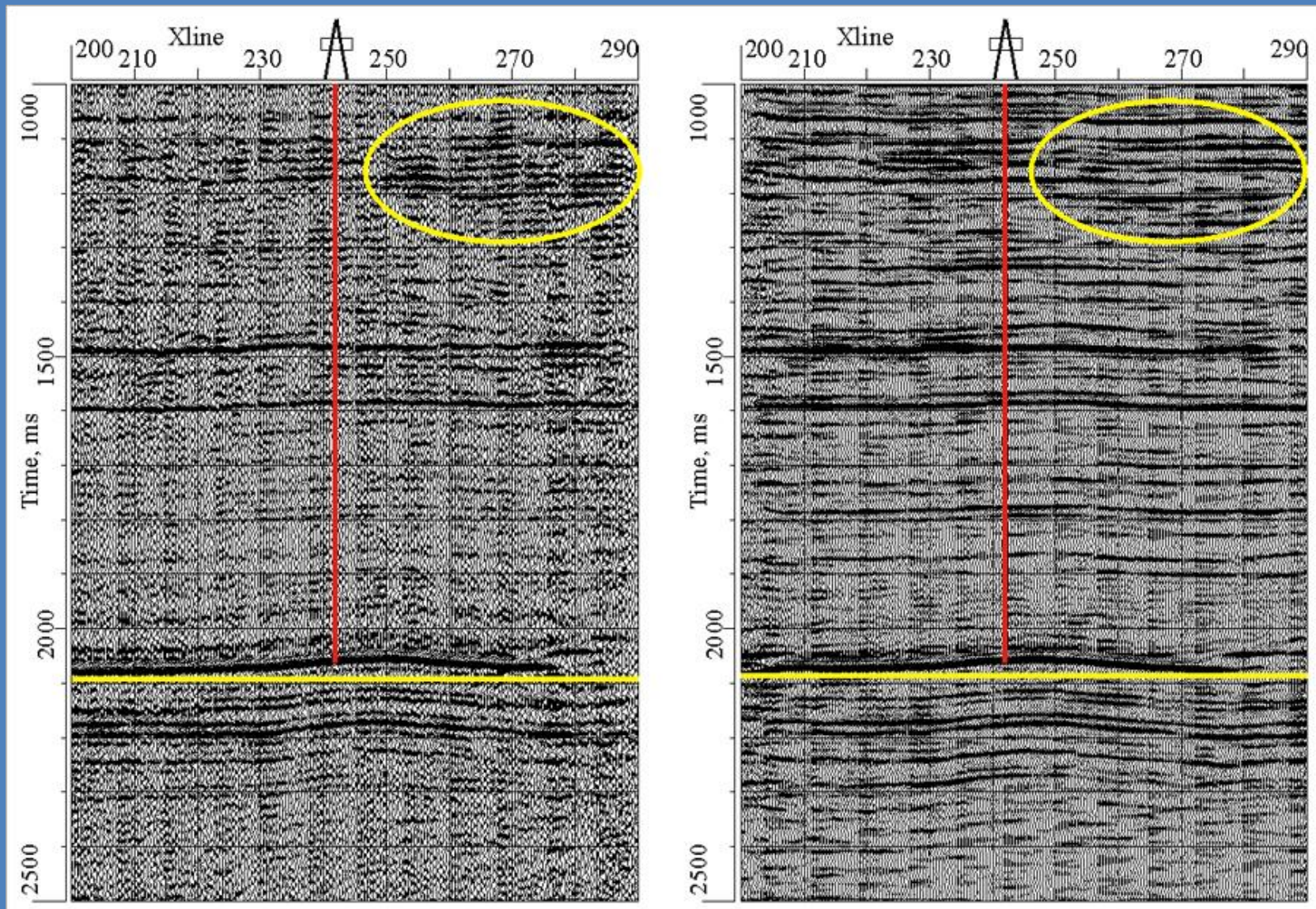
Conventional VSP (left) and 3D+VSP (right) acquisition geometries



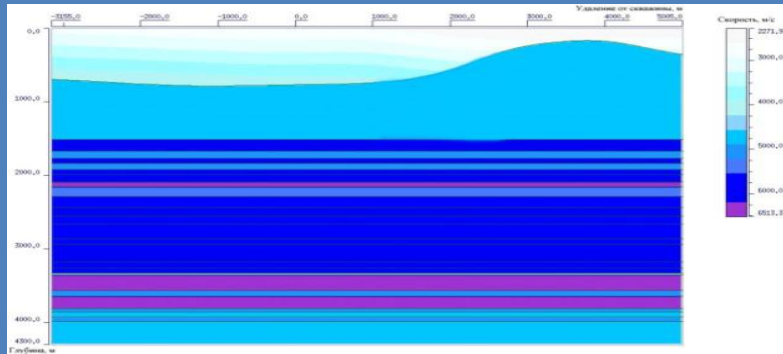
Compensation of shot statics and impulse shape variation in surface common shot gather in 3D+VSP survey: left – before correction, right – after correction



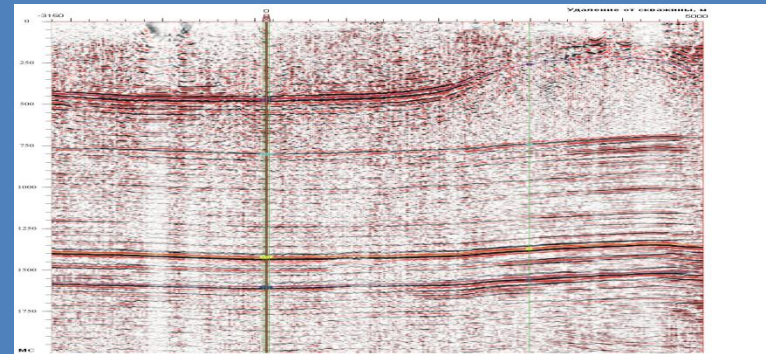
Comparison of processing results by means of 3D+VSP technique (right) and ordinary 3D technique (left)



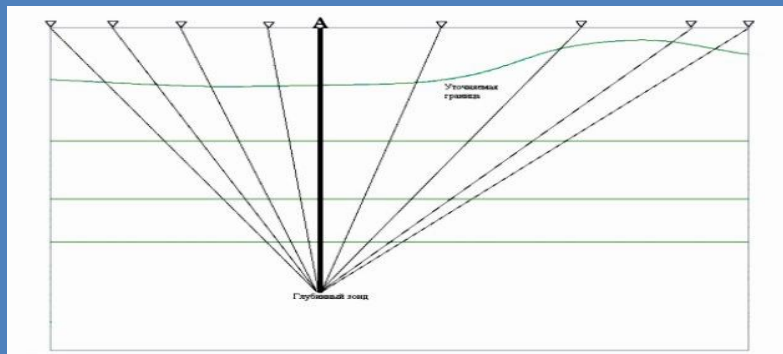
Velocity model adjustment in 3D+VSP survey



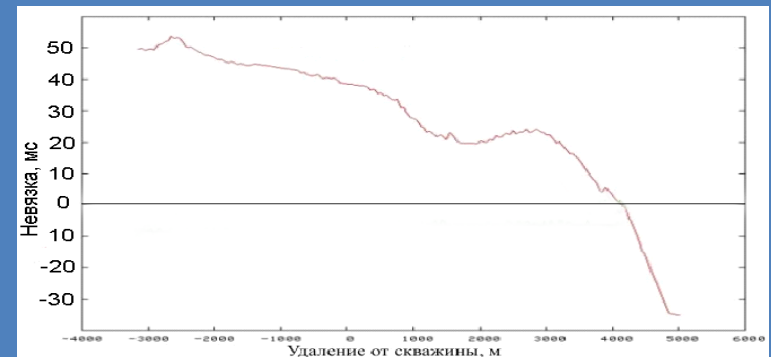
Effective velocity model obtained from surface seismics



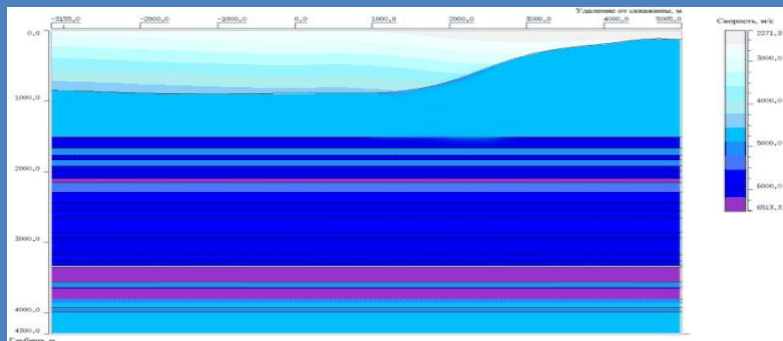
2D surface seismic image



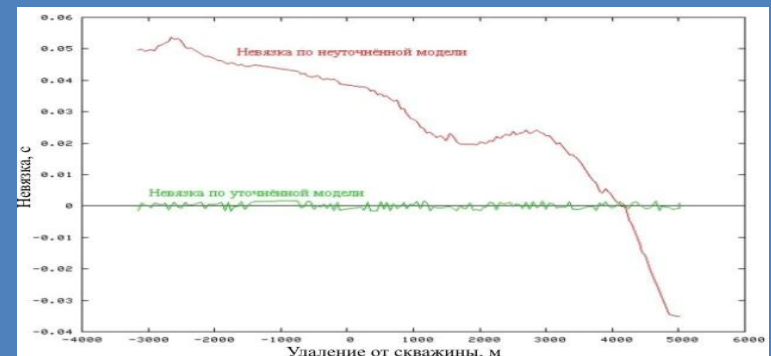
3D+VSP acquisition scheme



Discrepancy in real and synthetic first arrival times

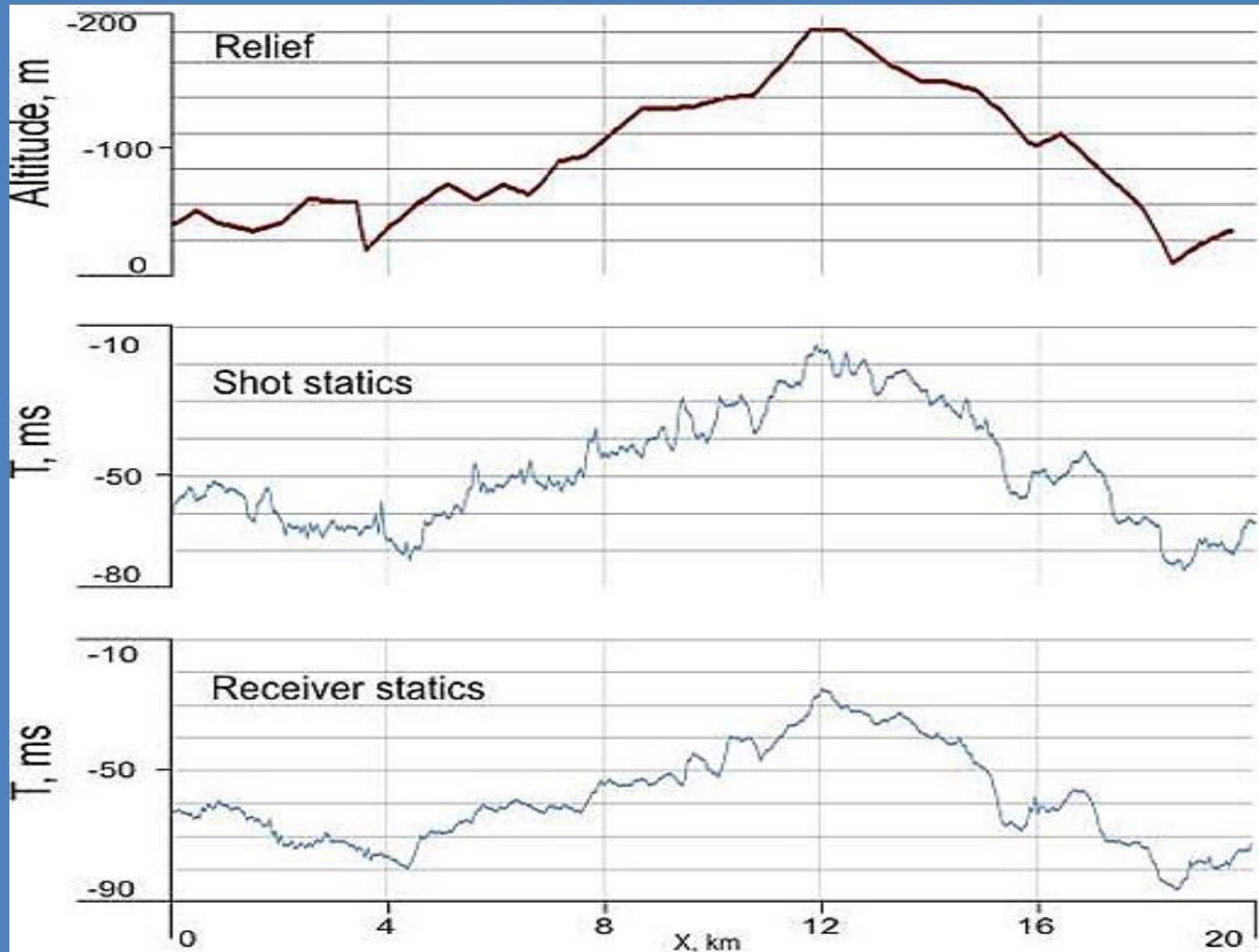


Velocity model obtained by inverse kinematic problem solving for first break hodograph picked by downhole data

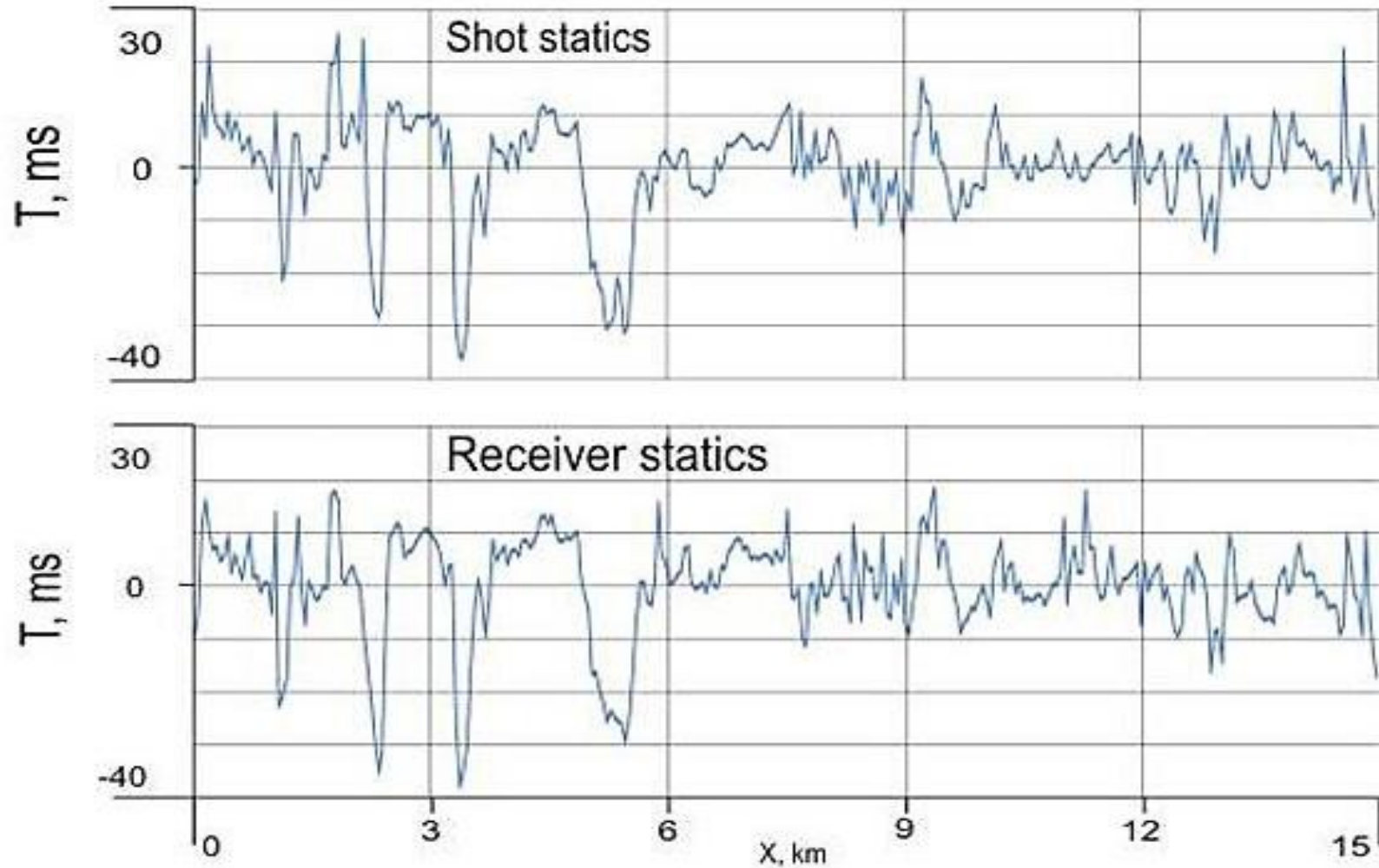


Discrepancy in real and synthetic first arrival times before model adjustment and after it.

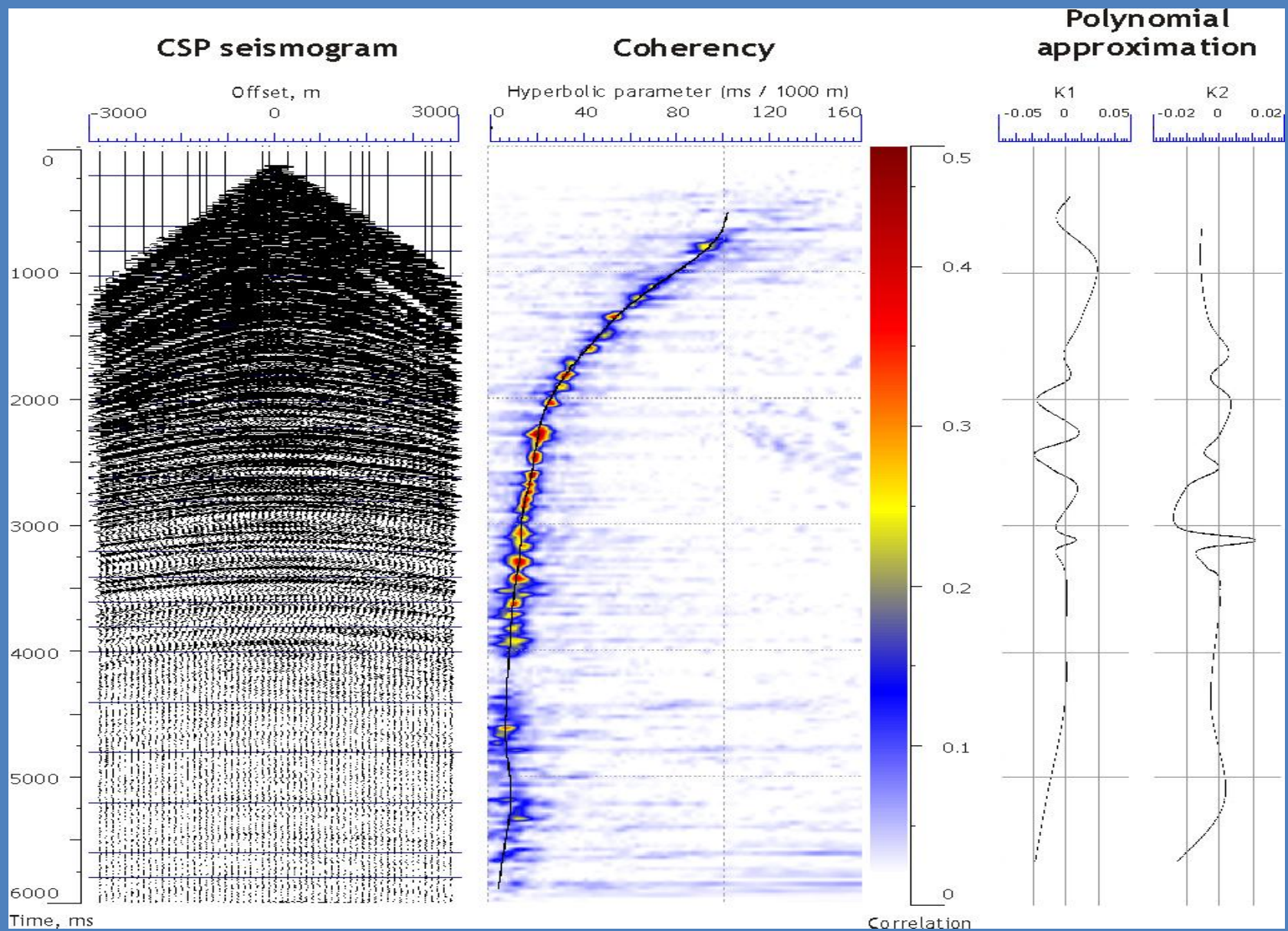
Shot-based, receiver-based statics and relief (Eastern Siberia).



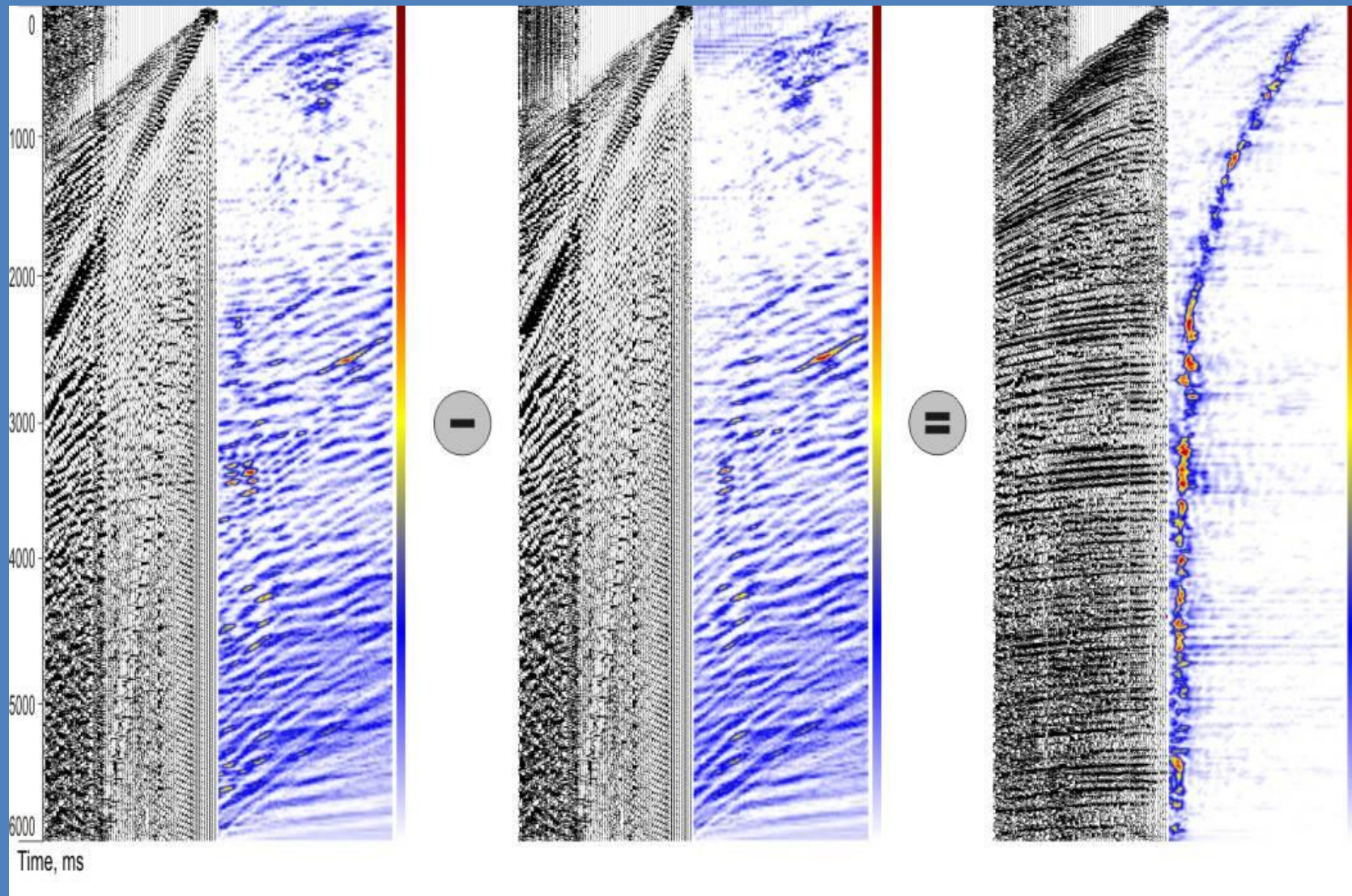
Shot-based and receiver-based statics (Permafrost Western Siberia).



Kinematic analysis



Wavefield analysis

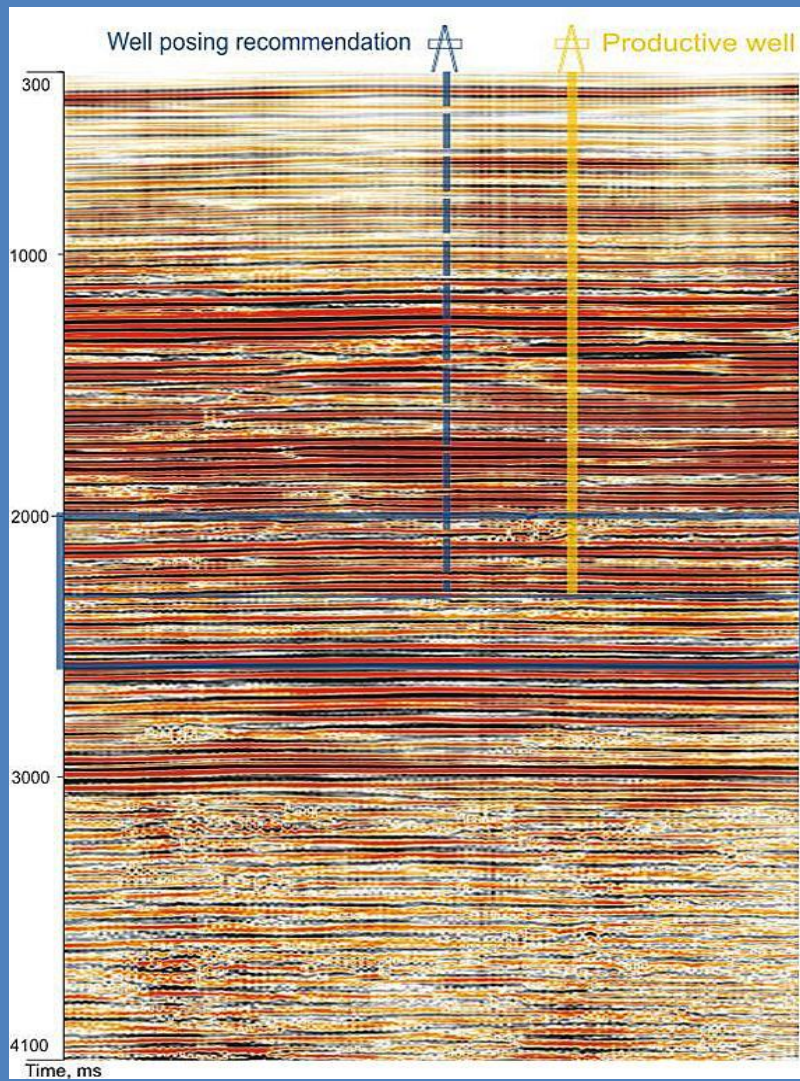


Raw

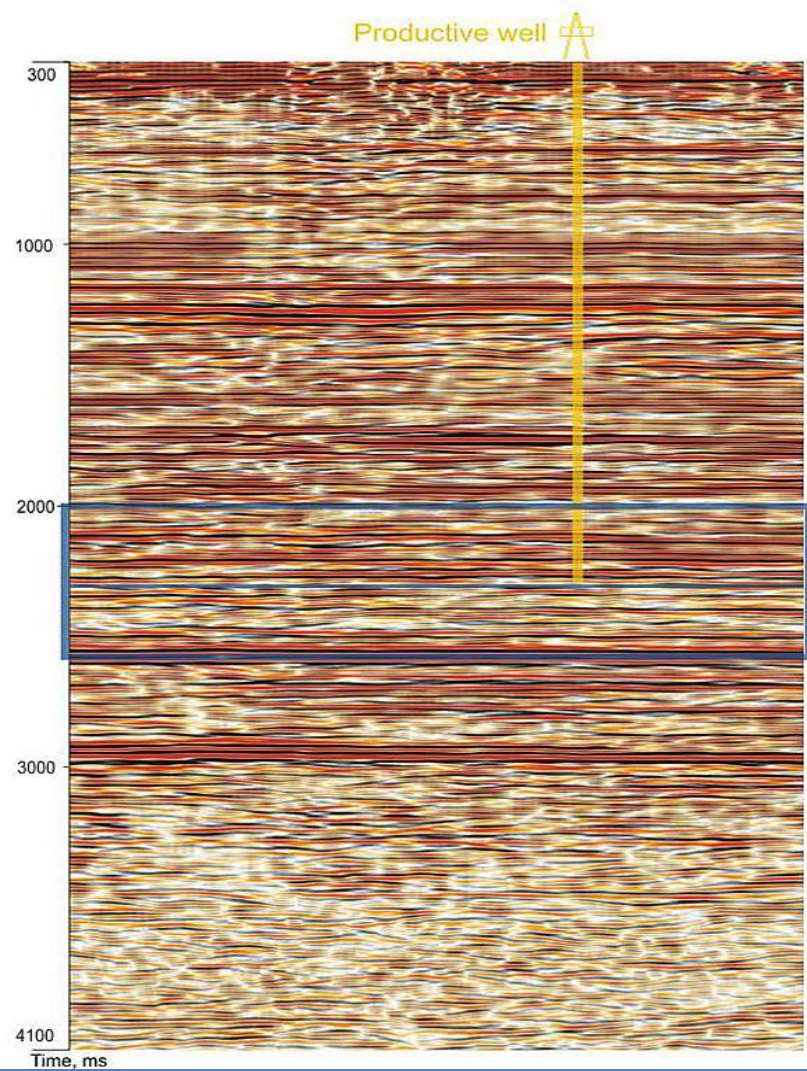
Noises

Residuals

CDP sections

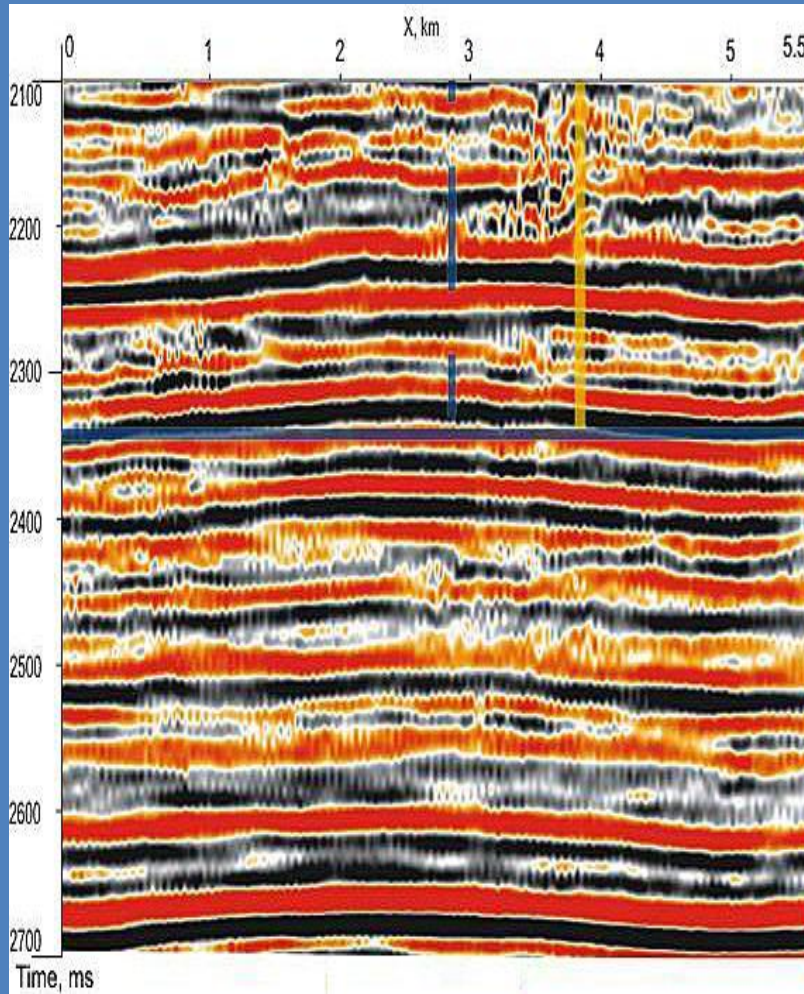


HDS processing

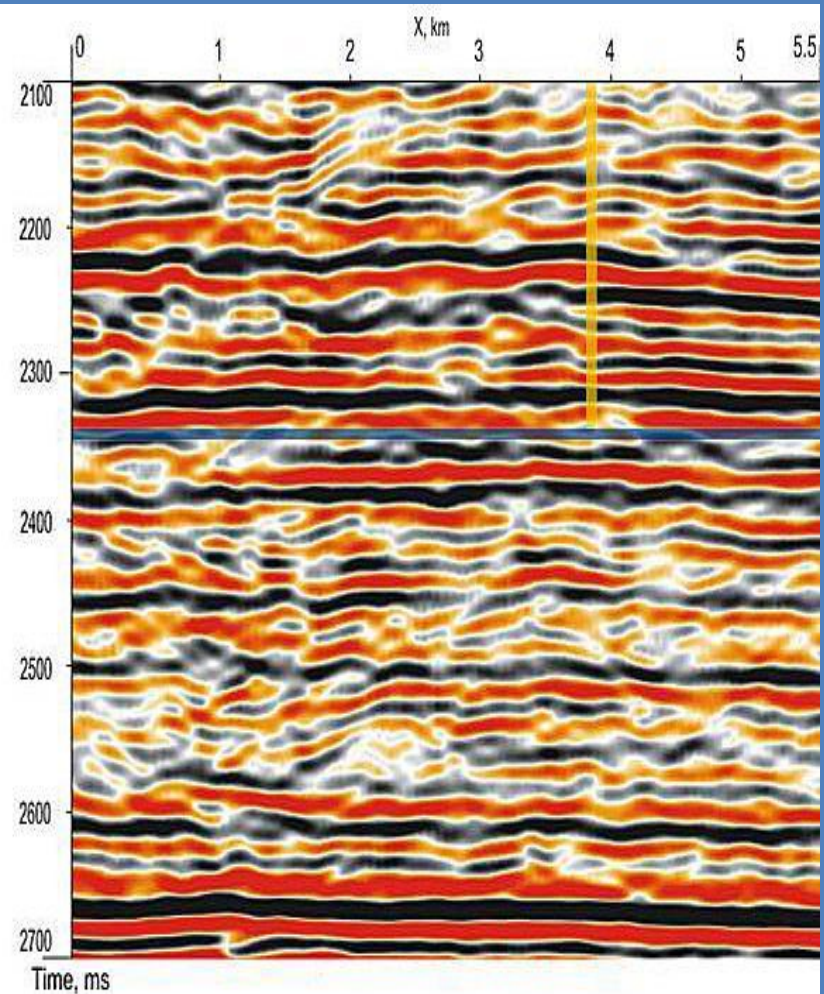


Top brand software processing

CDP sections fragment



HDS processing



Top brand software processing

РЕЗУЛЬТАТЫ

В составе Сейсморазведки Высокой Чёткости (СВЧ) на основе фундаментальных исследований разработаны новые методы, технологии и рекомендации, направленные на существенное расширение частотного диапазона- с 3-3.5 октав до 6-7 октав.

1. Рекомендации по трёхмерным системам наблюдений 3Д+ВСП и программы обработки с целью оценки и использования истинных скоростей и истинной формы сигнала.

RESULTS

New methods and technologies called High Definition Seismic (HDS) have been developed based on fundamental approaches aimed to increase frequency band from 3-5 octaves to 6-7 octaves.

1. 3D = VSP technology for 3D acquisition geometry developed to make available true velocities and true signature.

2. Рекомендации по прижиму сейсмоприёмников к грунту с целью устранения резонансов.

3. Рекомендации по опережающей регистрации с целью оценки и использования характеристик шумов.

4. Разработана полночастотная технология коррекции статических поправок на базе уникального метода ПОЛИКОР», обеспечивающая реалистичные поправки при резких вариациях мощности ММП.

5. Реализован способ выделения полезных сигналов на основе полного итеративного анализа волновых полей.

2. Nonresonance technology of clamping geophones to the ground is recommended to remove resonance appearances.

3. Registration of noises before shot is recommended to be used for better noise suppression.

4. Full frequency band technology "Polycor" developed providing realistic static corrections for dealing with sharp static variations.

5. The signal enhancement technology is developed on the base of full iterative wavefield analysis.

6. Сконструирована концепция использования статических поправок, обобщённого анализа скоростей и автоматической корреляции для оценки первичных годографов и совместной инверсии с годографами первых вступлений.

7. Обоснована теоретически и продемонстрирована на модельных данных методика векторной миграции и суммирования продольных и поперечных волн для повышения динамической представительности результатов.

6. Concept to use static shifts, velocity analysis and automatic correlation is proposed to estimate primary reflections time graphs and joint velocity inversion with first break times technology is vector migration.

7. Theoretically based and mathematically modeled as well as stacking of PP and PS waves to make amplitudes more informative.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Рекомендуется выполнить широкое опробование технологии в условиях, когда результаты традиционной обработки явно недостоверны или внушают сомнения.

При положительных результатах осуществить постепенный переход к технологии СВЧ с целью принципиального повышения эффективности сейсморазведки.

www.geovers.ru

RECOMMENDED

Wide experimental processing for different conditions is to be made in the surroundings where traditional results are not reliable.

Positive results have to provide application of HDS technology for radical improvement of seismic prospecting efficiency

www.geovers.com