

## ОЦЕНКА МОДЕЛИ СРЕДЫ ПО ПОЛНОМУ ВЕКТОРНОМУ ПОЛЮ ВСП

*Ю.А. Степченко\**, *А. А. Табаков\*\**, *А.В. Решетников\**  
(\*СПбГУ, г. Санкт-Петербург, \*\* ОАО «ЦГЭ», г. Москва)

## ESTIMATION OF THE VELOCITY MODEL FROM FULL VECTOR VSP WAVE FIELD

*Yu.A. Stephenkov\**, *A.A. Tabakov\*\**, *A.V. Reshetnikov\**  
(\*Saint-Petersburg State University, CGE, Moscow)

### **Аннотация**

В работе представлен метод оценки параметров скоростной модели сложнопостроенной среды с использованием годографов ВСП. Показаны новые возможности решения обратной кинематической задачи ВСП с использованием годографов различных типов волн (как прямой, так и однократных отраженных и обменных волн) с целью восстановления параметров слоистой модели с гладкими границами, описываемыми кубическими сплайнами. Параметрами модели являются скорости и вертикальные градиенты продольных и поперечных волн.

### **Abstract**

This work presents a method of complex velocity model estimation by VSP travel times. New opportunities of kinematic inversion procedure for reconstruction of model parameters with the use of VSP travel times of different types of waves (direct wave as well as monotype and converted primaries) are developed. Smooth interfaces are described by cubic splines. Parameters of the model are velocities and vertical gradients of P and S waves.

Определение сейсмических скоростей и геометрии отражающих границ в околоскважинном пространстве является одной из основных задач, решаемых методом ВСП, так как точность используемой при дальнейшей обработке скоростной модели среды является основой для получения качественных и надежных результатов. Определение кинематических характеристик среды по данным ВСП обычно включает в себя построение начального приближения скоростной модели и

последующий итеративный процесс оптимизационной инверсии годографов [1]. В результате подбираются такие параметры модели, которые обеспечивают наилучшее совпадение между наблюдаемым и модельным годографами. Задача уточнения строения сейсмических границ путем инверсии годографов ВСП успешно решается для однородно-слоистой изотропной модели среды с границами раздела, аппроксимируемыми полиномами [2].

В представленной работе рассматривается решение обратной кинематической задачи с целью восстановления геометрии отражающих границ, а также вертикальных градиентов и скоростей распространения продольных и поперечных волн. Геометрия отражающих границ строится в виде гладких кубических сплайнов. В процессе подбора параметров используются данные начальной разбивки среды, годографов ВСП и поляризации прямой и однократных падающих и восходящих волн.

Для случая сред с криволинейными границами раздела и переменными скоростями распространения сейсмических волн, задача определения параметров разбивается на несколько основных этапов. На первом этапе, при известной разбивке пластов по годографу прямой волны и векторам поляризации с некоторой точностью восстанавливаются скорости продольных волн в каждом пласте. Разбивочные границы при этом считаются прямыми. Таким образом, получается нулевое приближение сложнопостроенной среды, представленное в виде горизонтальнослоистой модели. Следующим этапом является уточнение геометрии разбивочных границ с точностью до полиномов невысокой (меньше четвертой) степени, а также уточнение скоростей распространения и вертикальных градиентов продольных и поперечных волн внутри пластов среды. Уточнение проводится с использованием годографов прямой и всех присутствующих однократных волн при помощи оптимизационной минимизации среднеквадратичных невязок времён исходных и модельных годографов. На заключительном этапе построения модели среды, по годографам всех присутствующих волн, геометрия разбивочных границ уточняется в виде кубических сплайнов со сглаживанием путём постепенного добавления узловых точек и подбора их оптимального положения. После изменения геометрии отражающих границ проводится доуточнение параметров внутри каждого пласта среды. Подбор параметров и геометрии отражающих границ проводится при помощи модифицированного алгоритма многомерной оптимизации Хука-Дживса [3]. Модельные годографы вычисляются при помощи лучевого метода с использованием алгоритмов слежения лучей в сложнопостроенных средах [4].

На рис. 1 показана точная скоростная модель среды. На рис. 2-3 представлены результаты подбора скоростной модели по годографам прямой и однократных обменных и отражённых волн ВСП при известной

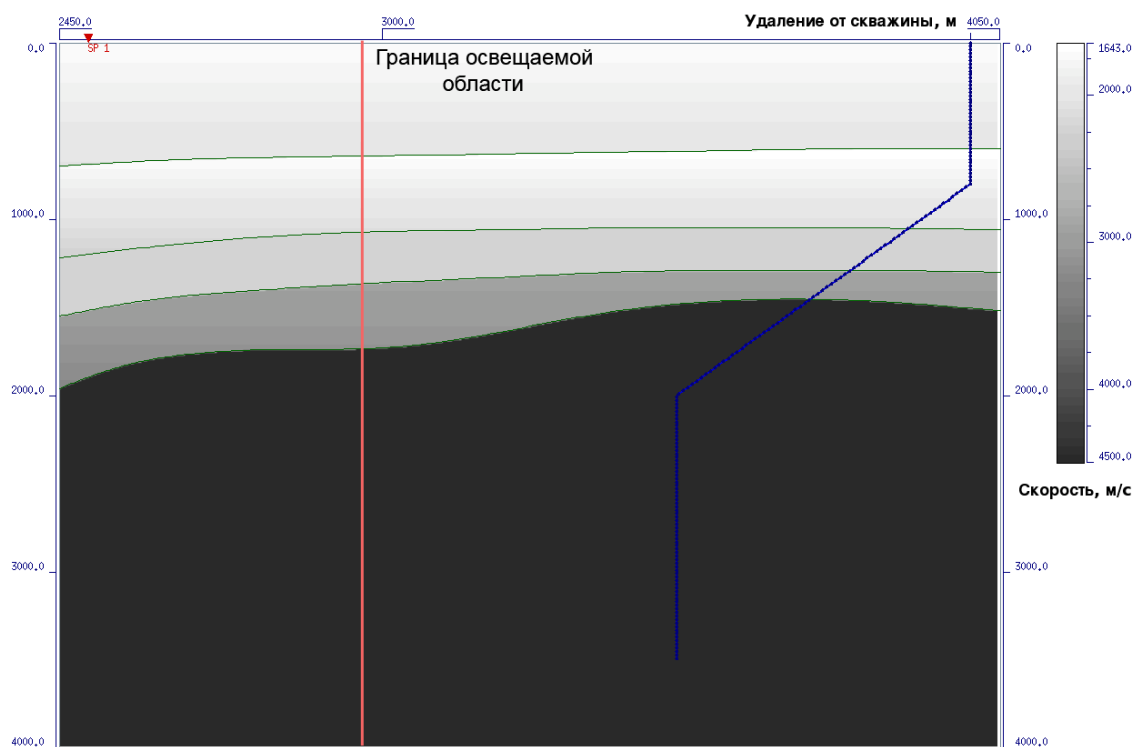
начальной разбивке пластов. Далее, на рис. 4 приводятся значения общей среднеквадратичной невязки по годографам всех использовавшихся волн. Значения невязки взяты для модели начального приближения и моделей с границами раздела в виде полиномов и сплайнов.

Таким образом, в результате проделанных вычислений получена непротиворечивая скоростная модель среды, которая вполне соответствует ожидаемому результату.

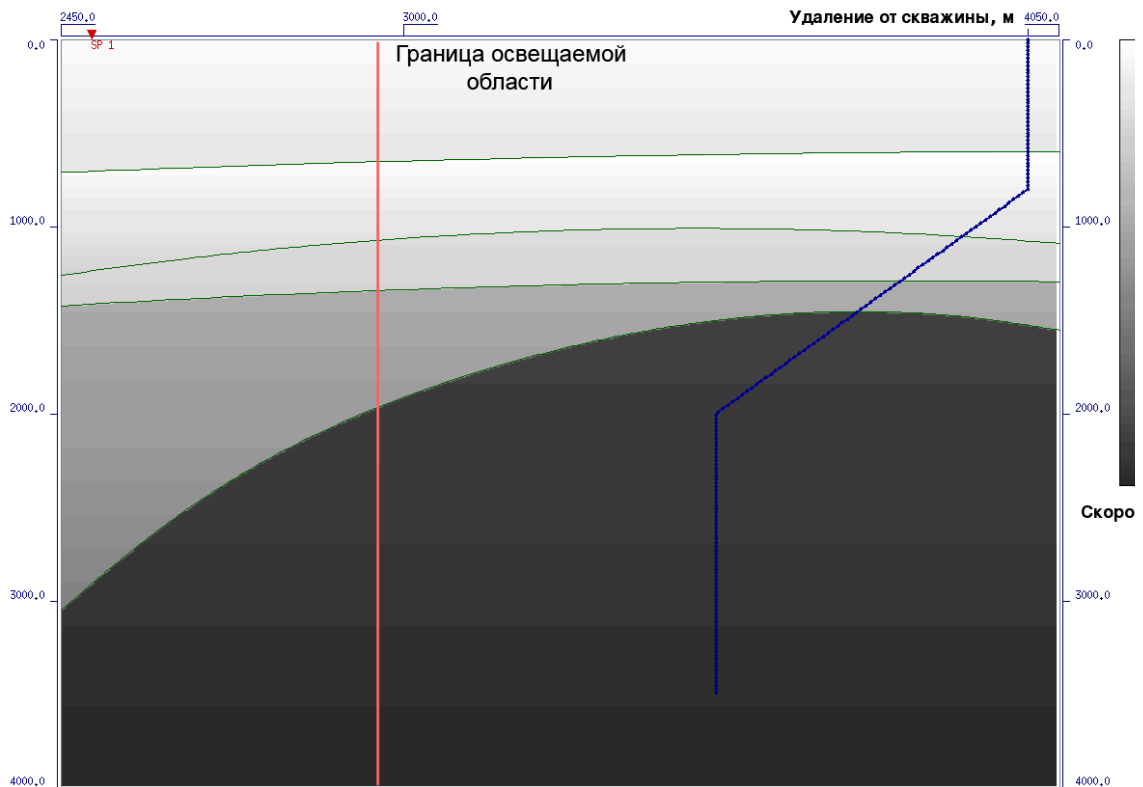
### Список литературы

1. Г.А. Рыжиков, В.Н. Троян. Томография и обратные задачи дистанционного зондирования. СПб. 1994.
2. И. В. Савин, Г. А. Шехтман. Обратная кинематическая задача ВСП для сред с неплоскими границами раздела. 1994.
3. В.П. Гергель, В.А. Гришагин, С.Ю. Городецкий. Современные методы принятия оптимальных решений. Нижний Новгород. 2001.
4. А.А. Табаков, И.Е. Солтан, А.В. Решетников, В.В. Решетников. Динамическая декомпозиция волновых полей и реконструкция модели среды при обработке данных ВСП. Материалы научно-практической конференции «Гальперинские чтения-2002». 2002. С. 12-13.

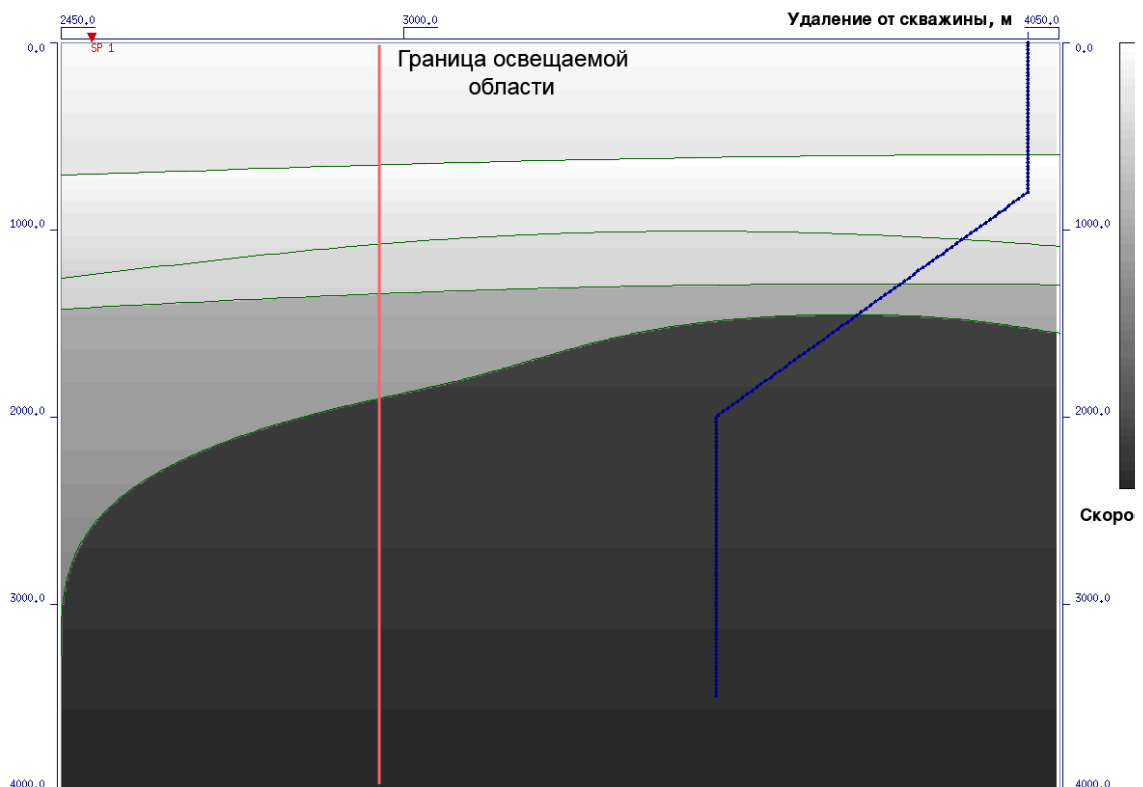
### Список рисунков



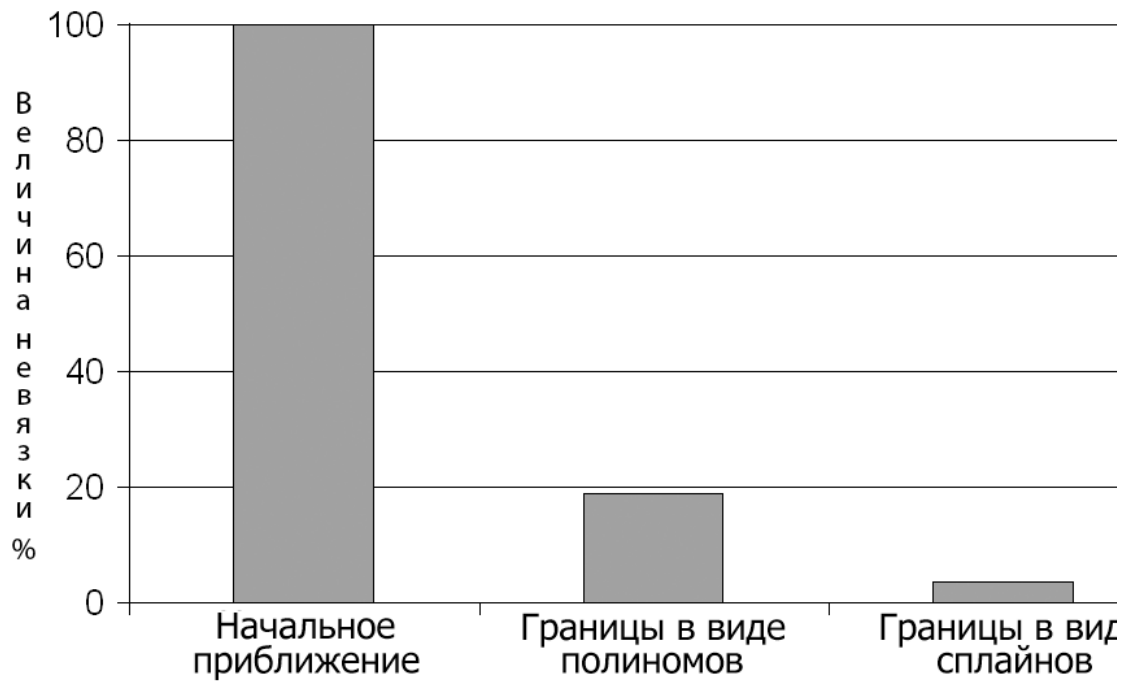
1. Точная скоростная модель среды.



2. Результат уточнения скоростной модели среды с границами раздела пластов в виде полиномов.



3. Результат уточнения скоростной модели среды с границами раздела пластов в виде сплайнов.



4. Значения общей среднеквадратичной невязки по всем присутствующим годографам ВСП, выраженные в процентах.