

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СЕЛЕКЦИЯ ВОЛН ПРИ МОДЕЛЬ БАЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ ВСП

В.Н. Ференци*, А.А. Табаков**, Л.В. Севастьянов*,
Е.А. Фурсова**, В.Л. Елисеев**

(**ООО «ГЕОВЕРС», Москва, **ОАО «ЦГЭ», Москва*)

AUTOMATIC WAVE SELECTION IN MODEL BASED VSP DATA PROCESSING

V.N. Ferentsi* , A.A. Tabakov**, L.V. Sevastyanov*,
E.A.Fursova**, V.L. Eliseev*
(**GEOVERS Ltd., Moscow, ** CGE JSC, Moscow*)

Гальперинские чтения - 2007

Galperin readings - 2007

Введение

Introduction

Селекция основных типов волн из исходного волнового поля является одной из ключевых и трудоемких процедур при обработке данных ВСП и 2D/3D ВСП. Применение технологии автоматической селекции позволяет существенно ускорить процесс обработки и повысить ее эффективность. Приводятся примеры применения автоматической селекции к модельным и реальным данным ВСП и 2D/3D ВСП.

Основные принципы, положенные в основу предлагаемой технологии селекции:

- базирование на скоростной 1D модели параллельно-слоистой анизотропной среды и в перспективе на 2D/3D модели;
- аддитивность выделяемых волн и нерегулярных и регулярных остатков;
- итеративность процедуры селекции с постепенным уточнением поля выделяемых волн.

Основания для практического применения предлагаемого метода:

- хорошее соответствие модели для Р и S волн реальному волновому полю;
- отсутствие волн-помех с близкими к полезным волнам (восходящим отраженным PP и PS волнам) кажущимися скоростями;
- достаточно низкий фон нерегулярного шума.

Selection of the basic types of waves from initial wave field is one of key and time-consuming procedures in VSP and 2D/3D VSP data processing. Application of technology of automatic selection allows essentially to speed up processing and to increase its efficiency. Examples of application of automatic selection to model and real VSP and 2D/3D VSP data are represented.

The main principles put in a basis of developed selection technology:

- basing on 1D velocity models of the parallel-layered anisotropic medium and in the future on 2D/3D model;
- additivity of waves selected and the irregular and regular residuals;
- iterativity of selection procedures with step-by-step refining of wavefield of waves selected.

The bases for practical application of developed method:

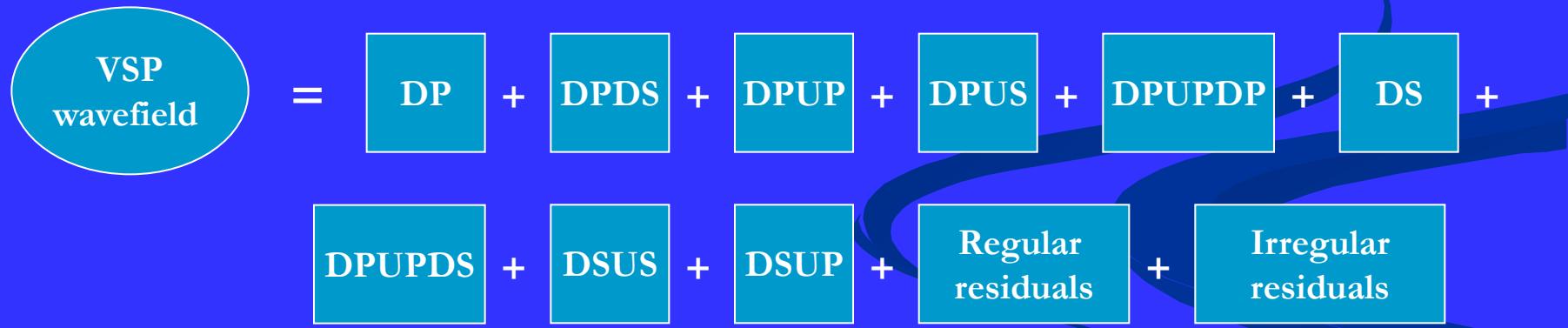
- good correspondence of model for P and S waves to real wavefield;
- absence of waves-noises with close to useful waves (upgoing reflected PP and PS waves) apparent velocities;
- low enough background of irregular noise.

Особенности реализации технологии автоматической селекции данных ВСП

Features of VSP data automatic selection technology realization

Волновое поле ВСП представляется как сумма основных типов волн: DP, DPDS, DPUP, DPUS, DPUPDP, DS, DPUPDS, DSUS, DSUP и регулярных и нерегулярных остатков.

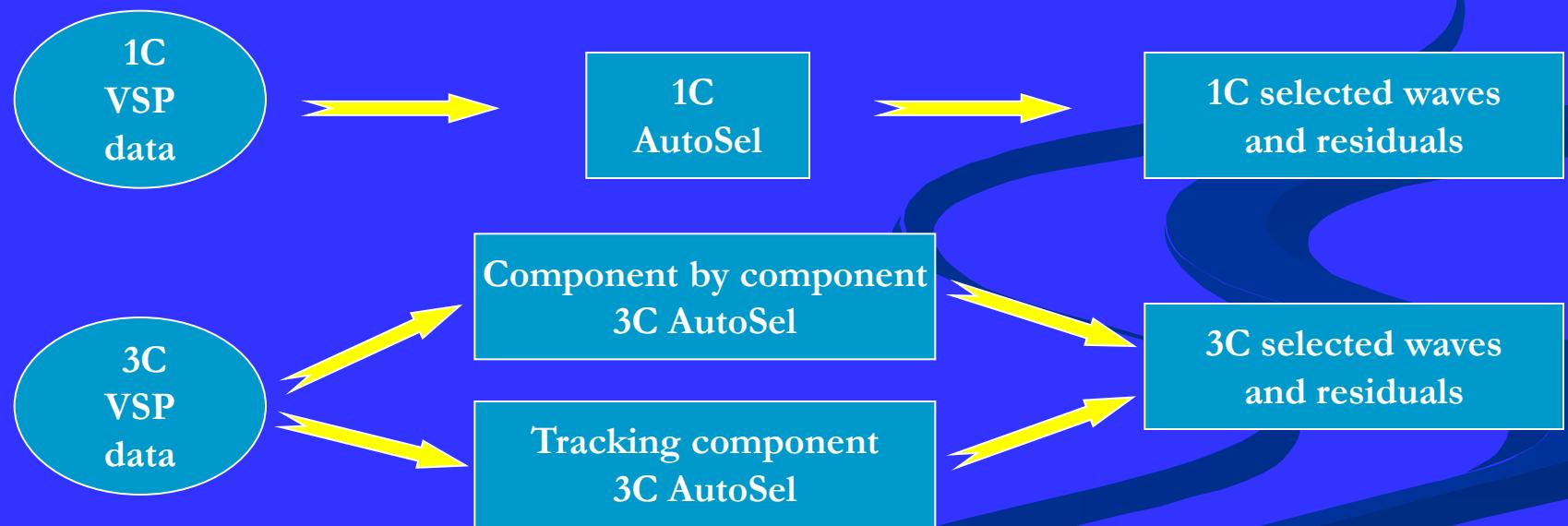
VSP wavefield is represented as the sum of the basic types of waves: DP, DPDS, DPUP, DPUS, DPUPDP, DS, DPUPDS, DSUS, DSUP and regular and irregular residuals.



Where DP - direct P wave, DPDS – downgoing converted PS wave, DPUP – reflected monotype PP wave, DPUS - reflected converted PS wave, DPUPDP - multiple downgoing P wave, reflected from ground surface, DS - direct S wave, DPUPDS -downgoing converted S wave, formed as result of reflection from ground surface of PP wave, DSUS – reflected monotype SS wave, DSUP – reflected converted SP wave.

Селекция может выполняться для 1С и 3С сейсмических данных, причем для данных 3С предусмотрена как покомпонентная их обработка, так и их селекция после преобразования трех компонент входных данных в одну следующую компоненту для каждого выделяемого типа волны. Преобразование в следующую компоненту основывается на оценках поляризации по заданной модели среды для каждого типа волны.

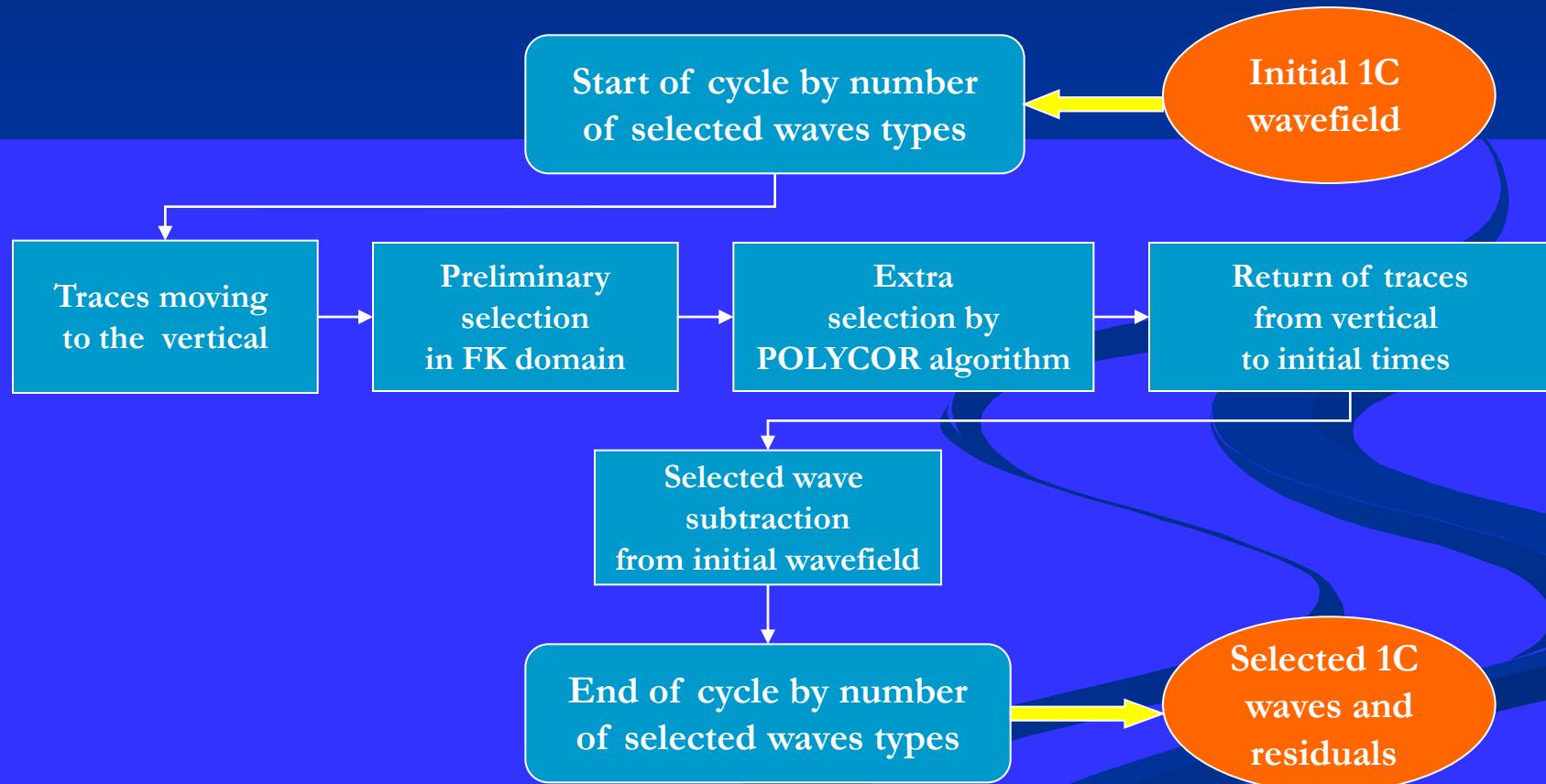
Selection can be applied to 1C and 3C seismic data, and for the 3C data both component by component processing and tracking component selection after transformation three component of the input data in one tracking component for each selected type wave is provided. Transformation in tracking component is based on polarization estimations by given model of medium for each wave type .



Структурная схема обработки трасс одного ПВ данных 1D/2D/3D ВСП Structure chart of single SP traces processing of 1D/2D/3D VSP data

Селекция волн одной компоненты для данных 1C/3C в покомпонентном режиме.
1-ая итерация.

Single component waves selection for 1C/3C data in component by component mode.
First iteration.



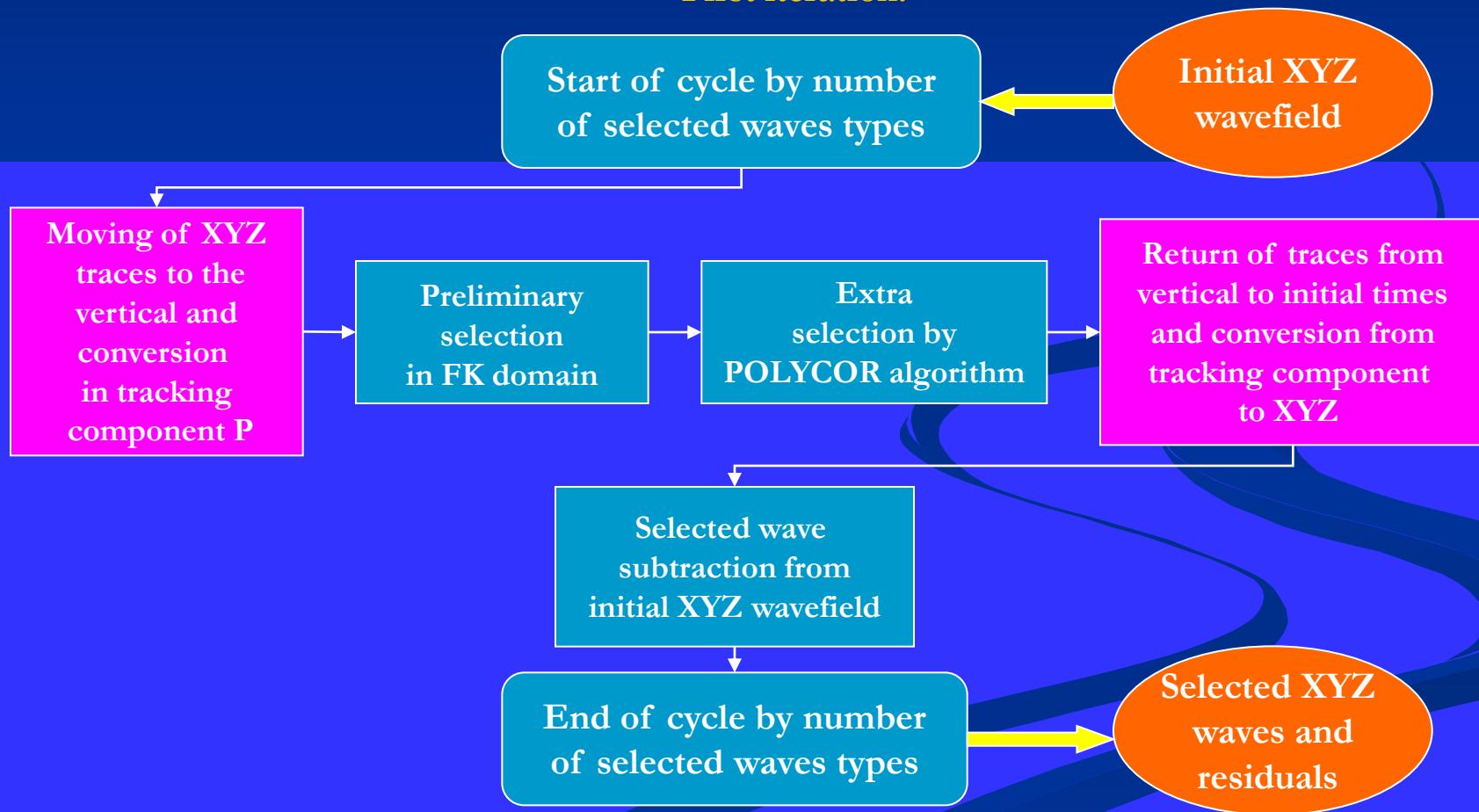
Структурная схема обработки трасс одного ПВ данных 1D/2D/3D ВСП Structure chart of single SP traces processing of 1D/2D/3D VSP data

Селекция волн трех компонент для данных 3С в следящем режиме.

1-ая итерация.

Three component waves selection for 3C data in tracking mode.

First iteration.



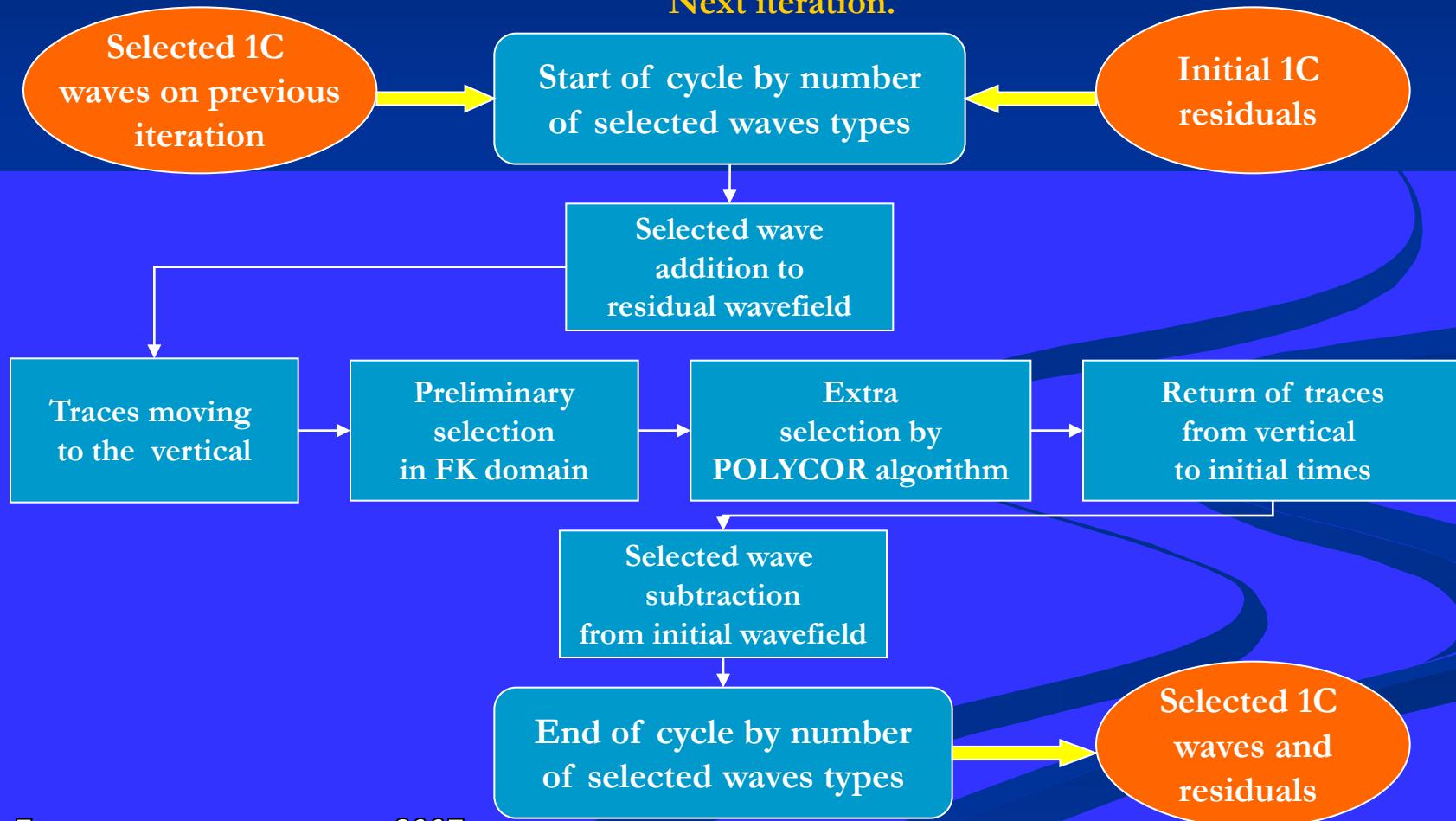
Структурная схема обработки трасс одного ПВ данных 1D/2D/3D ВСП Structure chart of single SP traces processing of 1D/2D/3D VSP data

Селекция волн одной компоненты для данных 1C/3C в покомпонентном режиме.

Следующая итерация.

Single component waves selection for 1C/3C data in component by component mode.

Next iteration.



Структурная схема обработки трасс нескольких ПВ данных 2D/3D ВСП
Structure chart of several SP traces processing of 2D/3D VSP data



Средства настройки автоматической селекции данных 1D/2D/3D ВСП

Tuning tools of 1D/2D/3D VSP data automatic selection

Программа автоматической селекции располагает следующими средствами ее настройки:

■ Количество выделяемых типов волн и их перечень определяется пользователем. Список типов выделяемых волн по необходимости легко может быть расширен.

■ Жесткость селекции определяется параметрами весовой характеристики FK-фильтра и размером скользящей базы, применяемой в алгоритме ПОЛИКОР.

■ Количество итераций выделения волн задается.

■ Для того чтобы в процессе итераций можно было изменить параметры селекции волн, как правило, ослабить ее жесткость для того, чтобы учесть нюансы геометрии отражающей границы, а также, возможно, подкорректировать модель, предусмотрен режим продолжения итераций селекции.

■ Для корректного вычитания выделяемых волн в областях их интерференции с регулярными волнами применяется сглаживание амплитуд выделяемых волн в алгоритме ПОЛИКОР.

■ Номер начального и конечного ПВ при обработке данных 2D/3D ВСП задается.

■ Критерием окончания процесса селекции волн из волнового поля, а также оценкой качества селекции является отсутствие в поле остатков регулярных волн того же типа, что и выделяемые волны.

The automatic selection program has next tuning tools:

■ User set list and amount of selected waves types. The list of selected waves types necessarily can be easily expanded.

■ Inflexibility of selection is determined by parameters of FK-filter weight characteristic and the size of the sliding base used in algorithm POLYCOR.

■ Number of waves selection iterations is set.

■ The selection iterations continuation mode was made to change wave selection parameters during iteration process as rule to decrease its inflexibility to give proper reflected boundary geometry and also perhaps to correct the model.

■ The amplitude smoothing of selected waves in algorithm POLYCOR is applied for more exact subtraction of selected waves in domains of its interference with other regular waves.

■ Start and final SP number in 2D/3D VSP data processing is set.

■ Absence of the regular waves of the same type as selected waves in the residual wavefield serves as a criterion for wave selection process finishing and also as selection quality estimation.

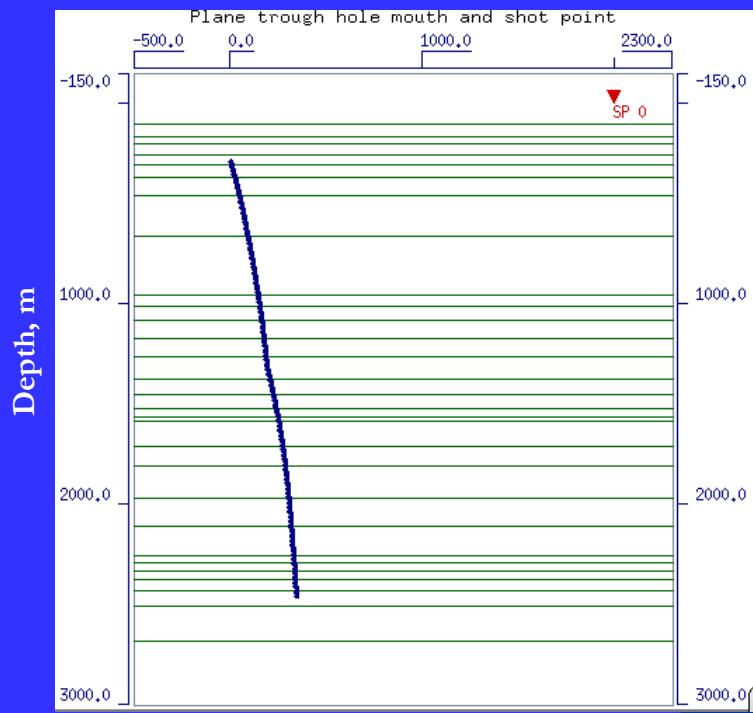
Экспериментальные результаты Computing results

Модельные данные НВСП Offset VSP model data

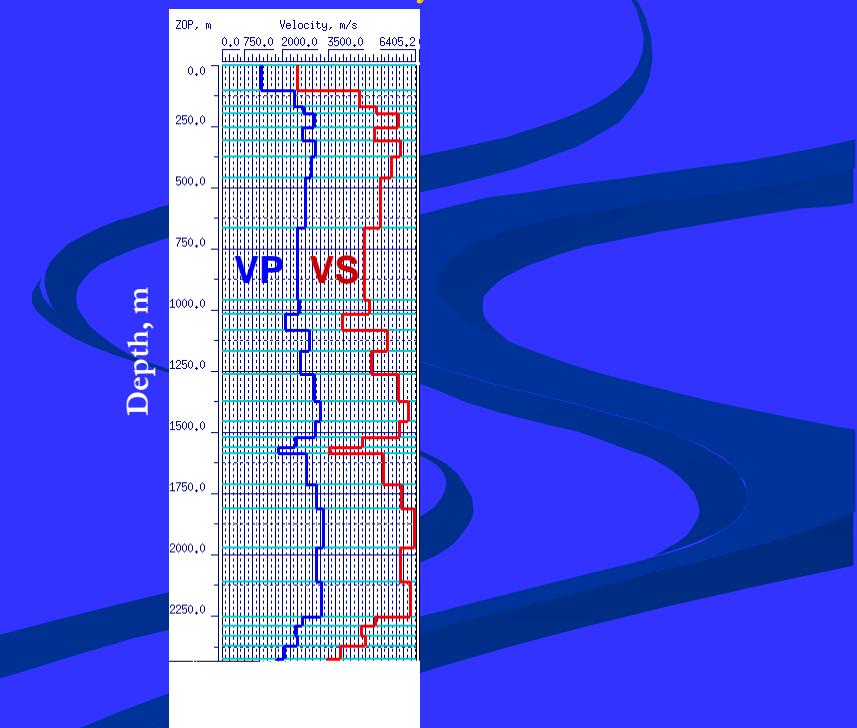
Для моделирования волнового поля НВСП использовались реальные данные одного из районов Поволжья с удалением ПВ 2000 м и искривлением ствола скважины до 450 м. По ним была подобрана скоростная модель для Р и S волн.

Real data of one region from Volga area is used for modeling of offset VSP wavefield with SP offset 2000m and well deviation up to 450m. The P and S wave velocity model was matched by these data.

SP location and well deviation

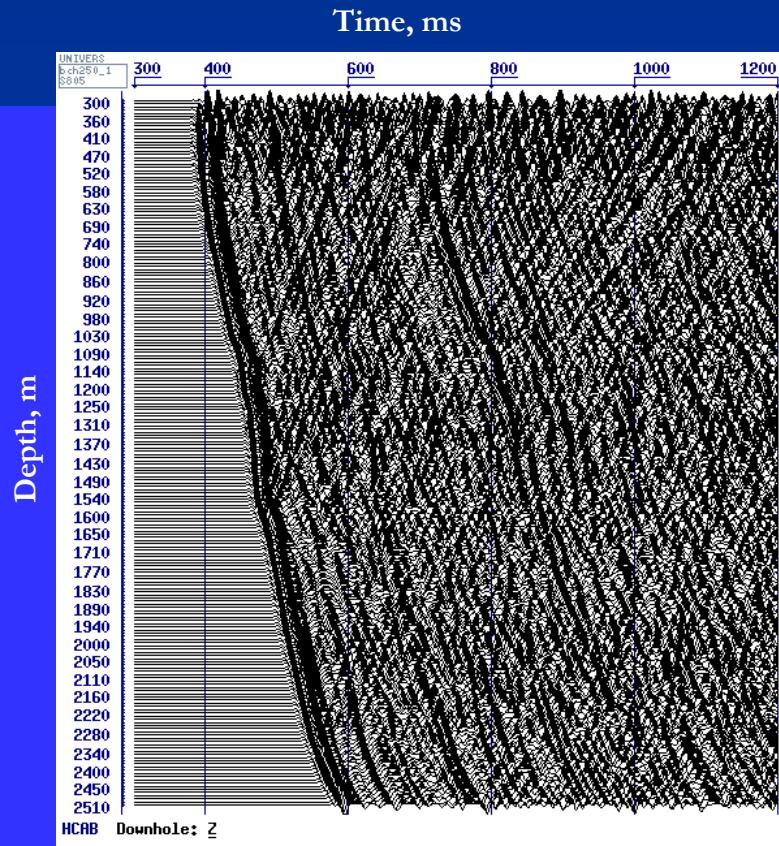


P and S wave velocity model



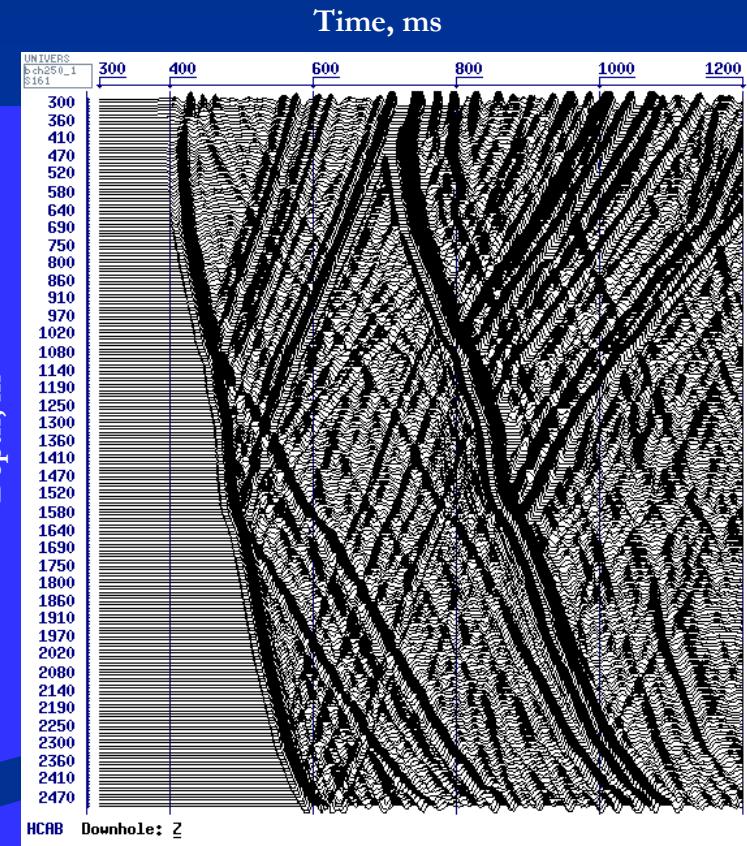
По данной модели по программе конечно-разностного 2D моделирования из пакета программ UNIVERS было рассчитаны XZ компоненты модельного волнового поля НВСП. В волновом поле хорошо видны все типы волн, выделяемые программой автоматической селекции.

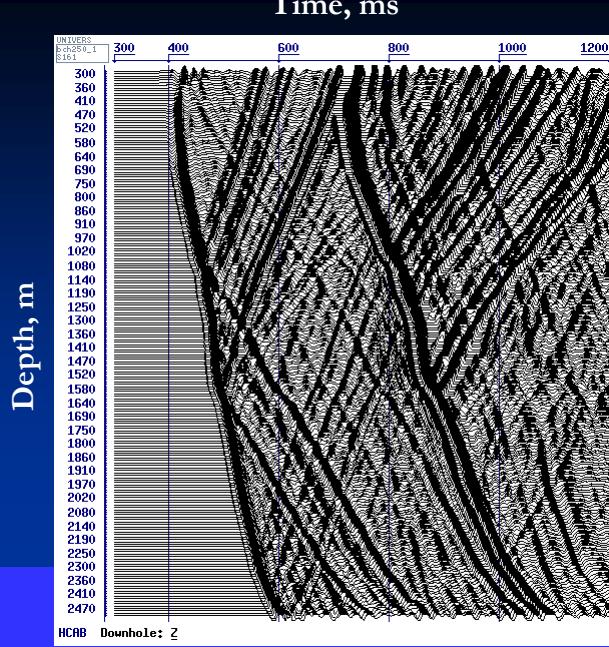
Real wavefield. Z component



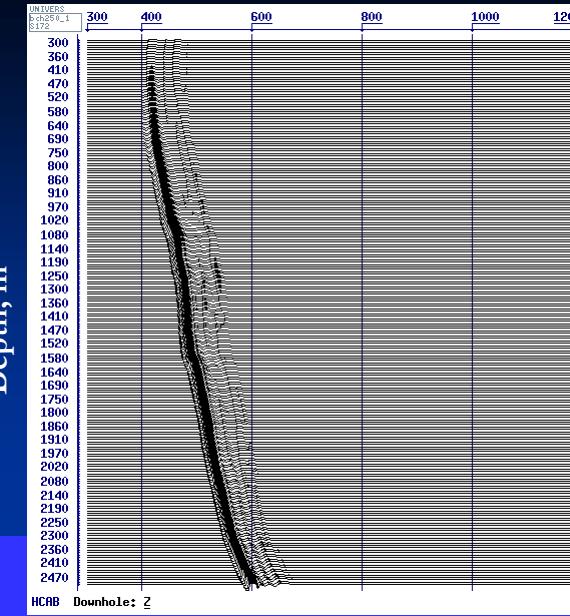
XZ components of offset VSP model wave field were computed based on obtained model applying final-difference 2D modeling program of UNIVERS processing system. All wave types selected with automatic selection program we can well see in the model wavefiled.

Model wavefield. Z component

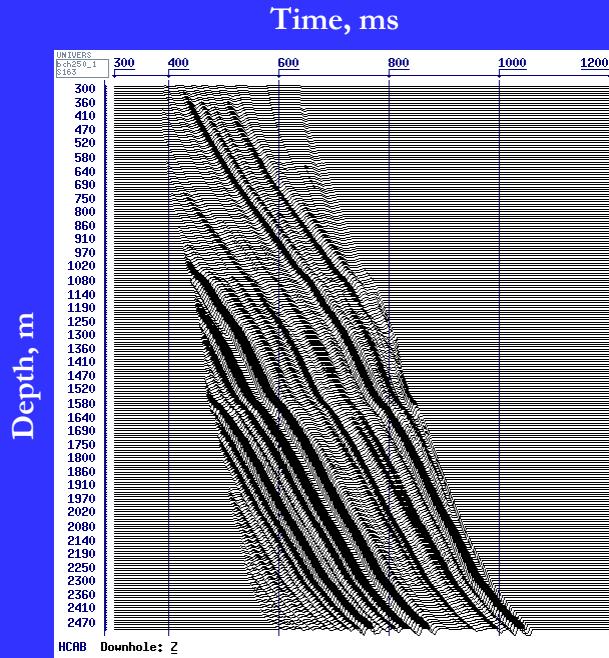




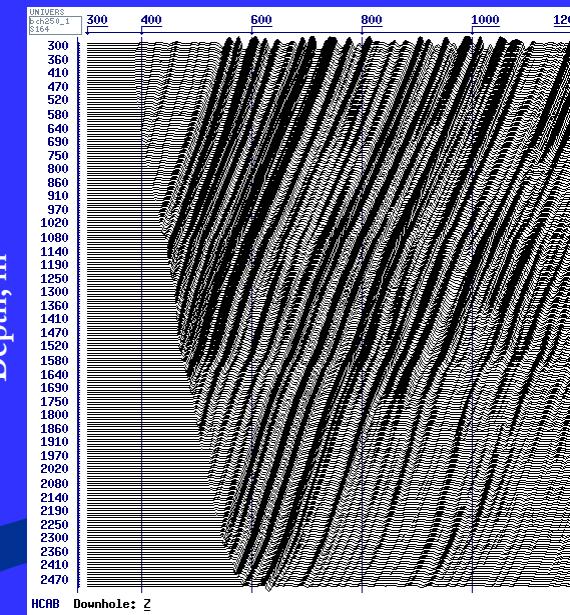
Initial
wavefield



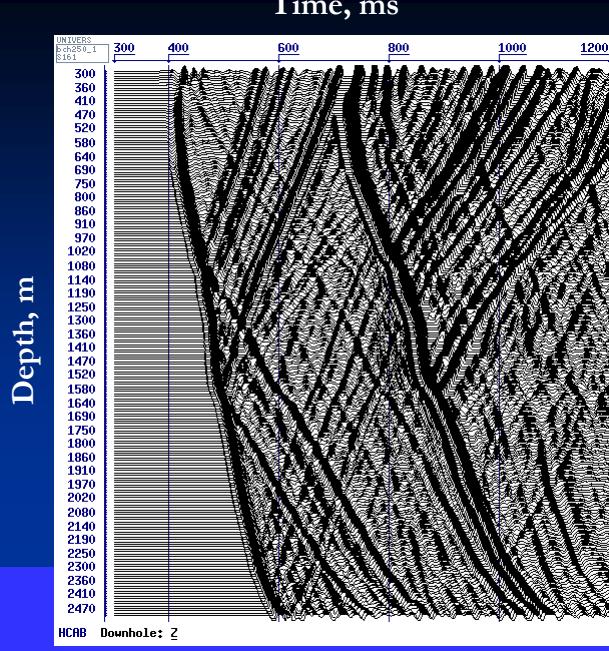
DP wave
selected



DPDS wave
selected

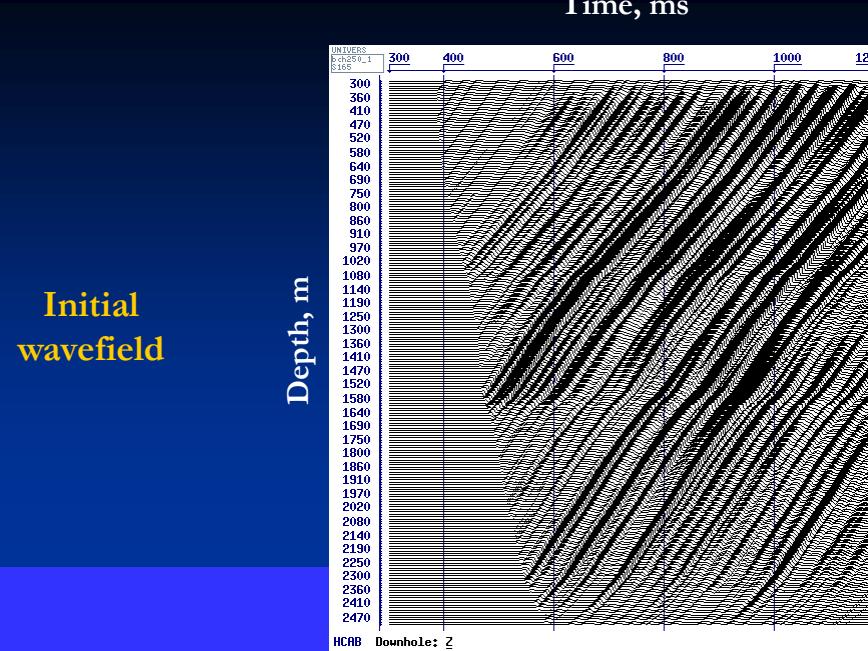


DPUP wave
selected



Time, ms

DPUPDP wave selected



Time, ms

Depth, m

DS wave selected

UNIVERS
KSYV_1
S167
S167

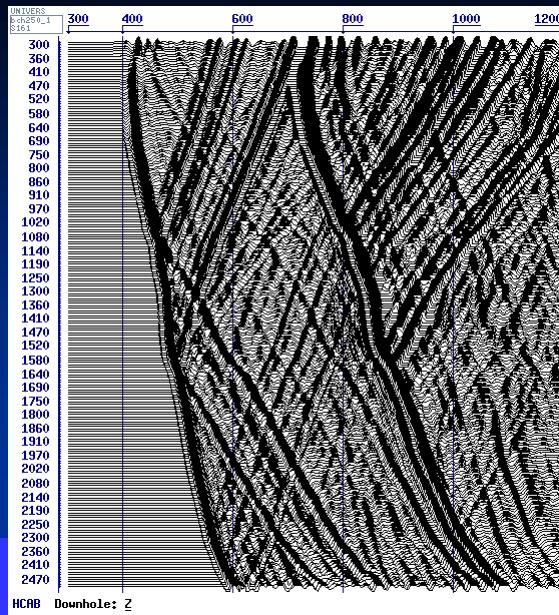
300 400 600 800 1000 1200

300 360 410 470 520 580 640 690 750 800 860 910 970 1020 1080 1140 1190 1250 1300 1360 1410 1470 1520 1580 1640 1690 1750 1800 1860 1910 1970 2020 2080 2140 2190 2250 2300 2360 2410 2470

HCRB Downhole: Z

Depth, m

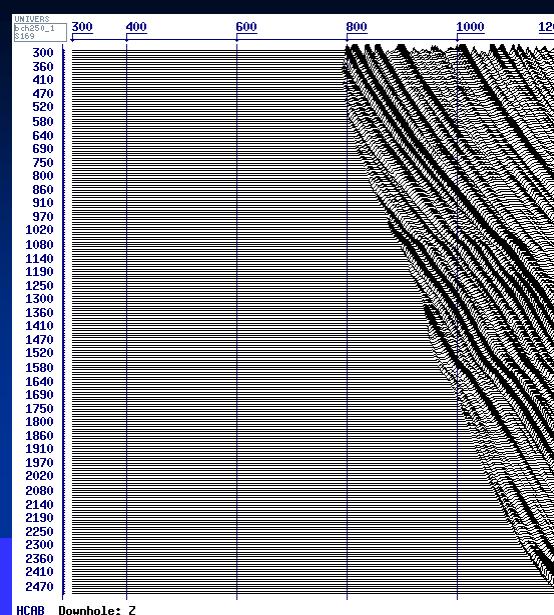
Time, ms



Initial
wavefield

Depth, m

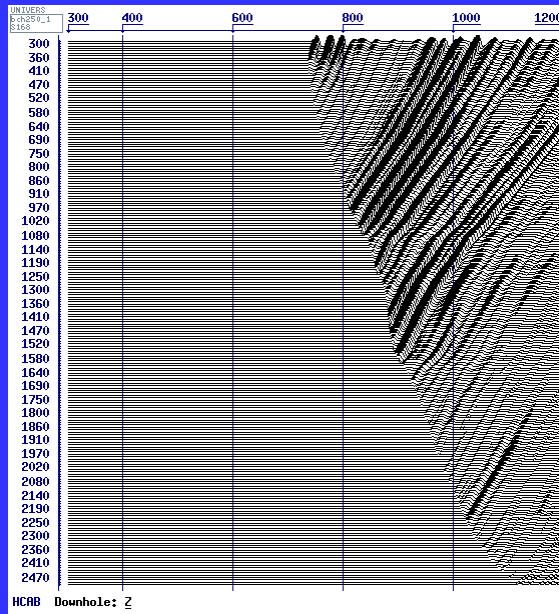
Time, ms



DPUPDS wave
selected

Depth, m

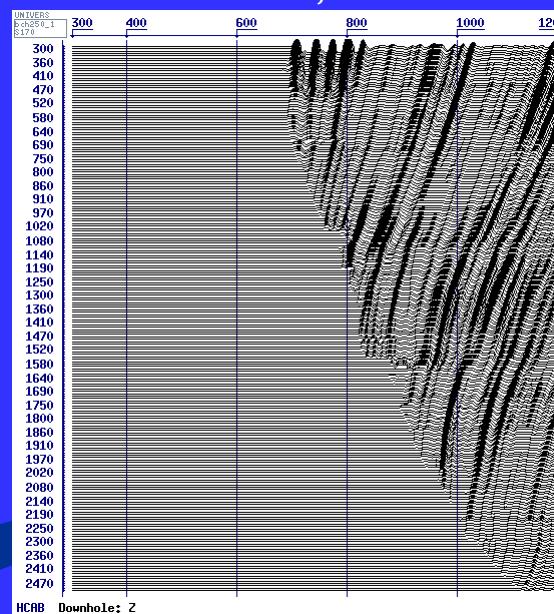
Time, ms



DSUS wave
selected

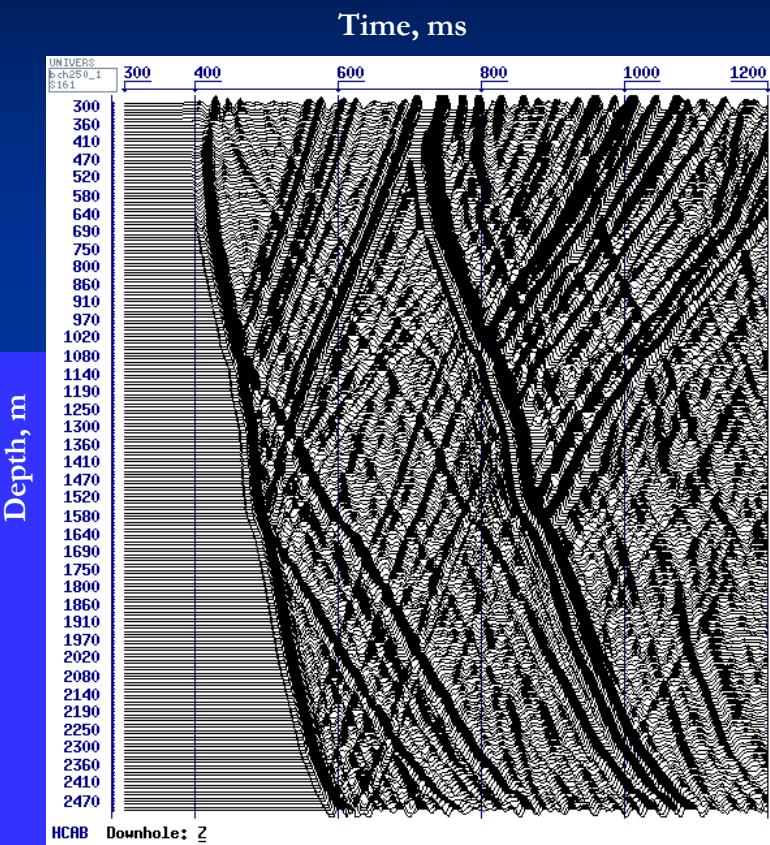
Depth, m

Time, ms

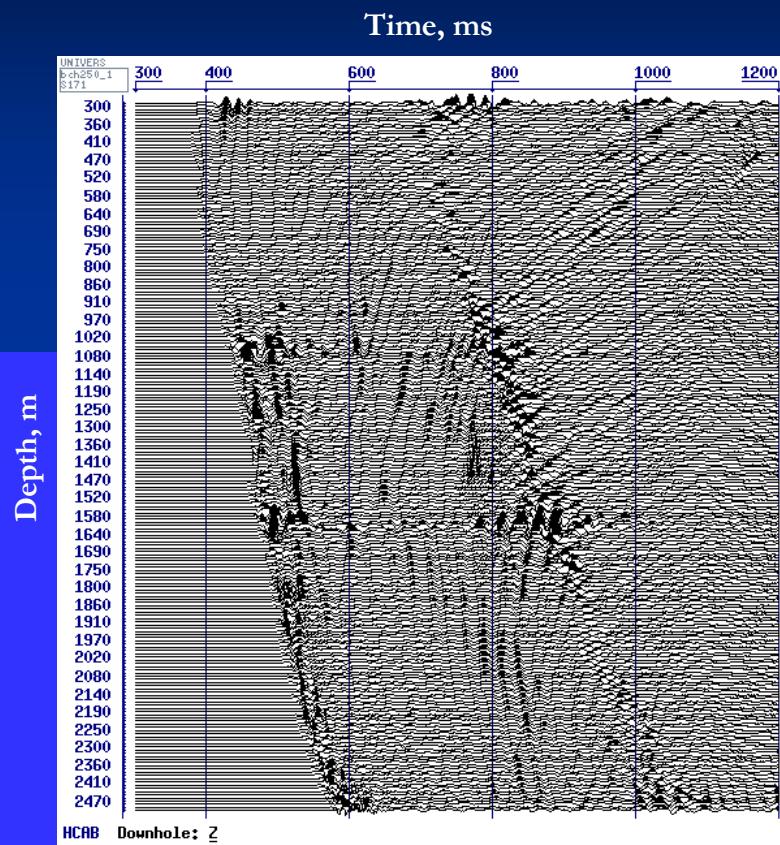


DSUP wave
selected

Model wavefield. Z component



Residual waves after selection

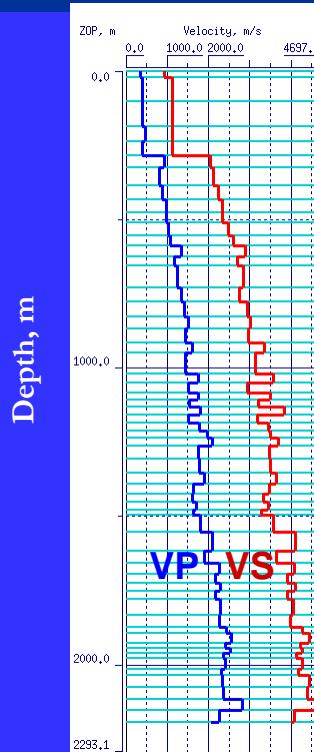


Реальные данные Walkaway

Walkaway real data

Применение автоматической селекции к реальным данным 2D ВСП показывается на примере данных Walkaway Китая. Наблюдения были произведены в скважине в интервале глубин 1200-2020м с шагом 20м. Скоростная модель для Р и S волн была получена по данным ВСП в этой же скважине. Удаления ПВ для демонстрируемого фрагмента 525, 575 и 600 м.

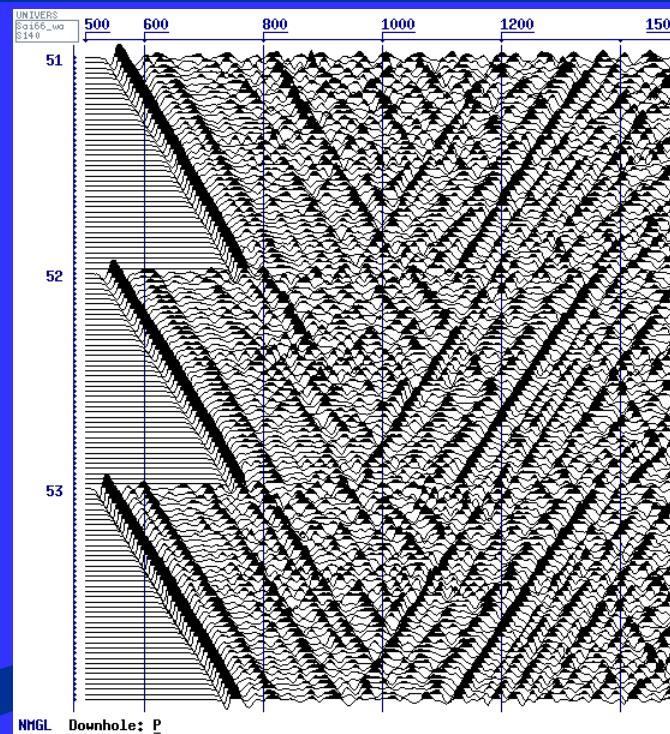
P and S wave velocity model

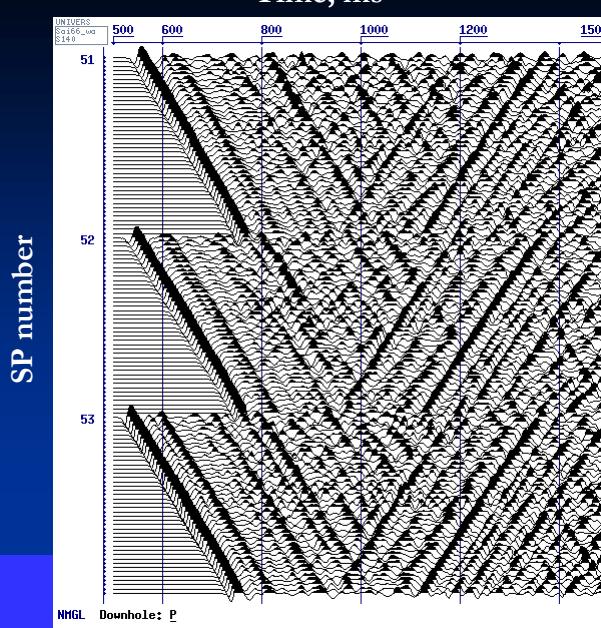


Application of automatic selection to the real 2D VSP data is shown on example of Walkaway China data. Observations were made in well in depth range 1200-2020m with step 20m. The velocity model for P and S waves was obtained by VSP data in the same well. The SP offsets for shown fragment are 525, 575 and 600 m.

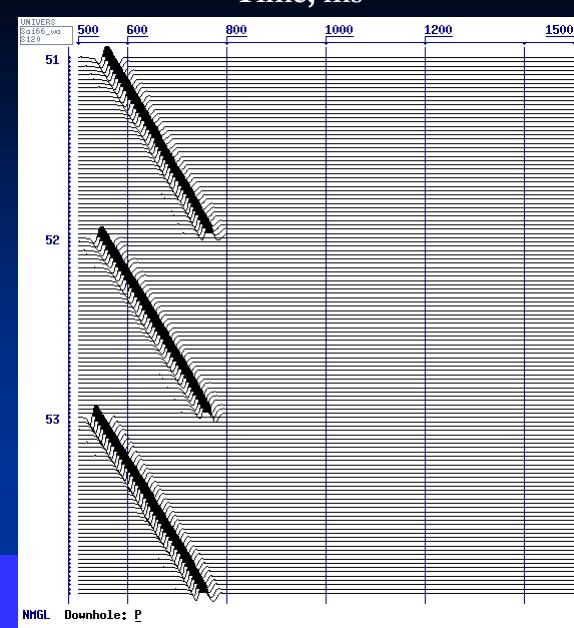
Real Walkaway data. P component

Time, ms

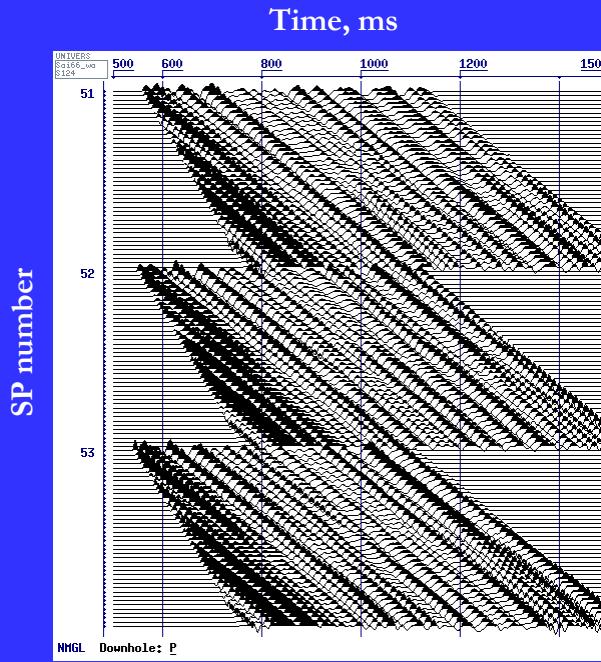




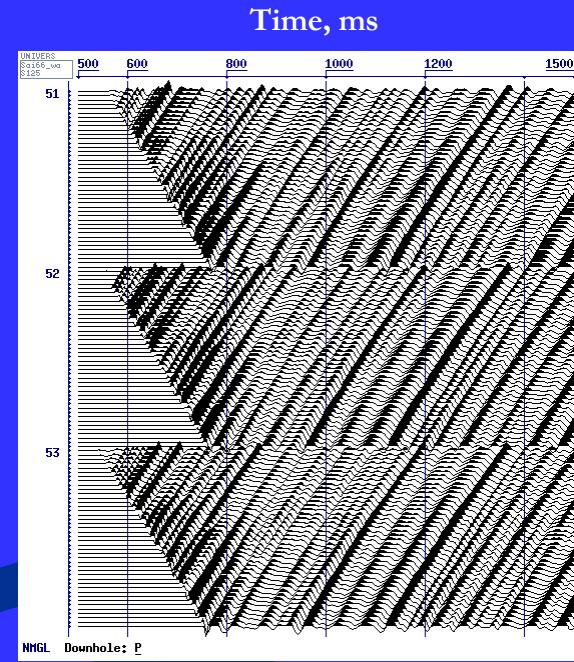
Initial
wavefield



DP wave
selected



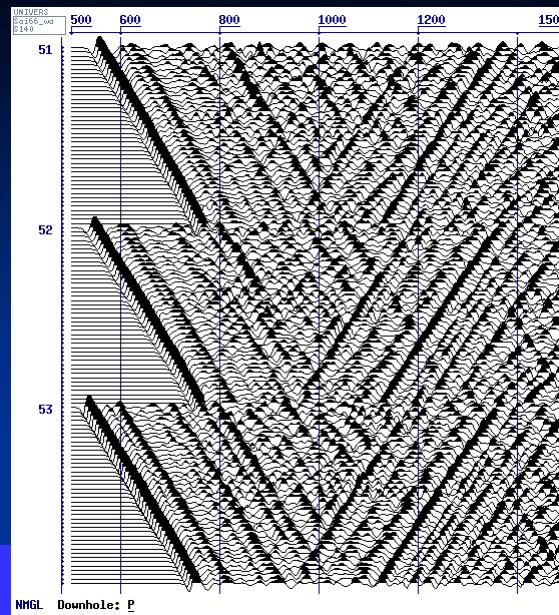
DPDS wave
selected



DPUP wave
selected

SP number

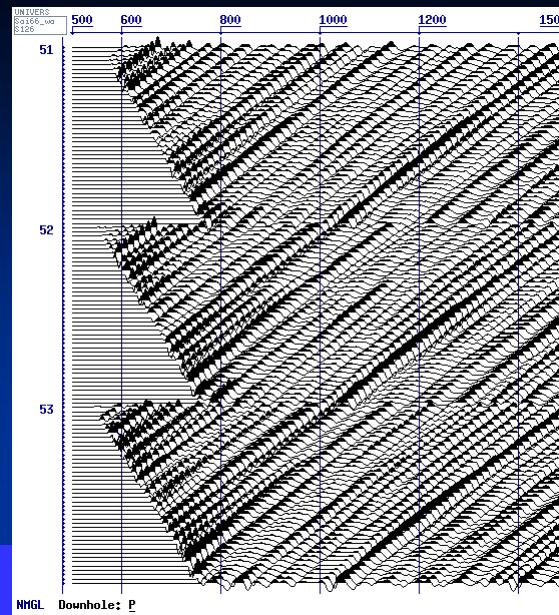
Time, ms



Initial
wavefield

SP number

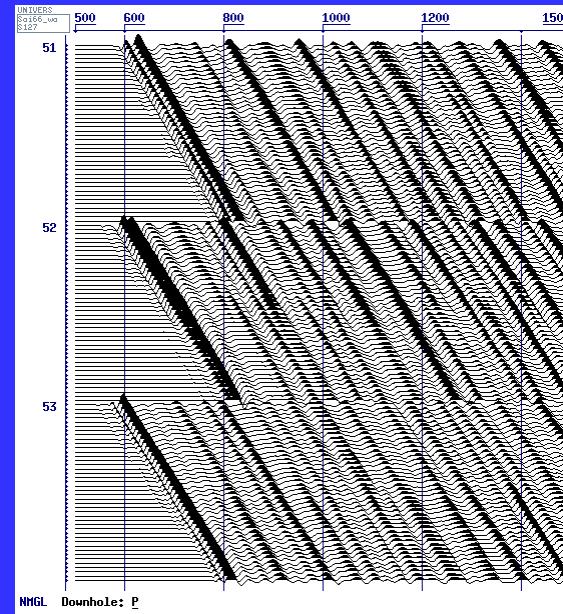
Time, ms



DPUS wave
selected

SP number

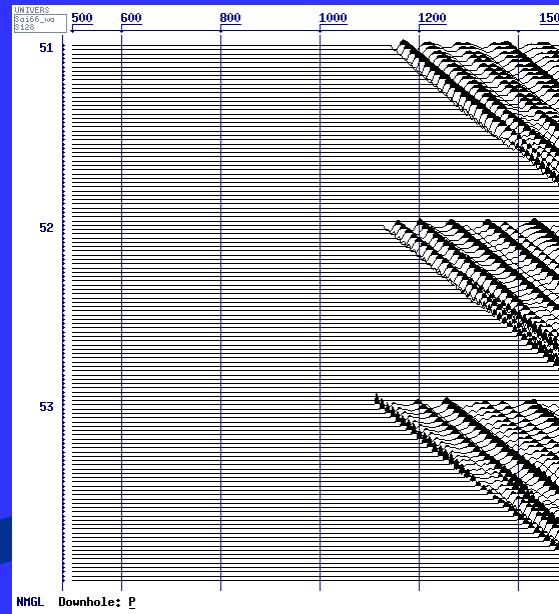
Time, ms



DPUPDP wave
selected

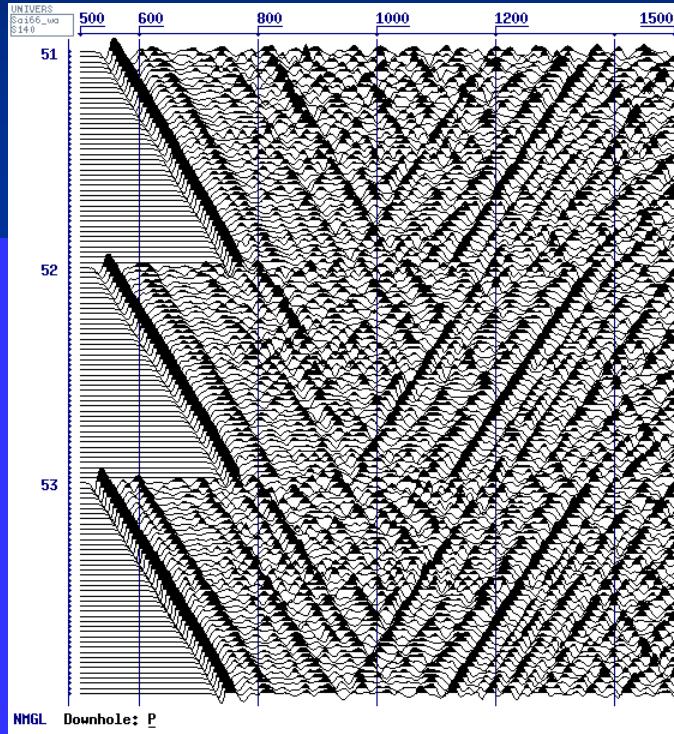
SP number

Time, ms

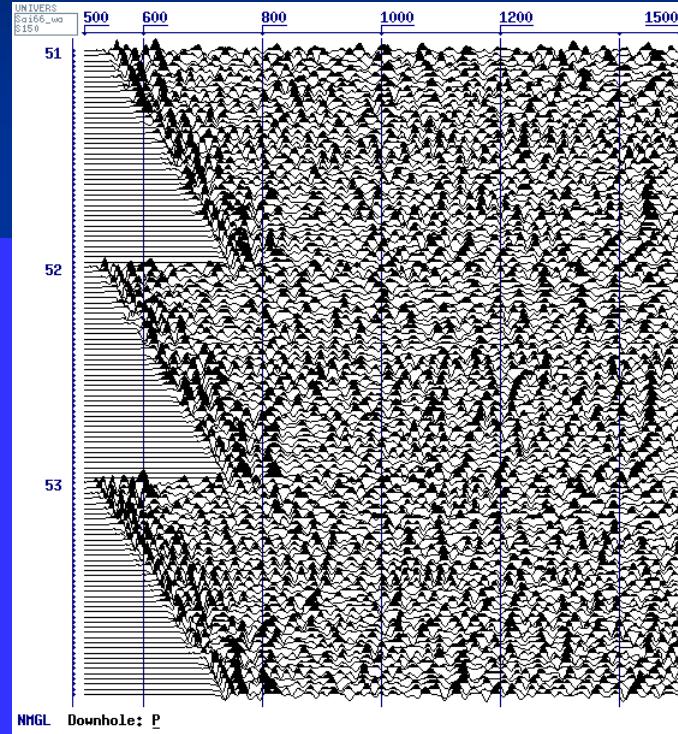


DPUPDS wave
selected

Real Walkaway data. P component
Time, ms



Residual waves after selection
Time, ms



Выводы

Conclusions

■ Применение автоматической селекции к данным ВСП и 2D/3D ВСП существенно ускоряет процесс обработки и позволяет надежно выделять основные типы волн из волнового поля при условии хорошего соответствия модели среды реальным сейсмическим данным.

■ В перспективе возможно базирование данной технологии селекции на более сложных 2D/3D моделях реальных сред.

■ Список выделяемых волн может варьироваться как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения их числа. Могут вводиться дополнительно новые типы выделяемых волн.

■ Технология автоматической селекции при обработке данных 2D/3D ВСП легко может быть распараллелена по сейсмограммам ОПВ.

■ Application of automatic selection to VSP and 2D/3D VSP data essentially accelerates of processing and reliably allows to select the basic types of waves from a wave field under condition of good conformity of medium model to the real seismic data.

■ In prospects probably basing of the given selection technology on more complex 2D/3D models of real media.

■ The list of selected waves can vary both towards increases, and towards reduction of their number. In addition new types of selected waves can be entered.

■ Technology of automatic selection in 2D/3D VSP data processing can be easily paralleled by common SP seismograms.

Литература

1. А.А.Табаков. Трехмерные системы наблюдений и модель-базированная обработка в сейсморазведке – ответ на вызовы нефтяной промышленности XXI века. Материалы научно-практической конференции «ВСП и трехмерные системы наблюдений в сейсморазведке», Москва, 2005, с. 8-12
2. А.А.Табаков, О.А.Мальцева, Е.А.Фурсова, Д.С. Чулкин, В.Н. Ференци. Принципы и результаты анализа векторных волновых полей. Материалы научно-практической конференции «ВСП и трехмерные системы наблюдений в сейсморазведке», Москва, 2005, с. 79-84.
3. А.В. Копчиков, В.Н. Ференци, А.А.Табаков, А.В.Решетников. Выделение регулярных волн на фоне интенсивных помех методом «ПОЛИКОР». Материалы научно-практической конференции «ВСП и трехмерные системы наблюдений в сейсморазведке», Москва, 2004, с. 70-73

References

1. A.A. Tabakov, O.A.Maltseva, E.A. Fursova, D.S. Tchulkin. Principles and results of vector wave field analysis. Materials of practical science conference «VSP and 3D acquisition systems in seismic exploration», Moscow, 2005, p. 79-84.
2. A. Tabakov. 3D acquisition geometry and model based processing in seismic exploration are to take challenges of petroleum industry in the XXI century. Materials of practical science conference «VSP and 3D acquisition systems in seismic exploration», Moscow, 2005, p. 8-12.
3. A.V. Kopchikov, V.N. Ferentsi, A.A. Tabakov, A.V. Reshetnikov. Regular waves selection on background of intensive noises by technique POLYCOR. Materials of practical science conference «VSP and 3D acquisition systems in seismic exploration», Moscow, 2004, p. 70-73.