

Способ сейсморазведки с возбуждением колебаний в воздушной или водной среде и фокусированием энергии в точках приема на границе акустической и упругой сред.

Geovers Ltd.

Seismic prospecting with generation of acoustic energy in air or liquid media and focusing it on the boundary of acoustic and elastic media

Аннотация / Abstract

Возбуждение сейсмических колебаний является наиболее затратной частью сейсморазведки.

Предложено использовать возбуждения в воздухе или в воде на значительных удалениях от поверхности твердого полупространства с последующей фокусировкой энергии в любой точке поверхности твердого полупространства предпочтительно с сейсмоприемником давления для точной регистрации вступления акустических импульсов.

Данные для каждого сейсмоприемника на поверхности твердого тела суммируются с опережениями, определенными в точке фокусировки, с образованием фиктивных сейсмограмм с возбуждением в точке фокусировки.

Модельный эксперимент показал возможность фокусировки энергии на малом участке поверхности диаметром менее четырех метров.

Предлагаемая технология должна дать значительное сокращение затрат, времени и экологические преимущества.

Generation of seismic energy is one of the most expensive parts of seismic prospecting, especially under complicated surroundings.

It is proposed to use shots in air and water media on remote distances from the surface of solid semispace with later focusing of energy on any point of solid surface preferably with pressure geophone to register time of acoustic arrivals.

Records for each geophone on the surface of solid semispace are stacked to provide fictitious seismogram with shots in the points of focusing.

Model simulation has shown possible concentration of energy on small area less than four meters in diameter.

Proposed technology promises high shortening of expenses and ecological advantages.

Содержание / Content

- | | |
|--|--|
| 1. Введение | 1. introduction |
| 2. Геометрия наблюдений | 2. Field geometry |
| 3. Формирование фиктивных сейсмограмм | 3. Combining data for artificial seismograms |
| 4. Получение фиктивных сейсмограмм | 4. Stacking data for artificial seismograms |
| 5. Модельный эксперимент | 5. Model experiment |
| 5.1 Схема модельного эксперимента | 5.1 Geometry of model |
| 5.2 Суммарная сейсмограмма звукового давления на поверхность | 5.2 Stacked seismogram of acoustic pressure on the surface |
| 5.3 Амплитуда импульса звукового давления | 5.3 Sound pressure impulse amplitude |
| 5.4 Волновое поле упругих волн на поверхности | 5.4 Wavefield of elastic waves on the surface |
| 5.5 Синтетическое группирование | 5.5 Synthetic mixing |
| 6. Выводы | 6. Conclusions |
| Литература | References |

1. Введение / Introduction

Возбуждение упругих колебаний при сейсморазведке требует значительных затрат, особенно при необходимости строительства дорог и просек, что наносит экологический урон.

В горных условиях, культурной зоне и в заповедниках отработка регулярных систем вообще невозможна. При возбуждении колебаний в воздухе на значительной высоте не возникает транспортных и экологических проблем, но из-за сильного преломления лишь незначительная часть энергии идёт на формирование глубинных отражений.

Предложено формировать на поверхности твёрдой среды локализованный импульс давления путём накапливания импульсов от многих воздействий с опережениями, равными времени прихода акустической волны в точку локализации [1].

На модельном примере показано, что при возбуждении на высоте 800 м. возможна концентрация энергии на площадке диаметром менее 4 м.

Seismic shots especially under severe surface conditions when roads have to be provided for heavy vehicles are very expensive and ecologically damaging.

In mountains, strongly inhabited and reservations regular geometries cannot be provided. For shots in the air or water there are not transport or ecological problems but most of excited energy is converted to surface waves.

It is proposed to provide concentrated pulse of pressure on the surface where artificial shots have to be placed by stacking of pulses from distributed in space real shots with negative delays equal to arrivals of acoustic pulses to the point of artificial shot[1].

It is shown on the model, that air shots 800m height may be focused to area less than 4m in diameter.

2. Геометрия наблюдений / Acquisition geometry

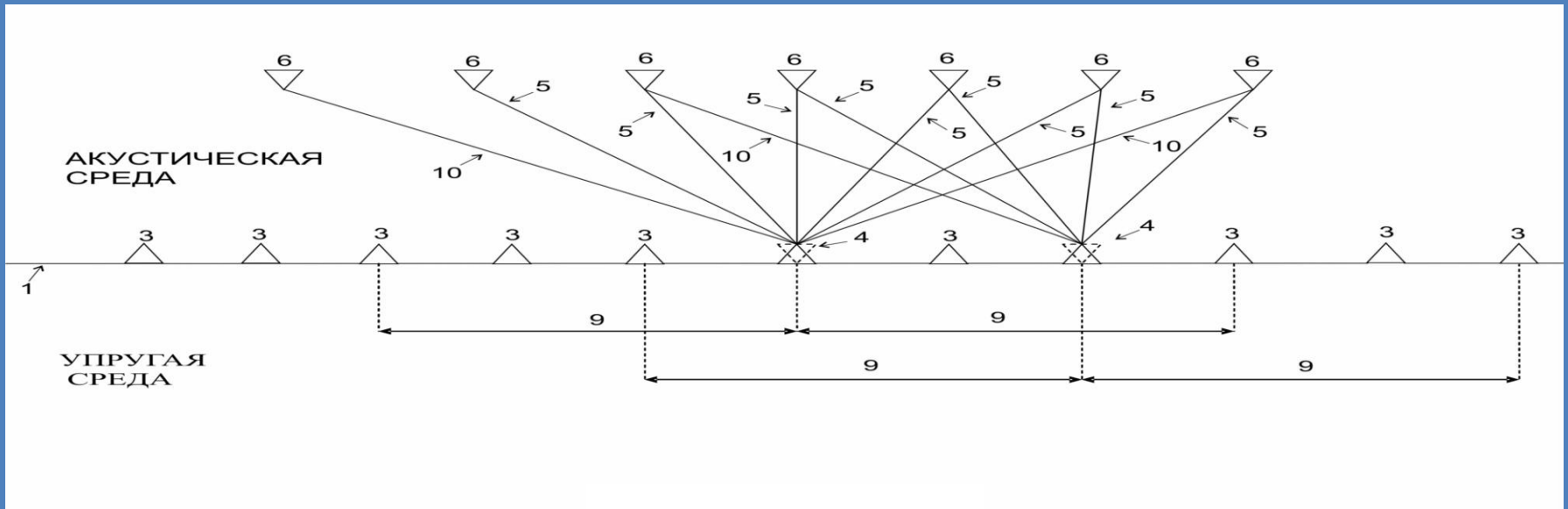


Рис.1. Геометрия системы наблюдения. / Fig.1. Observation system geometry

Для проведения сейсморазведки сейсмоприемники располагаются на всей или части исследуемой площади. В каждой точке приема ведется либо непрерывная регистрация с фиксацией астрономического времени, либо регистрация, синхронизированная с возбуждением. На значительной высоте в точках 6 производится возбуждение звуковых колебаний любым взрывным или невзрывным источником во множестве точек так, чтобы каждый из сейсмоприемников был облучен со всех азимутов и зенитных углов. Индексом 5 обозначены пути звуковой волны из источника к приемникам, индексом 10 – лучи для предельных удалений от фиктивных источников 4. Индексом 9 обозначены диапазоны удалений от фиктивных источников 4.

Geophones are placed on the investigated area as usual. Seismic records in each receiver points are made either continuously with fixing of astronomical time or synchronized with shots. The shots (6) are regularly distributed on sufficient height above investigated area providing full set of space incidence directions for each receiver (3).

Other indexes on the figure:

4- artificial sources;

5- ray path source to receiver;

9- offset ranges for artificial seismogram;

10- boundary ray paths for remote sources

3. Формирование фиктивных сейсмограмм / Combining of artificial seismograms

Фиктивные сейсмограммы могут быть сформированы в каждой точке поверхности твердого полупространства, над которым произведены возбуждения.

Предпочтительно совмещать эти точки с местами расположения сейсмоприемников, где к обычным датчикам полезно добавить датчики давления с целью уточнения времени прихода звуковой волны.

Для полного использования возбуждаемой энергии, а также для ослабления волн-помех целесообразно формировать фиктивные сейсмограммы с малым шагом также и в точках, где отсутствуют сейсмоприемники. Это позволит сформировать площадные группы источников, примыкающие друг к другу и полностью покрывающие поверхность площади наблюдений без сгущения системы наблюдений.

Artificial seismograms may be combined for shot in any point of solid half space which was illuminated by adequate system of covering shots.

The best position for artificial shot points are receiver points.

It is useful to put artificial shot points all through the area of investigation with small step, where geophone may be absent.

Finally areal groups of artificial shots may be combined providing continuous coverage of investigated region's surface.

4.Получение фиктивных сейсмограмм / Generation of artificial seismograms

Сформированные для каждого фиктивного пункта возбуждения пакеты первичных сейсмограмм накапливаются по формуле:

Groups of primary seismograms combined for each artificial shot point have to be stacked in accordance with:

$$S_n^I(\omega) = \sum_{m=M_1}^{M_2} S_n^m(\omega) \cdot e^{i\omega(\delta t_{m,I})}$$

где ω - круговая частота;

$S_n^I(\omega)$ - преобразование Фурье для суммарной трассы, представляющей собой приближение к трассе в точке «n» от фиктивного источника в точке n=l;

$S_n^m(\omega)$ - преобразование Фурье от реальной сейсмической трассы, зарегистрированной сейсмоприемником в точке «n» от реального источника в точке «m»;

$\delta t_{m,I}$ - время пробега звуковой волны от реального источника в точке «m» до фиктивного источника в точке «l».

where ω - circular frequency;

$S_n^I(\omega)$ - Fourier transform of stacked trace which is approximation of trace in point “n” from artificial shot in point n=l;

$S_n^m(\omega)$ - Fourier transform of real seismic trace, registered by geophone in point “n” from real source in point “m”;

$\delta t_{m,I}$ - travel time for sound wave from real source in point “m” to artificial source in point “l”.

4.Получение фиктивных сейсмограмм / Generation of artificial seismograms

Суммарные сейсмограммы, полученные таким образом, могут быть использованы в дальнейшей обработке как обычные.

Сейсмограммы с малым шагом могут суммироваться для ослабления помех после ввода кинематики, образуя пространственные группы.

Stacked seismograms obtained in this way may be later used like traditional ones.

Space mixturing after dynamic shifts may be used for nearby shots to provide space spreads for attenuation of noises.

5. Моделирование / Modeling

5.1 Схема модельного эксперимента / Geometry of the model

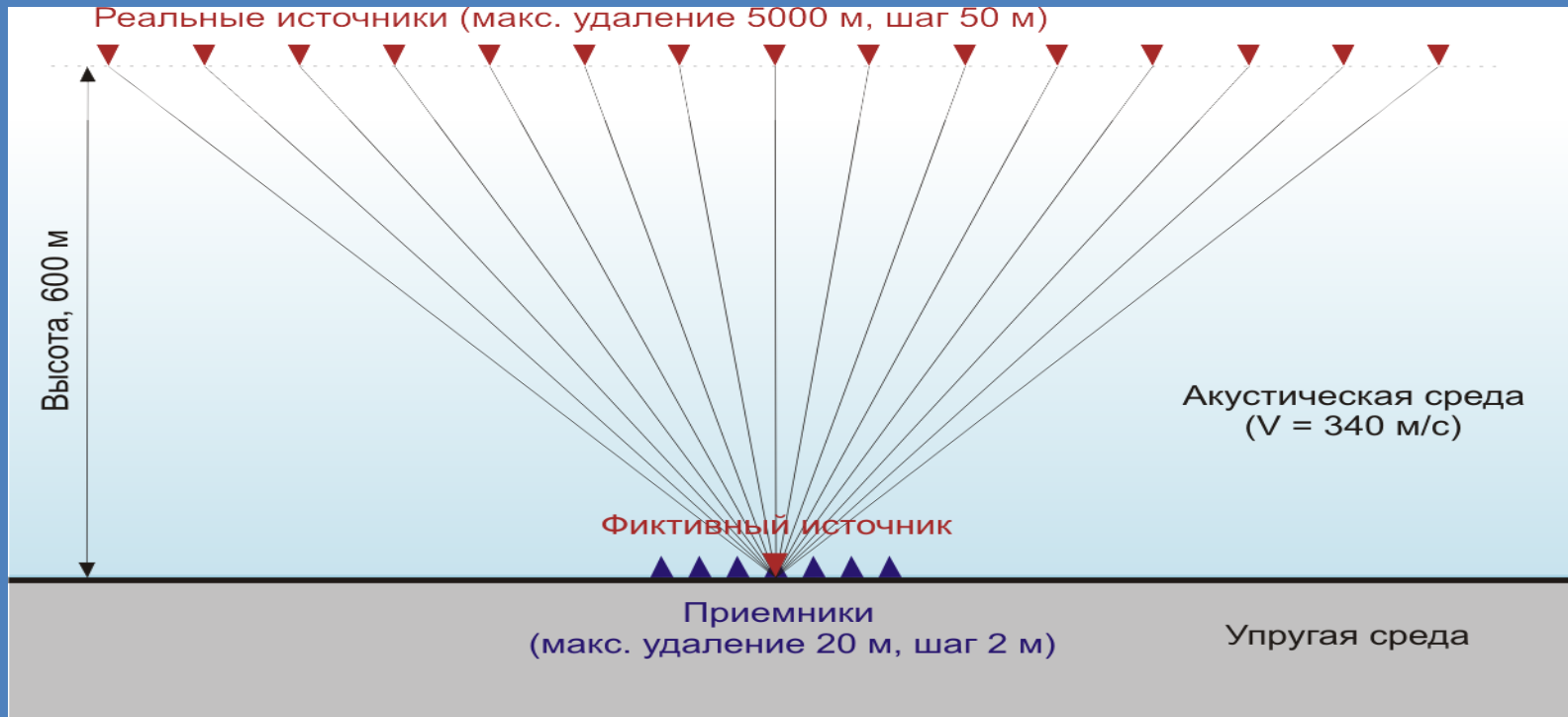


Рис.2. Геометрия модельного эксперимента. / Fig.2. Modeling geometry

Модельный эксперимент выполнен на схеме, изображенной на Рис.2. Точки возбуждения располагались на удалениях до 5 км от точки расположения фиктивного источника на прямолинейном профиле на высоте 600 м с шагом 50 м. Для оценки распределения давления на поверхности после фокусировки сейсмоприемники расположены на удалении до 20 м от фиктивного источника с шагом 2 м.

Geometry of modeling is depicted on Fig.2. Shots were put on profile 600m height every 50m with offsets up to 5000m. Geophones were on position 2m apart.

5.2 Суммарная сейсмограмма звукового давления на поверхность / Stacked seismogram of acoustic pressure on the surface

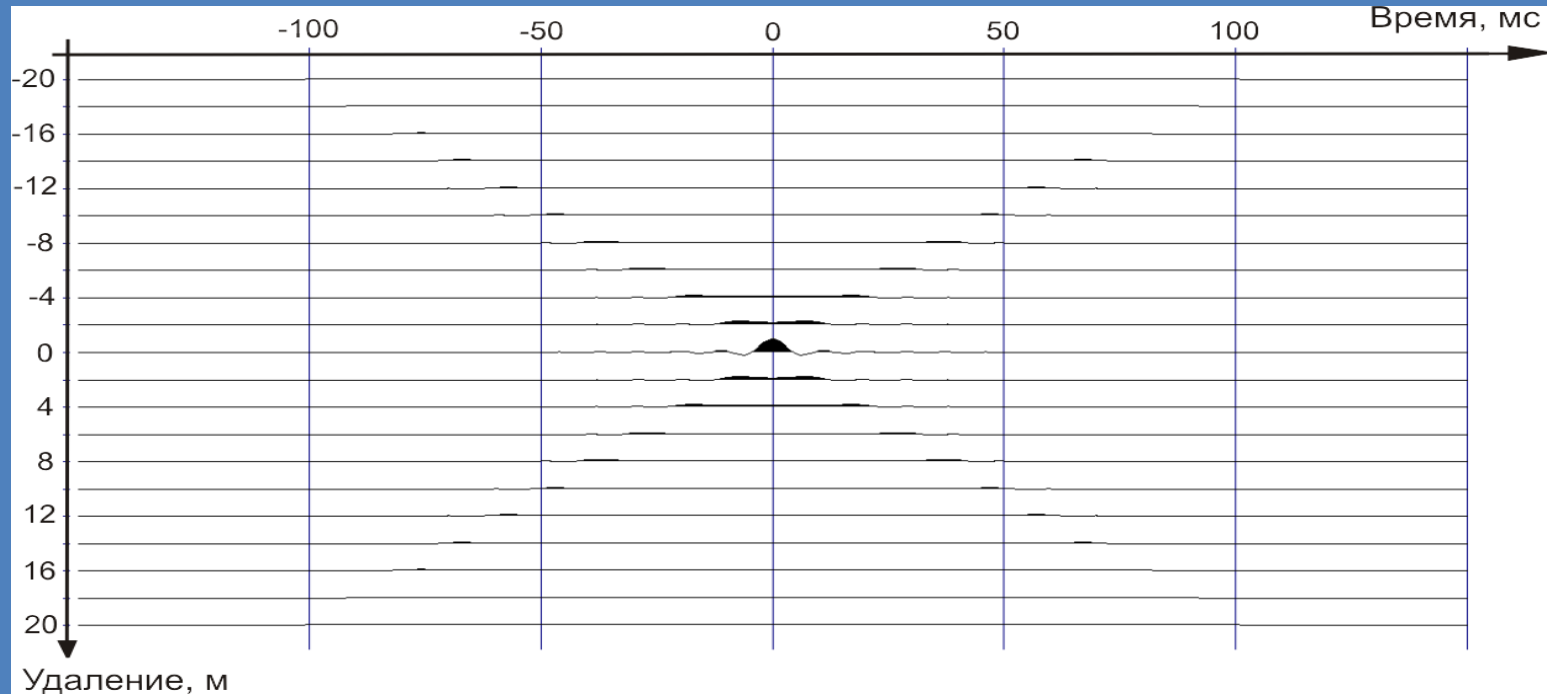


Рис.3. Результат накопления акустических сигналов на поверхности. / Fig.3. Result of acoustic signals stacking on the surface

Результат накопления импульсов давления на поверхности показывает, что звуковая волна может быть сконцентрирована на площадке менее 4 м. (Рис.3.)

Stacking result shows that sound pressure pulse may be concentrated on area with diameter less than 4 m. (Fig.3.)

5.3 Амплитуда импульса звукового давления / Sound pressure impulse amplitude

Расчет максимального уровня звукового давления

	ФВС	Вибратор
1. Порог слышимости (0 Db).	20 μ Pa	
2. Предел нетравмирующего звука (120 Db).	20 Pa (2 кгс/м ²)	
3. Улучшение отношения сигнал/шум при накапливании. Например, 10000 воздействий (10x10 км с шагом 100 м).	200 кгс/м ²	
4. Площадное группирование без искажения полезных волн (с предварительным вводом кинематических поправок). Например, 50м x 50м = 2500 м ² .	500 тс	
5. Выигрыш в геометрическом расхождении относительно вибратора (примерно в 10 раз).	5000 тс	20 тс

Преимуществами ФВС является:

1. возможность площадного группирования, которое является экономически затратным в случае использования стандартных источников возбуждения.
2. Возможность регистрации истинной формы сигнала с установкой датчика давления.

5.4 Волновое поле упругих волн на поверхности / Wavefield of elastic waves on the surface

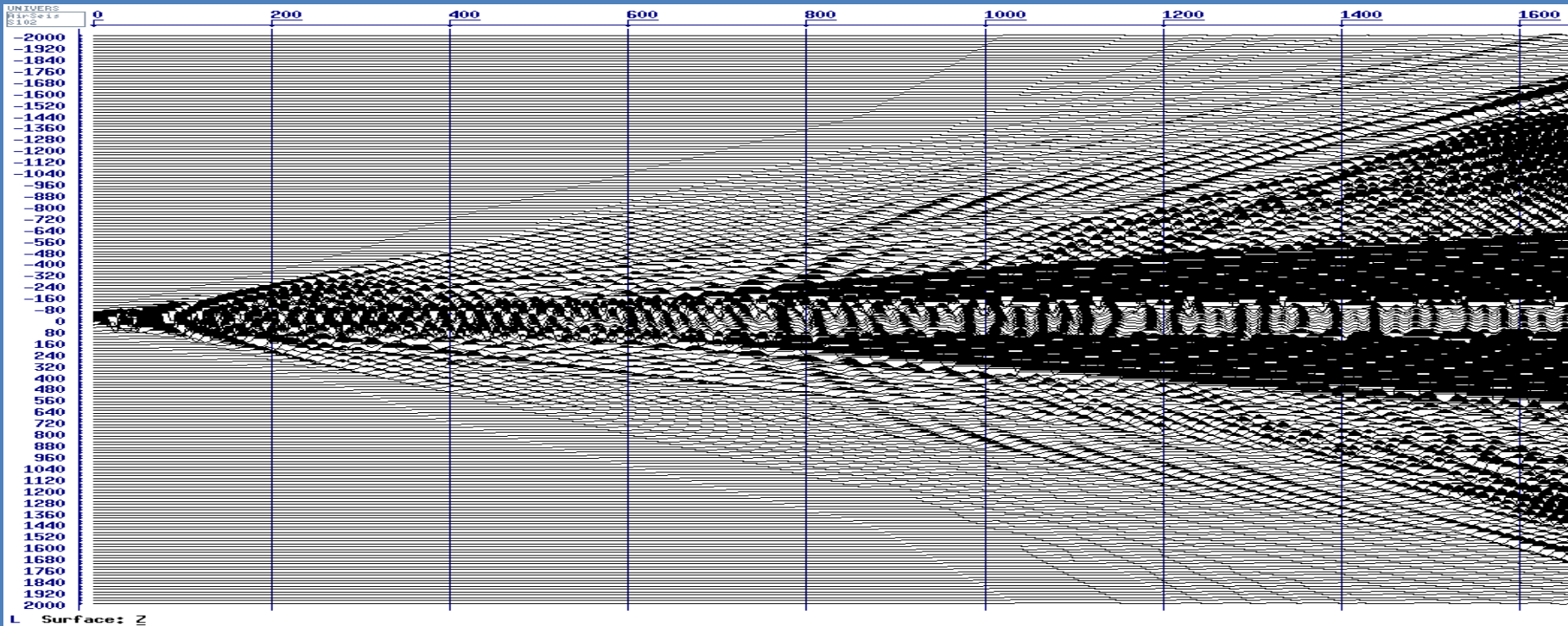


Рис.4. Волновое поле упругих волн на поверхности. / Fig.4. Wavefield of elastic waves on the surface

Рис.4. иллюстрирует возможность получения обычной сейсмограммы от сконцентрированного поверхностного источника.

This concentrated pulse provides seismogram similar to that from traditional surface source.

5.5 Синтетическое группирование / Synthetic mixing

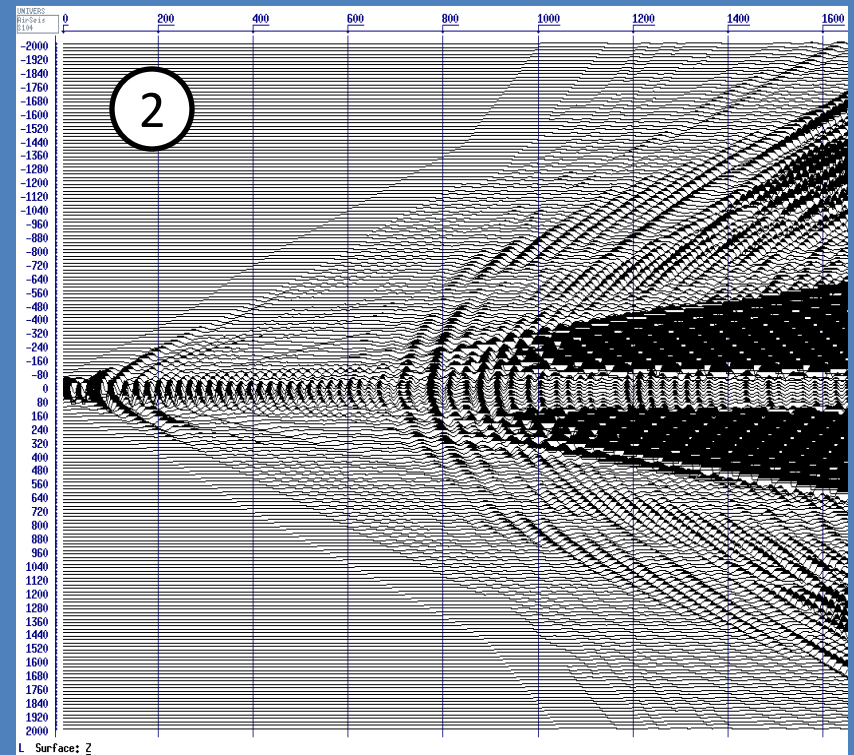
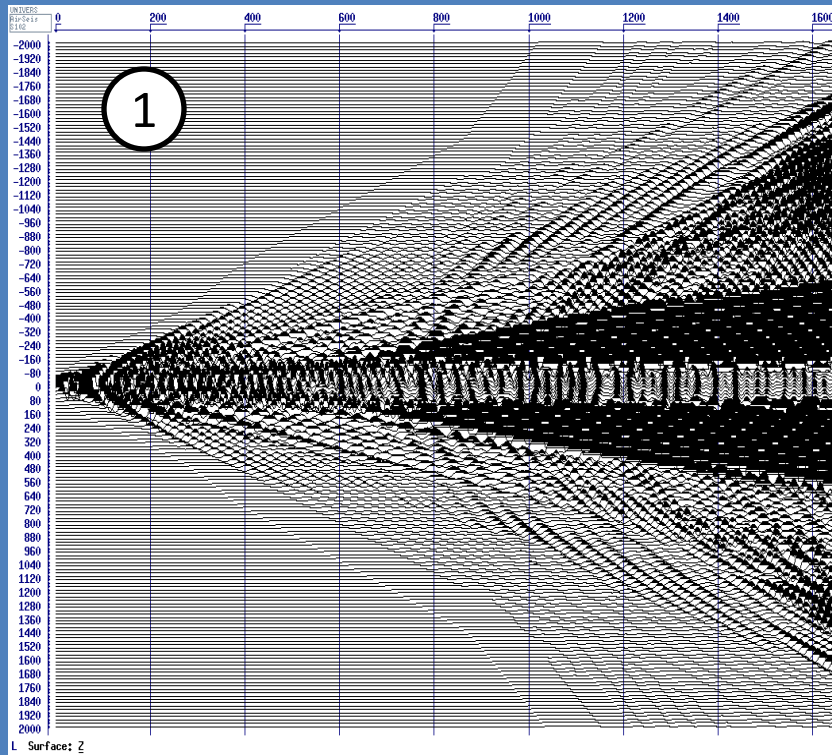


Рис.5. Исходное волновое поле (1) и результат группирования (2). / Fig.5. Source wavefield (1) and result of mixing.

Возможности корректного пространственного группирования приведены на рис. 5.

Possibilities of correct spatial mixing are shown on fig.5.

6. Выводы / Conclusions

Представлен новый способ Фокусированной Сейсморазведки (ФВС), Воздушной новизна и техническая осуществимость которого подтверждена патентом РФ и экспертизой РСТ.

На модельных экспериментах показана возможность фокусировки, достаточной для целей сейсморазведки, а также новая возможность пространственного группирования.

Использование предложенной технологии может обеспечить кратное сокращение затрат на сейсморазведку при резком сокращении экологического ущерба.

New Focused Airborne Seismic Prospecting (FASP) is presented and confirmed by RF patent and PCT expertise.

Modeling showed that focusing is adequate to provide concentrated shot on the surface and additional feature of space mixturing is available.

Proposed technology provides multiple shortage of expenses plus better ecological safety.

Литература / References

Патент РФ: Способ сейсморазведки, RU 2517010 C1 с приоритетом от 13.01.2013

Patent RF: Seismic prospecting, RU 2517010 C1 with a priority of 13.01.2013