

## **01      КОНЕЧНО-РАЗНОСТНАЯ МИГРАЦИЯ В ТЕХНОЛОГИИ СЕЙМОРАЗВЕДКИ ВЫСОКОЙ ЧЕТКОСТИ**

Д.Г. Туйков\*, А.В. Баев\*\*, А.А. Табаков\*, В.Л. Елисеев\*, А.А. Мухин\*\*\*,  
Д.А. Мухин\*\*\*, А.С. Колосов\*\*\*  
(\* ООО «ГЕОВЕРС», Москва, \*\* МГУ, г. Москва,  
\*\*\* ООО «УНИС», Санкт-Петербург)

### **FINITE-DIFFERENCE MIGRATION IN HIGH DEFINITION SEISMIC TECHNOLOGY**

D.G. Touikov\*, A.V. Baev\*\*, A.A. Tabakov\*, V.L. Eliseev\* A.A. Muhin\*\*\*,  
D.A. Muhin\*\*\*, A.S. Kolosov\*\*\*,  
(\* *GEOVERS Ltd., Moscow*, \*\* *Moscow State University*,  
\*\*\* *UNIS Ltd., Saint-Petersburg*)

**Аннотация.** Процесс миграции сейсмических данных состоит из двух различных шагов – продолжение поля во внутренние точки среды и получение изображения в каждой точке среды. В результате векторной миграции в вертикальных сечениях образуются искусственные профили ВСП, по которым выполняется селекция, деконволюция и лучевая миграция. При акустической миграции восходящих продольных и поперечных волн во внутренних точках среды образуются на вертикали восходящие волны, которые преобразуются в изображение путем лучевой миграции. В работе представлены результаты трехмерной конечно-разностной миграции модельных данных по описанным выше схемам.

**Abstract.** Migration of seismic data may be presented as two different steps – continuation of wavefield inside the medium and imaging in each point of medium. As a result of vector migration of full wavefield one can see artificial VSP profiles in vertical sections. Usual wave separation, deconvolution and ray migration provide imaging. For migration of upgoing waves, acoustic finite-difference method may be used and ray migration without previous wave separation provides imaging.

#### **Введение**

Миграция сейсмических волновых полей – один из эффективных методов, применяемых в настоящее время при обработке и интерпретации данных сейморазведки. Сейчас процедура миграции – обязательный этап

в графе обработки данных как наземной сейсморазведки, так и вертикального сейсмического профилирования (ВСП), и различные ее модификации включены во все современные специализированные пакеты обработки.

Основной задачей миграции является перенесение и фокусирование сейсмической энергии, рассеянной на неоднородностях среды и зарегистрированной на земной поверхности или в скважине, в реальные местоположения рассеивателей, к которым она относится. В результате такой процедуры формируется структурное изображение среды, которое в общем случае динамически должно отражать распределение упруго-плотностных параметров.

### **Модельный эксперимент**

В качестве способов миграции и дальнейшего получения изображения среды предложено два пути:

- продолжение полного векторного поля по упругой схеме с дальнейшей селекцией, деконволюцией и получением изображения среды
- продолжение полей отраженных волн UP или US со скоростями P или S волн по акустической схеме с дальнейшим получением изображения

Для точности результата миграции подготовлено синтетическое векторное поле ВСП на заданной вертикальной скважине, имеющей координаты  $X=100$  м,  $Y=100$  м. Сейсмоприемники расположены на глубине от 0 до 1000 метров с шагом 2 метра. Источник находится в точке с координатами  $X=300$  м,  $Y=300$  м,  $Z=10$  м.

Модель среды двухслойная, граница раздела сред находится на глубине 500 метров. Скорость продольных и поперечных волн в верхнем пласте 2000 м/с и 1000 м/с, в нижнем – 2500 м/с и 1250 м/с соответственно. Плотность в верхнем и нижнем пласте  $2$  г/м<sup>3</sup> и  $2,25$  г/м<sup>3</sup>.

Первый этап миграции - получение полей ВСП на сети из 8-ми фиктивных скважин. Фиктивные скважины расположены в плоскости исходной скважины и пункта взрыва. Расстояние между фиктивными скважинами 25 метров. В зависимости от предложенного способа миграции проводилось продолжение либо полного векторного поля по упругой конечно-разностной схеме с дальнейшей селекцией, деконволюцией и получением изображения, либо селекция полей отраженных волн и их продолжение по акустической схеме.

Для получения продолженного поля ВСП на наборе фиктивных скважин каждый приемник становится источником колебаний, на который в обратном времени подается исходное модельное поле ВСП. При этом в

каждый момент времени идет запись колебаний в интересующих точках среды. В результате получаются поля ВСП, по которым в дальнейшем можно получить изображение.

Схема модельного эксперимента представлена на рисунке 1.

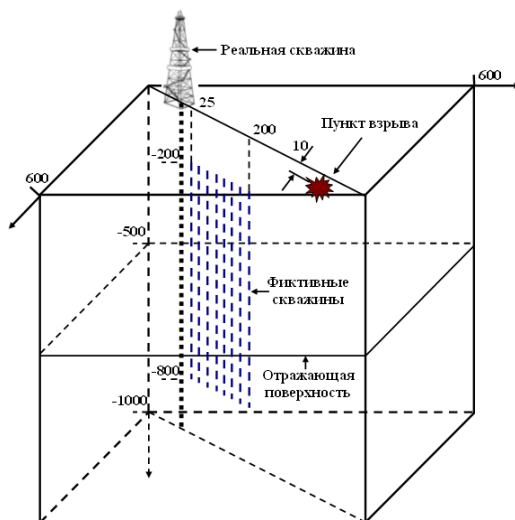


Рис. 1. Схема модельного эксперимента.

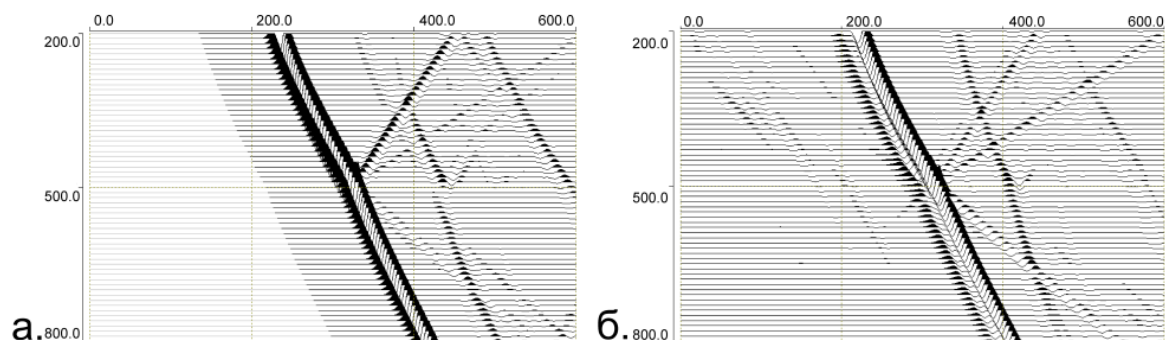
## 1. Векторная миграция

Этот способ миграции является наиболее полным, так как позволяет учесть все типы волн, которые могут возникнуть в ходе распространения в среде. В качестве исходного используется полноволное трехкомпонентное поле, которое переносится на сеть фиктивных скважин для дальнейшей селекции отраженных UP и US волн и построения изображения.

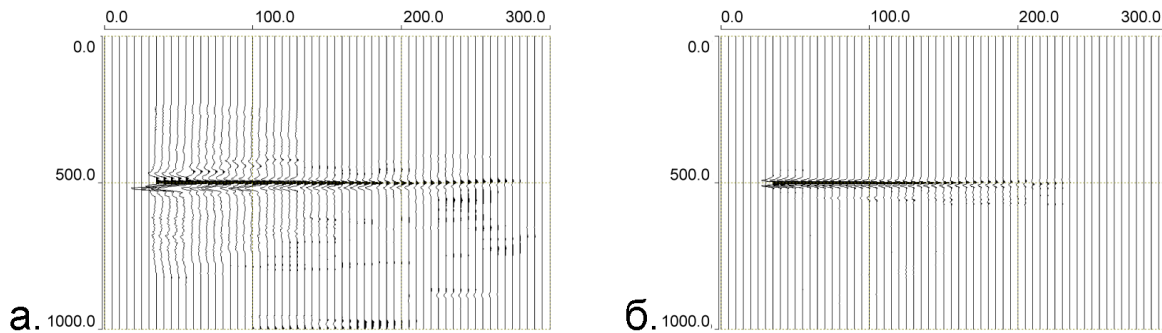
Однако стоит отметить, что ресурсоемкость и время расчета при такой схеме получения изображения среды крайне высоки.

Z-компонента исходного и продолженного на 25 метров полей изображены на рисунке 2.

Полученные изображения среды после селекции полей отраженных UP и US волн представлены на рисунке 3.



*Рис. 2. а. Исходное синтетическое сейсмическое поле для изотропной двухслойной среды. Скорости продольных и поперечных волн в верхнем пласте 2000 м/с и 1000 м/с, в нижнем 2500 м/с и 1250 м/с.  
б. Продолженное на 25 метров сейсмическое поле ВСП по упругой схеме.*



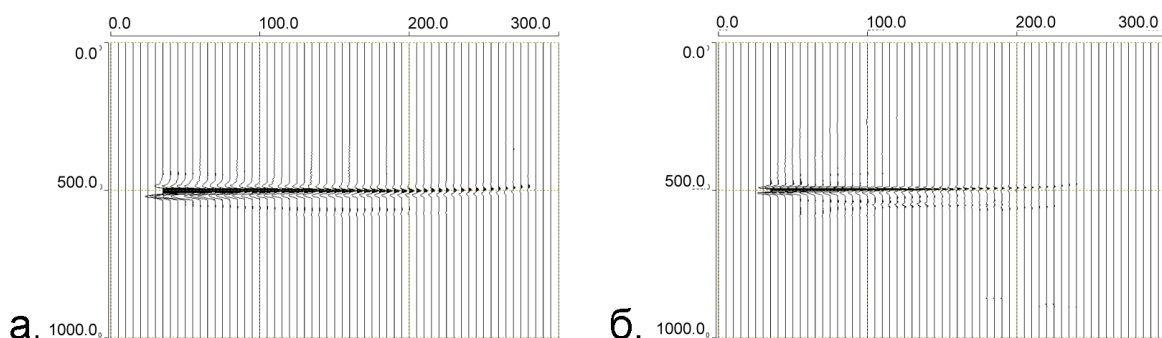
*Рис. 3. Изображение среды, полученное с помощью продолженного по упругой схеме поля ВСП. (а. Инверсия поля UP волн.  
б. Инверсия поля US волн.)*

## 2. Акустическая миграция

Для миграции только восходящих волн используется акустическая схема. При этом граф связки «миграция-получение изображения» изменяется. На вход подается уже однокомпонентное поле, являющееся следящей компонентой поля отраженных UP или US волн, которое продолжается внутрь среды на сетку фиктивных скважин, и уже в дальнейшем строится изображение.

К преимуществам этого метода можно отнести значительное сокращение затрачиваемых системных ресурсов и времени счета. Однако акустическая схема не может учитывать реального распространения волн в толще земной поверхности.

Полученные изображения среды после продолжения полей отраженных волн по акустической схеме представлены на рисунке 4.



*Рис. 4. Изображение среды, полученное с помощью продолженного по акустической схеме поля ВСП. (а. Инверсия поля UP волн.*

*б. Инверсия поля US волн.)*

**Выводы**

- Реализованы алгоритмы конечно-разностной миграции сейсмических волновых полей по упругой и акустической схеме.
- Предложенные пути миграции позволяют получить правильное изображение среды.
- Акустическая схема конечно-разностной миграции позволяет существенно сократить расчетное время.

**Список литературы.**

1. Ivo Oprsal and Jiri Zahradnik, Elastic finite-difference method for irregular grids: Geophysics, vol. 64, p. 240-250.
2. А.В. Баев, А.А. Табаков, И.Е. Солтан. Об инверсии и миграции данных ВСП. М.: Изд-во «РАО ЕЭС России». В сб.: «Гальперинские чтения-2001». 2001. С. 26.
3. Weng-Fong Chang and George A. McMechan, Elastic reverse-time migration: Geophysics, vol. 52, p. 1365-1375.

**Список рисунков.**

1. Схема модельного эксперимента.
2. а. Исходное синтетическое сейсмическое поле для изотропной двухслойной среды. Скорости продольных и поперечных волн в верхнем пласте 2000 м/с и 1000 м/с, в нижнем 2500 м/с и 1250 м/с.  
б. Продолженное на 25 метров сейсмическое поле ВСП по упругой схеме.
3. Изображение среды, полученное с помощью продолженного по упругой схеме поля ВСП. (а. Инверсия поля UP волн. б. Инверсия поля US волн.).
4. Изображение среды, полученное с помощью продолженного по акустической схеме поля ВСП. (а. Инверсия поля UP волн. б. Инверсия поля US волн.).