

**АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ОТРАЖЕННЫХ ВОЛН НА  
СЕЙСМОГРАММАХ ОПВ НА ПОВЕРХНОСТИ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТОБЕСПЕЧЕНИЯ ВСП.**

Ю.А. Степченков\*, А.А. Табаков\*\*, И.А. Гирман\*,  
А.А. Мухин\*, А.С. Колосов\*, Д.А. Мухин.\*

\*ООО «УНИС», Санкт-Петербург, \*\*ООО «ГЕОВЕРС», Москва.

**AUTOMATIC SELECTION OF REFLECTED WAVES ON SYNTHETIC  
AND REAL CSP SURFACE SEISMIC DATA  
USING VSP SOFTWARE.**

U.A. Stephenkov\*, A.A. Tabakov\*\*, I.A. Girman\*,  
A.A. Mukhin\*, A.S. Kolosov\*, D.A. Mukhin.\*

\*UNIS Ltd., Saint Petersburg, \*\*GEOVERS Ltd., Moscow.

**Аннотация.** При интеграции сейсморазведки на поверхности и ВСП объединяются и возможности матобеспечения. Представлен метод автоматического итеративного выделения отраженных волн на сейсмограммах ОПВ. Алгоритм выделения основан на определении модифицированных кинематических поправок для выведения отраженных волн на вертикаль и применении метода “Поликор” для оценки формы и вычитания отражений. Для проверки устойчивости метода были проведены численные эксперименты с использованием модельных и реальных данных.

**Abstract.** Integration of seismic prospecting and VSP is applicable to software as well. The paper presents a method of automatic iterative selection of reflected waves on common shot point (CSP) seismogram. The algorithm of selection is based on modified kinematic corrections definition for vertical wave transformation application of “Polycor” approach to detect and subtract reflections. This method was applied to model and real data.

Первым шагом при обработке сейсмических данных является выделение полезных волн на фоне регулярных и нерегулярных помех. Разветвленные алгоритмы реализации этой задачи требуют высокой квалификации исполнителей и значительных затрат времени.

В работе представлены методы решения задачи выделения отраженных волн и взаимосвязанный набор процедур, автоматически приводящий к получению конечного результата. Реализованный метод копирует методы, разработанные в матобеспечении ВСП [1].

Автоматическое выделение отражений для данных ОПВ проводится в несколько этапов. На первом этапе вдоль всей исходной сейсмограммы определяются кинематические параметры присутствующих отраженных волн. Известно, что годограф однократно отраженной волны на сейсмограмме ОПВ имеет гиперболический вид [2], и может быть представлен следующим образом:

$$t(L) = \sqrt{t_0^2 + (pL)^2} \pm 2t_0 pL \sin \varphi, \quad (1)$$

где  $L$  – удаление ПВ-ПП,  $t_0$  – двойное время пробега отраженной волны от поверхности к границе по нормали,  $p$  – параметр гиперболы отраженной волны,  $\varphi$  – угол наклона границы. Знак "+" или "-" в выражении определяется ориентацией отражающей границы. Используя (1), в некотором диапазоне  $p \in [p_1, p_n]$  с заданным шагом  $\Delta p$  строится набор теоретических годографов отраженных волн, в исходную сейсмограмму вводятся соответствующие кинематические поправки для вывода на вертикаль. Далее с заданным шагом по времени определяется вектор подобия трасс. При совпадении теоретического годографа с осью синфазности отраженной волны подобие сигнала достигает максимума. Области сейсмограммы с максимальным подобием содержат некоторую отраженную волну. Соответствующее время  $t_0$  и параметр гиперболы волны  $p$  запоминаются. Следует отметить, что выражение (1) является приближенным, справедливым только при постоянных скоростях и малых углах. Это приводит к тому, что при анализе реальных данных указанным способом, вычисленные кинематические поправки полностью не выводят волну на вертикаль. Для устранения подобных искажений, на следующем этапе годограф отраженной волны с введенными ранее поправками аппроксимируется полиномом заданной степени:

$$t(L) = t_0 + k_1 L + k_2 L^2 + \dots, \quad (2)$$

где  $k_1, k_2, \dots$  - неизвестные коэффициенты. Таким образом, для исходной сейсмограммы получается таблица кинематических параметров отраженных волн, содержащая  $t_0$  – время пробега по нормали,  $p$  – параметр теоретической гиперболы,  $k_1, k_2, \dots$  - коэффициенты полиномиальной аппроксимации, а также коэффициенты подобия выведенных на вертикаль трасс. На заключительном этапе, по найденным кинематическим параметрам волны выводятся на вертикаль, выделяются и накапливаются в результатах. Для проверки правильности описанного выше метода были проведены тесты на модельных и реальных данных. Для скоростной модели в заданной системе наблюдения, изображенной на рис. 1А методом конечно-разностного моделирования, было получено волновое поле, представленное на рис. 1Б.

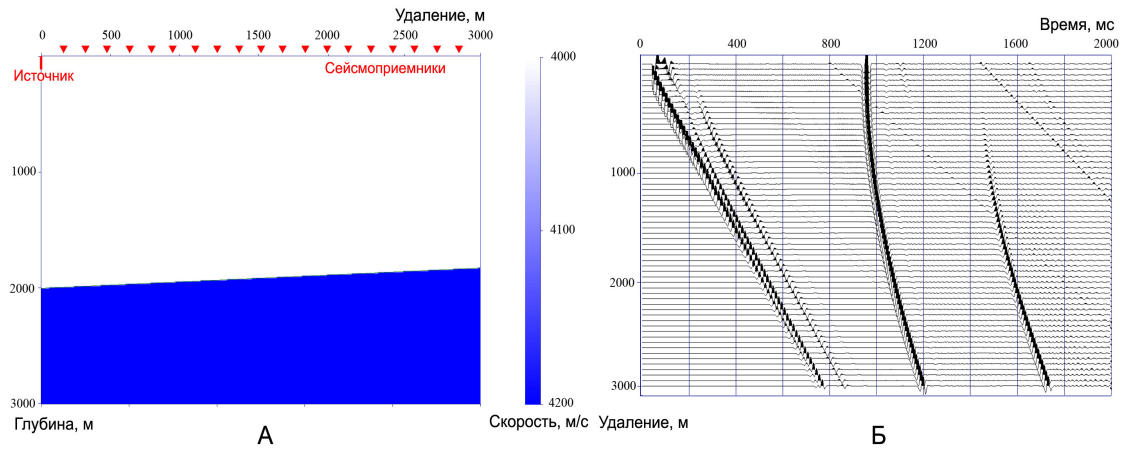


Рис. 1. Скоростная модель (А) и построенное по ней волновое поле (Б).

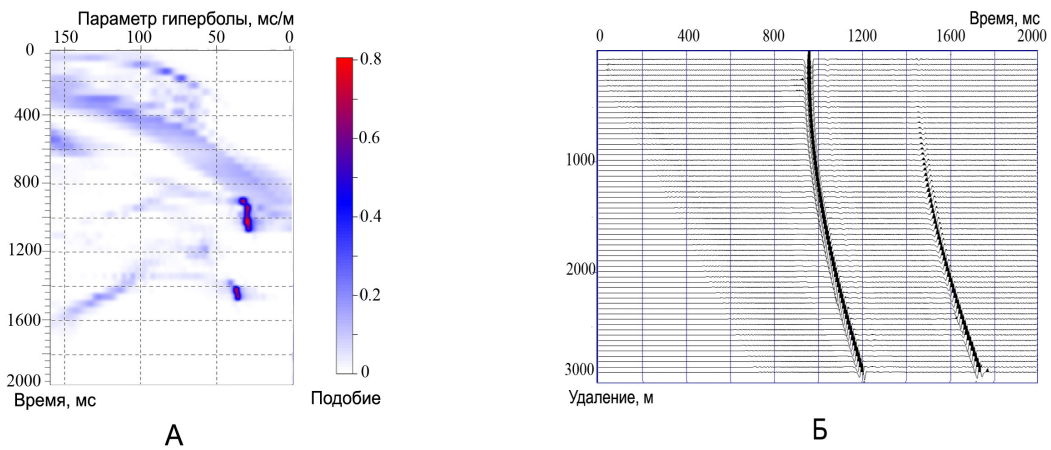


Рис. 2. Когерентность отраженных волн (А) и сейсмограмма выделенных отражений (Б).

По этому полю, указанным выше способом, были вычислены кинематические параметры отраженных волн. На рис. 2А показан спектр когерентности отраженных волн на модельной сейсмограмме в зависимости от параметра гиперболы  $p$ . В местах присутствия отражения  $P$  и  $S$  волн подобие достигает максимумов. Далее, с использованием найденных параметров отражения, волны были выведены на вертикаль и выделены из исходной сейсмограммы. Выделенные волны изображены на рис.2Б, а сейсмограмма остатков на рис. 3.

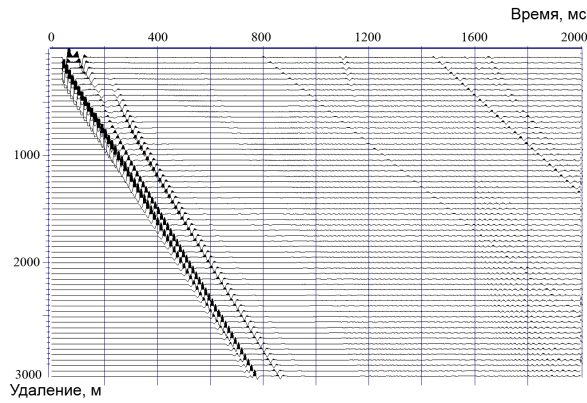


Рис. 3. Сейсмограмма остатков.

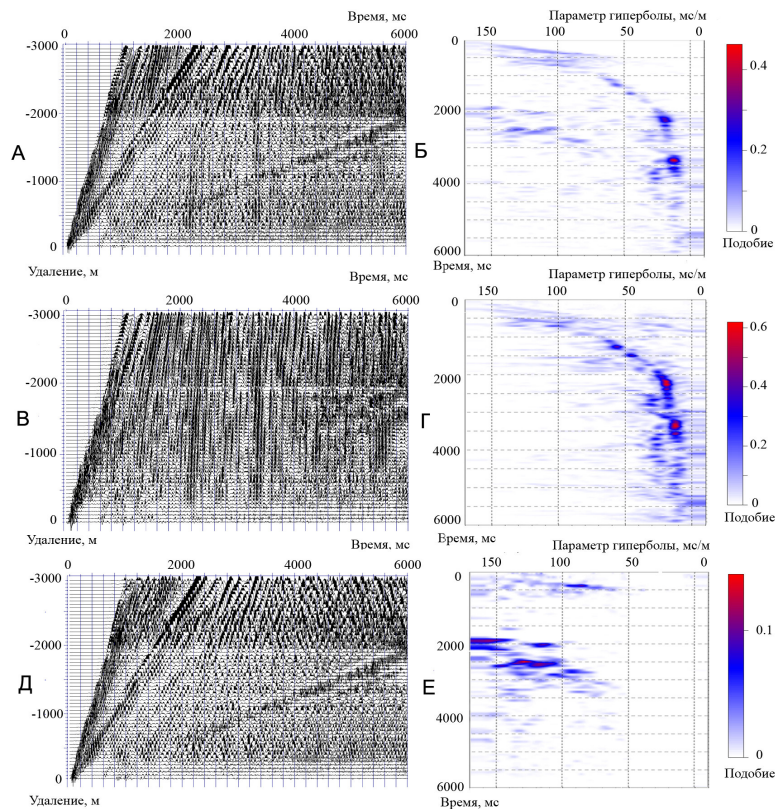


Рис. 4. Исходная сейсмограмма (А), сейсмограмма отраженных волн (В), сейсмограмма остатков (Д), а также соответствующие им когерентности (Б,Г,Е).

Для проведения тестов на реальных данных была использована сейсмограмма, представленная на рис. 4А. Когерентность отраженных волн для исходной сейсмограммы показана на рис. 4Б. После определения кинематических параметров, в качестве которых выступали параметры гиперболы  $p$  и первые два коэффициента  $k_1$  и  $k_2$  в разложении (2), отраженные волны были выделены из исходной сейсмограммы. На рис. 4В показаны выделенные отраженные волны, а на рис. 4Г соответствующий спектр когерентности. Сейсмограмма остатков и остаточная когерентность отражений изображены на рис. 4Д и 4Е.

Таким образом, в данной работе представлен алгоритм автоматического выделения отраженных волн из сейсмограммы ОПВ. Возможность устойчивого выделения отражений показана на примере модельных и реальных данных.

#### **Литература.**

1. В.Н.Ференци, А.А.Табаков, Л.В.Севастьянов, Е.А.Фурсова, В.Л.Елисеев, Автоматическая селекция волн при модель-базированной обработке данных ВСП, Тезисы научно-практической конференции "Гальперинские чтения-2007".

2. В.К.Хмелевской, Геофизические методы исследования, М.:Недра, 1988.