

# Новые возможности воздушной сейсморазведки по сравнению с традиционной.

Ю.А.Степченков, А.А. Табаков, В.Н.Ференци, Л.В. Калван.

Geovers Ltd.

# New opportunities of air seismic exploration in comparison with the traditional.

Y.A.Stepchenkov, A.A.Tabakov, V.N. Ferentzi, L.V.Kalvan.

# 1. Введение / Introduction

- Возбуждение сейсмических колебаний является наиболее затратной частью сейсморазведки.
- Предложен новый запатентованный метод формирования на поверхности твердой среды локализованного импульса давления путем накопления акустических импульсов от многих, находящихся на значительных удалениях, воздействий в воздухе или в воде.
- Данные для каждого сейсмоприемника на поверхности твердого тела суммируются с опережениями, определенными в точке фокусировки, с образованием фиктивных сейсмограмм с возбуждением в точке фокусировки.
- Generation of seismic energy is one of the most expensive part of seismic prospecting.
- The new patented method of concentrated pulse of pressure generation on the surface is proposed. The pulse is concentrated by means of acoustic impulses accumulation from many excitations located on considerable distances in air and water.
- Records for each geophone on the surface of solid semispace are stacked to provide fictitious seismogram with shots in the points of focusing.

# 1. Введение / Introduction

- Произвольность выбора точек фокусировки на поверхности твердого полупространства дает возможность формирования эффективных пространственных систем наблюдения, полностью покрывающих исследуемую область, без сгущения.
- Предлагаемая технология должна дать значительное сокращение затрат, времени и экологические преимущества.
- На модели показана возможность фокусировки энергии на малом участке поверхности, а также представлен пример корректного пространственного группирования.
- Randomness of a choice of focusing points on semi-infinite solid gives the chance of effective spatial observation systems construction which are completely covering the investigated area without condensation.
- Proposed technology promises high shortening of expenses and ecological advantages.
- It is shown on the model , that energy can be focused on tiny area on the surface and additional feature of space mixturing is available.

## 2. Геометрия наблюдений / Acquisition geometry

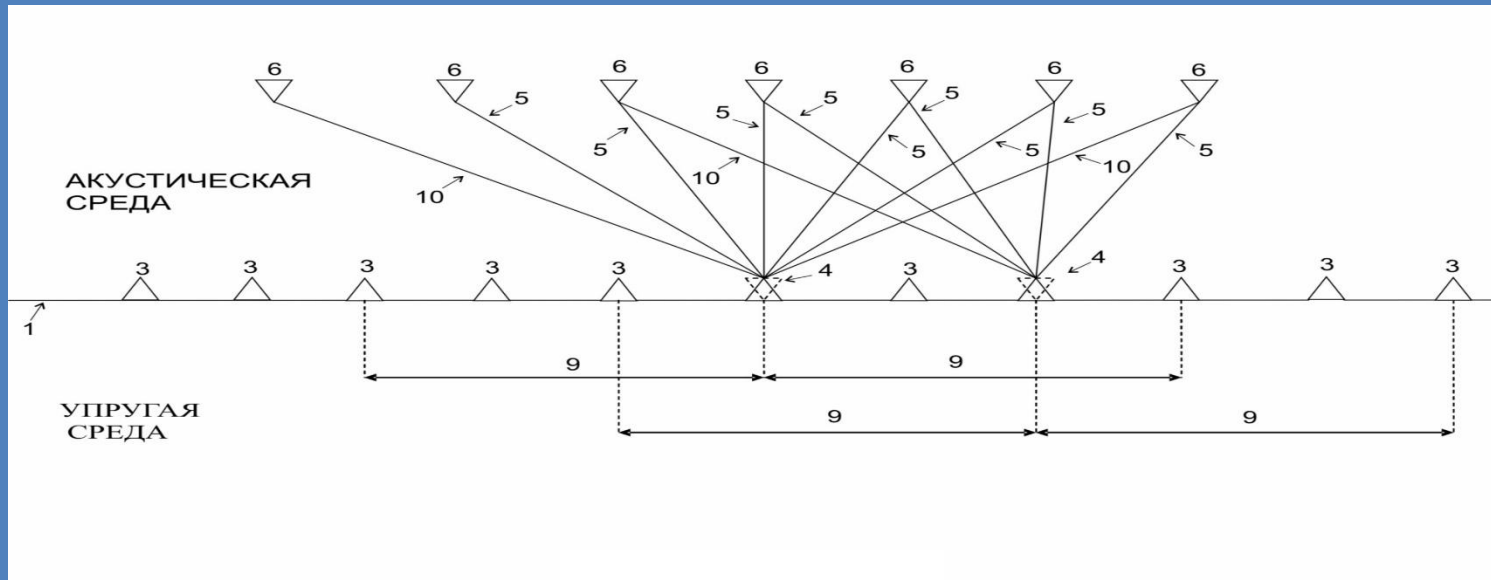


Рис.1. Геометрия системы наблюдения. / Fig.1. Observation system geometry

Для проведения сейсморазведки сейсмоприемники располагаются на всей или части исследуемой площади. В каждой точке приема ведется либо непрерывная регистрация с фиксацией 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 (**3**) 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:

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

где  $\omega$  - 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».

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

where  $\omega$  - 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

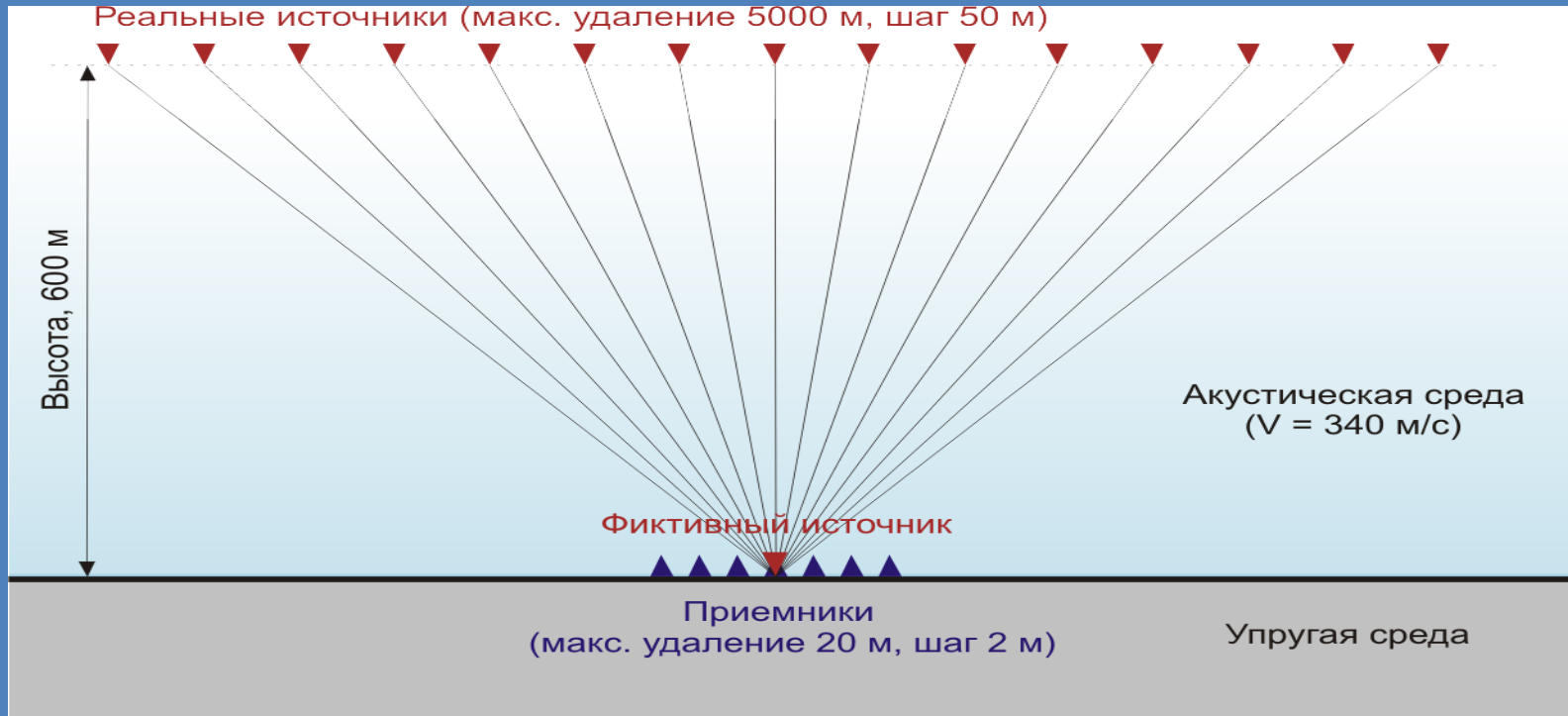


Рис.2. Геометрия модельного эксперимента. / Fig.2. Modeling geometry

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

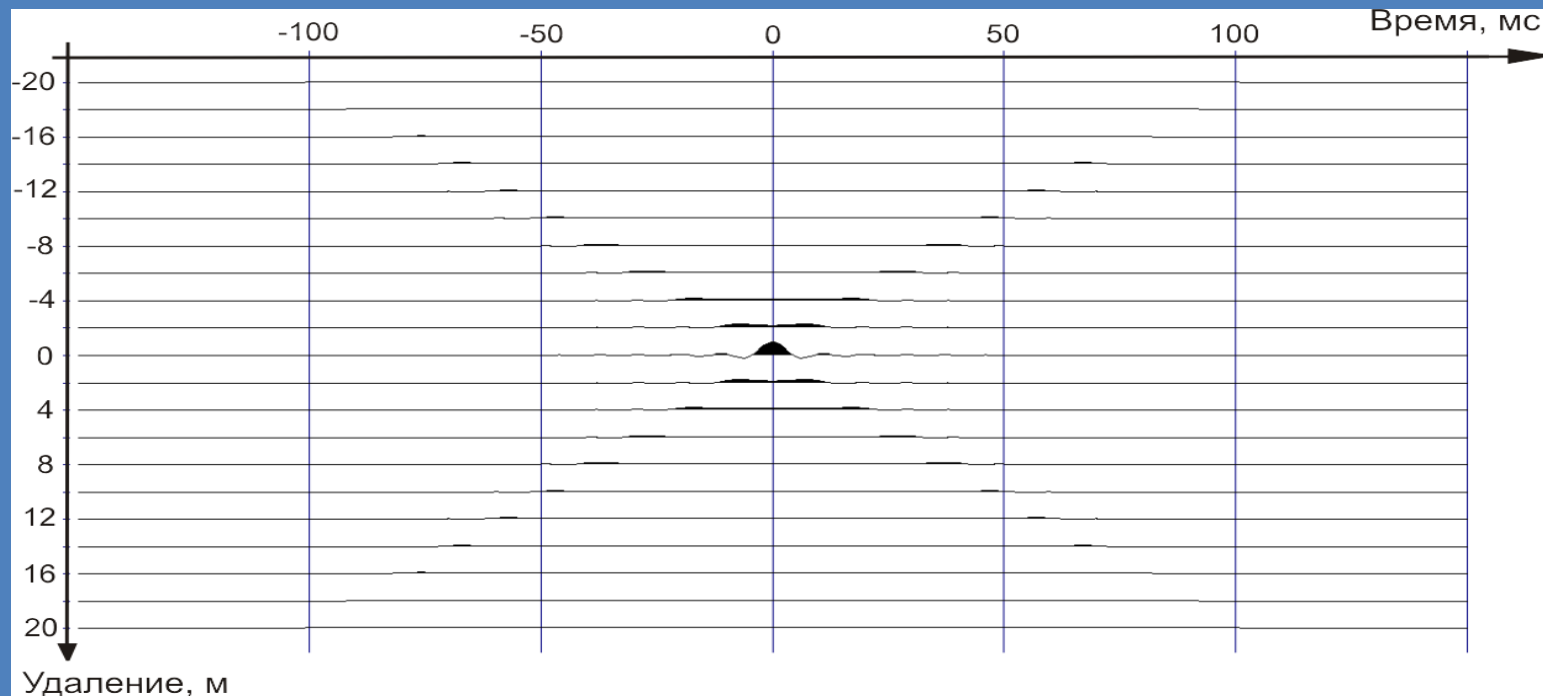


Рис.3. Результат накопления акустических сигналов на поверхности. / Fig.3. Result of acoustic signals stacking on the surface

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 /  
Maximum level of sound pressure calculation

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

Преимуществами ФВС является / FAS advantages:

1. Возможность площадного группирования, которое является экономически затратным в случае использования стандартных источников возбуждения.
1. Areal grouping possibility which is economically expensive in case of use of standard sources .
2. Возможность регистрации истинной формы сигнала с установкой датчика давления.
2. True signal form registration with the use of pressure sensor.

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

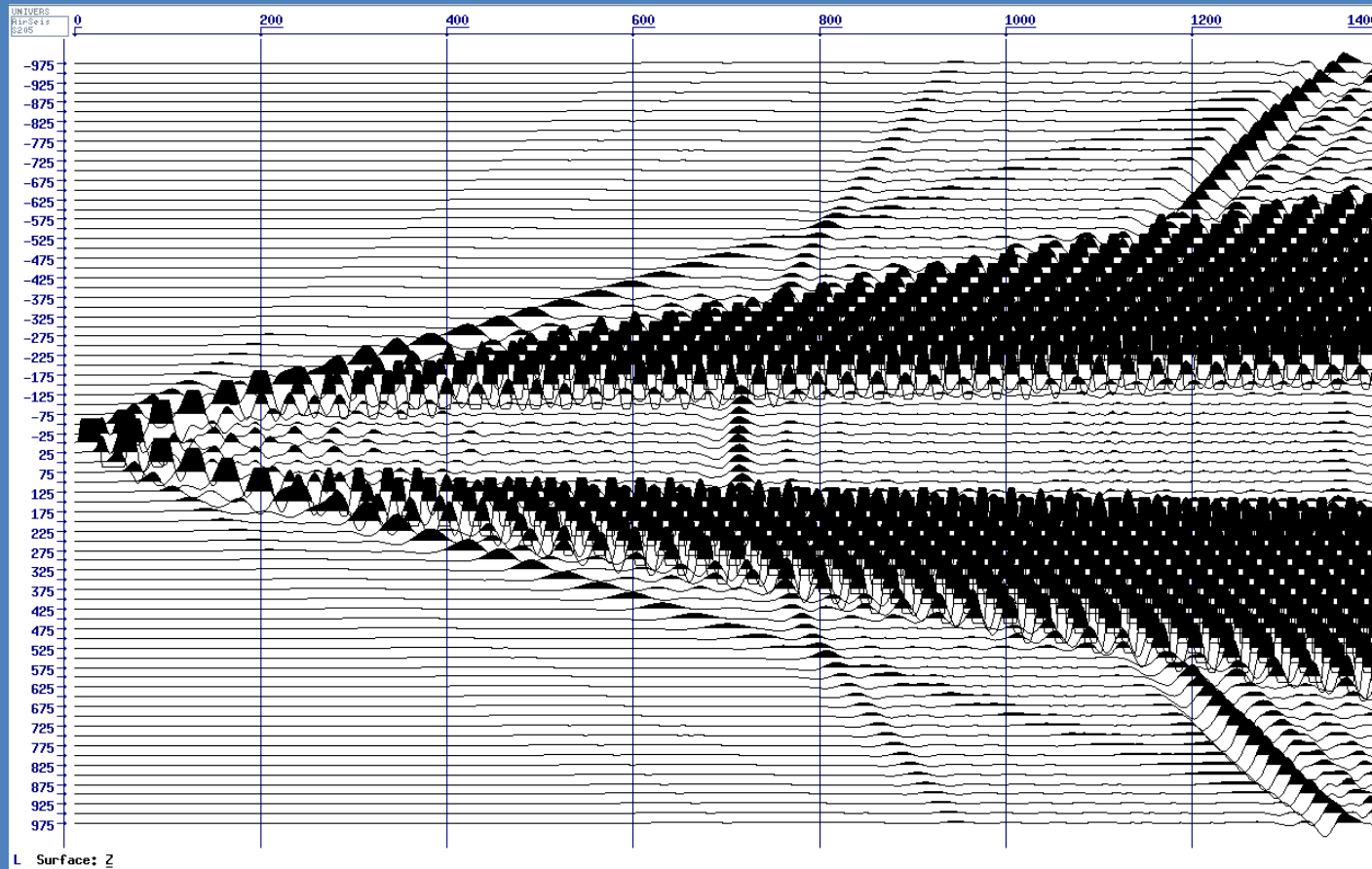


Рис.4. Поле упругих волн на поверхности. / Fig.4. Elastic waves on the surface

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

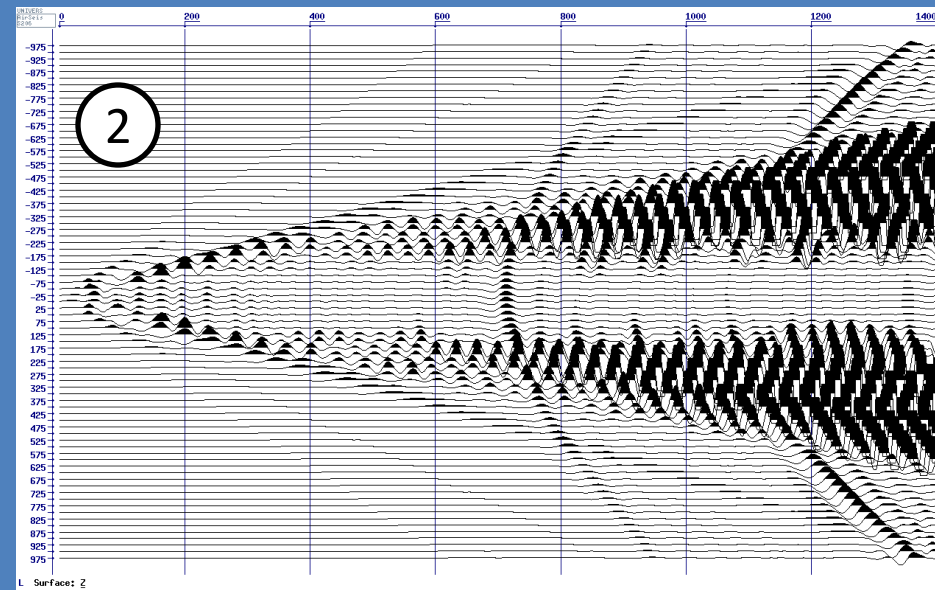
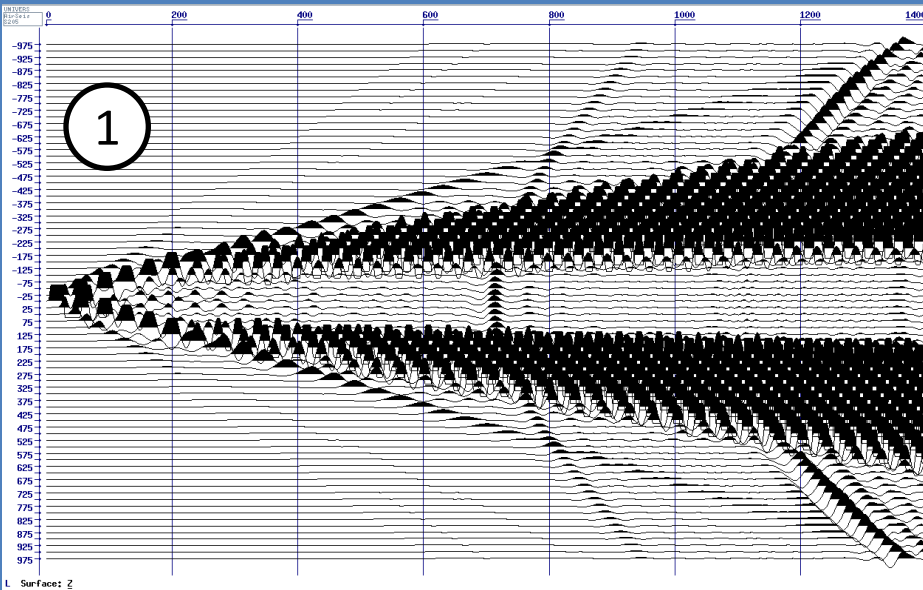


Рис.5. Исходное волновое поле (1) и результат группирования (2). / Fig.5. Source wavefield (1) and result of mixing.

## 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