

ПРИМЕНЕНИЕ ЛУЧЕВОГО МЕТОДА В ЗАДАЧЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ ВОЛНОВЫХ ПОЛЕЙ И РЕКОНСТРУКЦИИ МОДЕЛИ ПО ДАННЫМ ВСП.

* А. В. Решетников, В. В. Решетников, И. Е. Солтан, А. А. Табаков
ООО «Геоверс», 117418 Москва, ул. Новочеремушкинская, 69Б

Dynamic decomposition of seismic wavefields and media model reconstruction with raytracing method by VSP data.

* A. V. Reshetnikov, V. V. Reshetnikov, I. E. Soltan, A. A. Tabakov
Geovers ltd., 69B Novocheryomushkinskaya Str., Moscow 117418, Russia

Summary

New method of VSP seismic data processing and interpretation is proposed. The method is applicable to inhomogeneous media models with partially-smooth interfaces. Accuracy of results is checked by comparison of ray-tracing and finite-difference methods.

Аннотация

В предлагаемом докладе представляется новая методика обработки и интерпретации данных сейсморазведки ВСП для моделей неоднородных сред с кусочно-гладкими границами. Проводится сопоставление годографов и амплитуд прямой волны, рассчитанных лучевым методом и снятых с поля, вычисленного методом конечных разностей.

Введение

Как правило, процессы обработки и интерпретации данных сейсморазведки разделены во времени и выполняются различными пакетами программ. При этом доступная информация используется далеко не в полном объеме, что связано, главным образом, с использованием упрощенных подходов при обработке сейсмических полей.

В настоящее время наибольшее распространение при решении задач построения изображений геологического разреза получили методы, основанные на лучевых и различных миграционных преобразованиях, но каждый из таких методов в отдельности обладает рядом серьезных недостатков. При этом для построения изображений используется, как правило, не волновое поле в целом, а выделенная из всего поля информация определенного рода, например, поля продольных отраженных волн.

Кроме того во многих случаях используются сильно упрощенные модели среды (такие как плоские границы разделов, отсутствие градиентов скоростей и т.д.), что приводит к большим погрешностям при интерпретации.

В предлагаемом докладе представляется начальный этап новой методики обработки и интерпретации данных сейсморазведки ВСП в сложно-построенных средах, состоящих из связанной системы произвольно-неоднородных тел с кусочно-гладкими границами.

Регулярные волны различных типов и кратностей последовательно вычитаются из исходного поля и проектируются на изображение с использованием опорной модели. Причем для вычитания используются годографы и амплитуды, рассчитанные по начальной модели среды в рамках лучевого метода.

Полученное изображение можно использовать для уточнения начальной модели, что может служить основой для следующей итерации на пути подбора модели адекватной волновому полю.

В дальнейшем метод этот будем называть методом динамической декомпозиции и реконструкции (ДДР).

Формулировка задач

Для реализации метода ДДР необходимо решить следующие задачи:

1. Построение модели среды, удовлетворяющей условиям лучевого метода.
2. Расчет кинематических и динамических характеристик волн в средах с изменяющимися градиентами скоростей.
3. Оценка формы волны.
4. Проектирование волны на разрез.
5. Уточнение модели среды.

В методе модель среды реализуется в наиболее общем виде, представляющем собой систему связанных тел с границами, описываемыми кусочными параметрическими сплайнами со сглаживанием. Критерием сглаживания границ тел является ограничение на максимальную кривизну. Каждое из тел предполагается произвольно неоднородным.

Для расчета кинематических и динамических характеристик волн различных типов разработаны технологичные вычислительные методы, основанные на использовании локально точных решений дифференциальных уравнений лучевого метода.

Поскольку реальные среды обладают тонкой слоистостью, форма рассеянных волн всегда не совпадает с формой импульса возбуждения. Поэтому форма волны, отраженной от соответствующей границы опорной модели, должна определяться из реальных записей.

Для последующего уточнения модели, форма волны должна быть изображена в глубинном масштабе в точке рассеяния. Уточнение модели может быть выполнено путем смещения границ в положение, соответствующее осям синфазности на изображении.

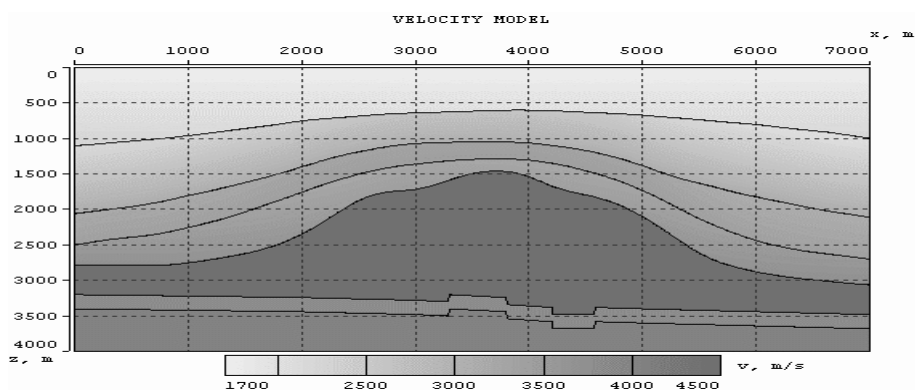


Рис. 1 Модель среды использованная для дальнейших расчетов.

Сопоставление параметров волн, рассчитанных лучевым и конечно-разностным методами

Кинематические параметры волн рассчитанные лучевым методом и выделенные из поля, рассчитанного конечно-разностным методом, хорошо согласуются друг с другом. В то время как динамические характеристики хорошо совпадают только в отдельных интервалах глубин.

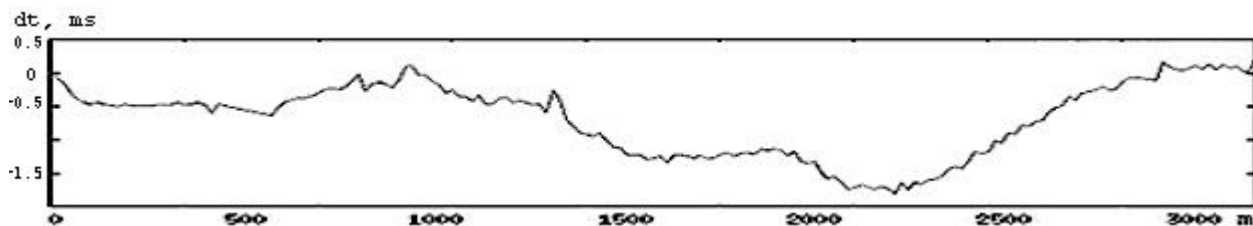


Рис. 2 График разности времен географов рассчитанных лучевым методом и снятых с поля построенного при помощи конечных разностей.

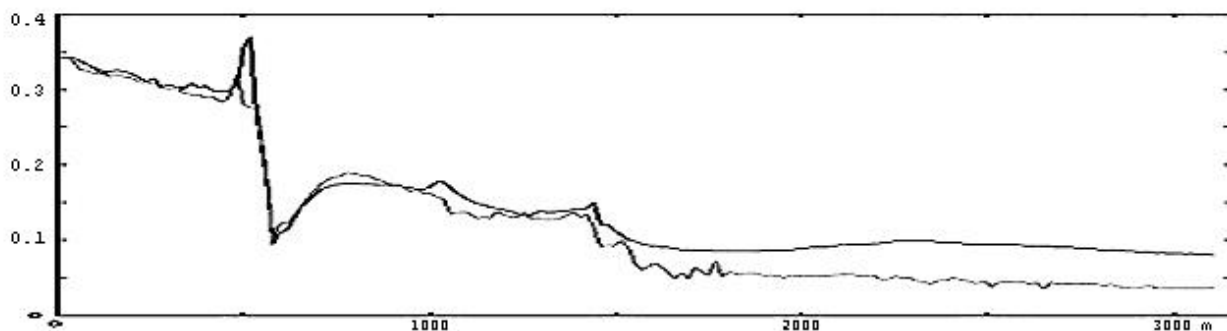


Рис.3. Графики амплитуд, рассчитанных лучевым методом и снятых с поля построенного при помощи конечных разностей.

Технология ДДР

Технология обработки данных ВСП по методике ДДР состоит из нескольких процедур:

1. Построение первого приближения модели среды в результате решения обратной кинематической задачи по годографам и поляризациям всех визуально коррелируемых волн.
2. Для каждой волны от каждой границы модели выполняется расчет модельной волны с временем, амплитудами и поляризацией.
3. Выполняется оценка формы волны вдоль расчетного годографа с использованием расчетного распределения амплитуд и поляризации.
4. Выделенная волна вычитается из исходного поля и проектируется в точки рассеяния на изображение с пересчетом на коэффициент отражения продольной волны по внешней нормали к границе. Волны разных типов от одной точки границы накапливаются с весами пропорциональными их амплитуде. Процесс повторяется для всех типов волн и всех границ, пока на волновом поле не останется регулярных волн. Обрабатываются не только однократные, но и кратные волны.

После получения изображения опорная модель может быть уточнена и процесс повторяется, пока изображение с необходимой точностью не будет соответствовать модели.

На рисунке 4 результат вычитания самой сильной прямой продольной волны по вычисленному годографу и с использованием расчетных амплитуд и поляризаций.

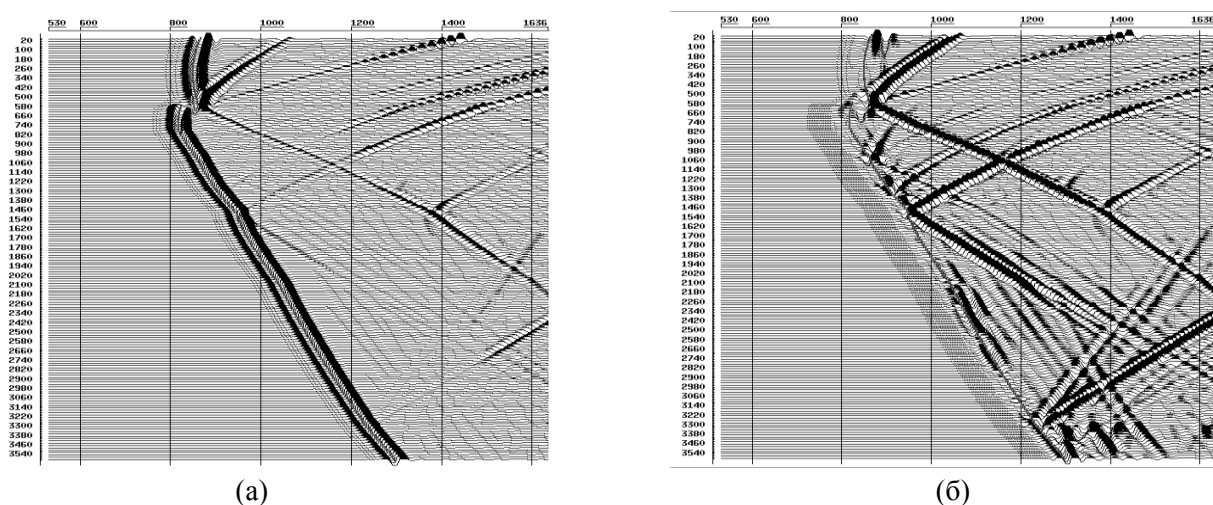


Рис 4. Поля, рассчитанные методом конечных разностей: а) полное поле, б) поле после вычитания прямой волны.

Выводы

- В рамках технологии ДДР разработаны эффективные методы описания произвольных двумерных сред и методы расчета лучей в средах с переменными градиентами скоростей.
- Правильность расчета лучей в описанных средах подтверждается хорошим совпадением с результатами конечно-разностного моделирования.
- Технология ДДР позволяет итеративно решать двумерную обратную задачу для векторных волновых полей, совмещая и усовершенствуя, как процессы обработки (векторная селекция волн), так и вопросы интерпретации - построение изображения среды.

Благодарности

Авторы выражают благодарность компании SEPTAR, предоставившей модель по которой выполнено сопоставление конечно-разностных и лучевых методов.

Литература

1. Г. И. Петрашень. Распространение волн в анизотропных упругих средах. Л., 1978г., 247с.
2. Г. И. Петрашень. Распространение сейсмических волновых полей в слоистых средах. Часть I. //Интерференционные волны в слоистых средах. 4. - СПб., 2001г., стр. 295.
3. Г. И. Петрашень. Распространение сейсмических волновых полей в слоистых средах. Часть II. //Интерференционные волны в слоистых средах. 5. - СПб., 2001г., стр. 11-142.
4. А. С. Алексеев, Б. Я. Гельчинский. О лучевом методе вычисления полей волн в случае неоднородных сред с криволинейными границами раздела. //Вопросы динамической теории распространения волн. Сборник III. – Л., 1959г., стр. 11-107.
5. А. С. Алексеев, Б. М. Бабич, Б. Я. Гельчинский. Лучевой метод вычисления интенсивности волновых фронтов. //Вопросы динамической теории распространения волн. Сборник V. – Л., 1961г., стр. 3-35.
6. Б. Я. Гельчинский. Формула для геометрического расхождения. //Вопросы динамической теории распространения волн. Сборник V. – Л., 1961г., стр. 47-53.
7. Н. Н. Матвеева, Л. Н. Антонова. Метод и программа расчета кинематики и динамики объемных волн в трехмерных неоднородно блоковых средах. //Программы для интерпретации сейсмических наблюдений. 2. - Л., 1977г., стр. 173-211.
8. А. А. Табаков, И. Е. Солтан, А. В. Решетников, В. В. Решетников. Динамическая декомпозиция волновых полей и реконструкция модели среды при обработке данных ВСП. //Тезисы научно-практической конференции «Гальперинские чтения-2002» - М., 2002г., стр. 12-13.
9. В. Н. Троян, Ю. М. Соколов. Методы аппроксимации геофизических данных на ЭВМ. – Л., 1989г. М. 300с.
10. V. Cerveny, I. A. Molotkov, I. Psencik. Ray method in seismology. – Praha, 1977, 214p.