

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДАННЫХ НАЗЕМНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ И ВСП ДЛЯ ОЦЕНКИ
ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЕЙСМИЧЕСКОГО МЕТОДА В УСЛОВИЯХ
ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

О.О. Адамович

(ООО “Геофизические Системы Данных”, Москва)

**MATHEMATICAL MODELING OF LAND SEISMIC AND VSP DATA
FOR ESTIMATING SEISMIC METHOD POTENTIAL IN
CONDITIONS OF SOUTH OF EASTERN SIBERIA-PLATE**

O.O Adamovich

(“Geophysical Data Systems” Ltd, Moscow)

Аннотация

В работе представлены результаты по оценке возможностей сейсмического метода в условиях одного из месторождений юга сибирской платформы на основе математического полноволнового двумерного моделирования методом конечных разностей. Упругая модель разреза содержала интервал от дневной поверхности до глубины 1700 м и содержала основные продуктивные интервалы осадочного чехла. Ее построение выполнялось с использованием скважинных данных и учетом информации о поведении геологических границ. Рассчитанные синтетические сейсмические данные 2D и сейсмограммы ВСП были подвергнуты обработке и интерпретации. Проведен анализ эффективности группирования сейсмоприемников с различными параметрами групп. Выполнены структурные построения, произведена оценка точности. С применением геостатистического подхода и использованием результатов псевдоакустической инверсии, а также с привлечением результатов одномерного сейсмогеологического моделирования, оценена возможность прогноза свойств продуктивного горизонта с использованием данных сейсморазведки.

Abstract

This report presents the results of estimation of seismic method potential in the conditions of south of Siberian-plate based on the results of mathematical full-wave two-dimensional finite-differences modeling. Elastic model was built from the day surface up to 1700 m and contained main productive intervals of sedimentary cover. The model was built using well data and information about main geological boundaries. Calculated synthetic seismic and VSP data was processed and interpreted. Analysis of receiver arrays efficiency with different parameters was done. Time-to-depth conversion and accuracy estimation were carried out. Possibility of properties determination for main productive horizon was estimated using geostatistics approach, results of pseudoacoustic inversion and attracting results of one-dimensional seismogeological modeling.

Данная работа посвящена результатам геофизических исследований, выполненных для уточнения представлений об особенностях сейсмических

волновых полей, получаемых в условиях одного из месторождений юга сибирской платформы с использованием математического моделирования. Целевым назначением работ являлась оценка возможности восстановления свойств продуктивных интервалов с использованием данных сейсморазведки и ВСП, а так же рекомендация системы наблюдений сейсморазведки 3Д и ВСП. Для решения поставленной задачи было выполнено двумерное математическое сейсмогеологическое моделирование и проведена обработка и интерпретация синтетических сейсмических данных. Работу можно разделить на четыре части:

1. Построение модели упругих свойств (Скорость продольных волн, скорость поперечных волн, плотность) исследуемой области с использованием скважинных данных в виде акустического и плотностного каротажей, одномерное математическое моделирование и сейсмогеологическое моделирование

2. Подготовка данных для проведения двумерного конечно-разностного моделирования, выбор и тестирование основных параметров моделирования, проведение двумерного конечно-разностного моделирования данных наземной сейсморазведки и ВСП

3. Анализ полученных результатов, выбор оптимальных систем наблюдений наземной сейсморазведки 3Д и ВСП.

4. Обработка и интерпретация синтетических данных.

В результате выполненных работ были получены следующие результаты.

1. Проанализированы данные по 10 скважинам исследуемого участка. Выполнено построение упругих одномерных моделей в точках данных скважин от дневной поверхности. Разработана методика построения упругой модели на основе статистических скважинных зависимостей и осреднения по Бэкусу. Проведен анализ упругих свойств целевого интервала. Выполнено одномерное сейсмогеологическое моделирование изменения свойств целевых пластов. Выполнена оценка влияния этих изменений на форму сейсмической записи. Проведено одномерное математическое моделирование сейсмограмм ВСП и проведен анализ полученного волнового поля. Выявлена значительная роль кратных волн (вплоть до смен полярности записи в пределах целевого интервала (рис.1))

2. Построена двумерная упругая сеточная модель разреза месторождения с использованием данных по 10 скважинам на основе корреляции основных маркеров между скважинами и интерполяции упругих свойств в соответствии с корреляцией (рис.2). На основе сравнения результатов одномерного аналитического решения волнового уравнения и двумерного решения методом конечных-разностей выбраны основные параметры проведения конечно-разностного моделирования. Вдоль профиля рассчитаны 784 синтетические сейсмограммы, отвечающие системе наблюдений МОВ ОГТ-2D и 10 2-х компонентных сейсмограмм ВСП.

3. Была проведена стандартная обработка 2D синтетических сейсмических материалов и данных ВСП в предположении об отсутствии точной информации (скоростной модели и формы используемого импульса) (рис.3). При обработке удалось добиться практически полного подавления поверхностной волны, также волн со значительными кинематическими отличиями от отраженных волн (кратные обменные волны, связанные с ВЧР). Проведен анализ полученного волнового поля по полученным сейсмограммам ВСП и анализ динамики различных типов волн.

4. Выполнен анализ эффективности процедуры группирования сейсмоприемников при различных параметрах групп. Показано, что при отсутствии мелких приповерхностных неоднородностей при увеличении базы группирования происходит повышение качества данных. Наличие же мелких приповерхностных неоднородностей отрицательно сказывается на качестве данных с группированием. При сильной неоднородности ВЧР точечный прием характеризуется наилучшим коэффициентом качества.

5. Проведена интерпретация синтетического разреза в предположении об отсутствии исходной модели. Выполнены структурные построения с оценкой точности. Для целевого интервала погрешность определения глубин составляет 20 м.

6. Выполнена оценка погрешности прогноза свойств в межскважинном пространстве. Полученный в результате обработки синтетических данных разрез был подвергнут интерпретации с применением стандартного для производственных работ подхода. Была выполнена попытка провести количественный прогноз коллекторских свойств целевого горизонта с использованием геостатистического анализа. При прогнозе использовались результаты псевдоакустической инверсии. Для оценки возможности прогноза свойств целевых интервалов было выполнено псевдоакустическое преобразование. На первом этапе, на основе результатов привязки, строилась начальная модель. Эта модель использовалась в дальнейшем в качестве источника информации об акустических свойствах среды на частотах, отсутствующих в сейсмических данных. Полученная модель и сейсмический разрез подавались на вход инверсии. В используемом алгоритме осуществляется итеративный подбор такого решения, которое бы минимизировало разницу между синтетической трассой и трассой временного разреза при условии ограниченного отклонения решения от начальной модели (Constrained inversion). При расчетах использовался импульс, оцененный на этапе сейсмической привязки. Очевидно, что для прямого пересчета в акустические и, тем более, литофизические параметры целевых интервалов данный результат непригоден, однако его вполне можно использовать в качестве независимого сейсмического атрибута при геостатистическом анализе. Альтернативным способом по отношению к детерминистическому определению литофизических параметров целевых пластов путем их непосредственного пересчета из псевдоакустического импеданса является геостатистический подход. В рамках данной работы была выполнена попытка оценить возможности данного метода по

отношению к пластам целевого горизонта. Для этого проводился поиск статистических зависимостей между динамическими параметрами сейсмической записи и параметрами пластов в точках скважин. В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что хотя прогноз свойств целевых пластов с применением геостатистического подхода дает положительные результаты, однако в ряде случаев ошибки такого предсказания могут существенно превышать оцененную статистическими методами погрешность. Использование детерминистических методов прогноза, основанных на результатах псевдоакустической инверсии, в данных условиях не эффективно.

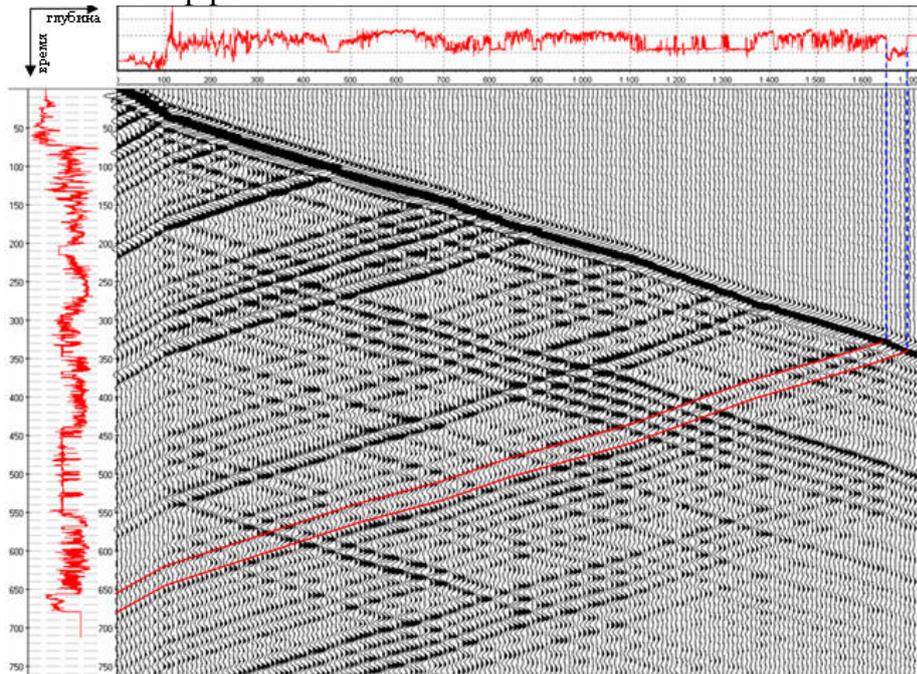


Рис. 1. Синтетические сейсмограммы ВСП нормального падения.

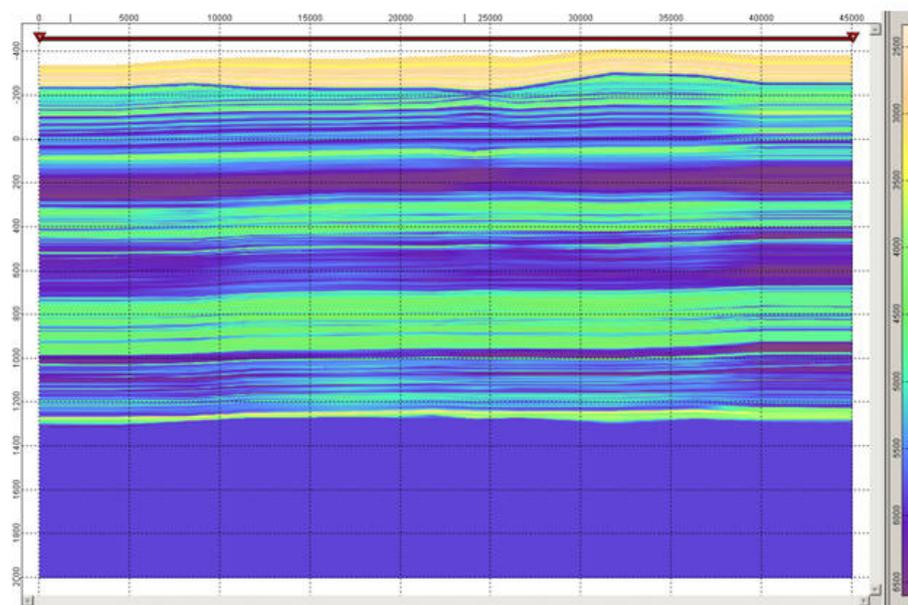
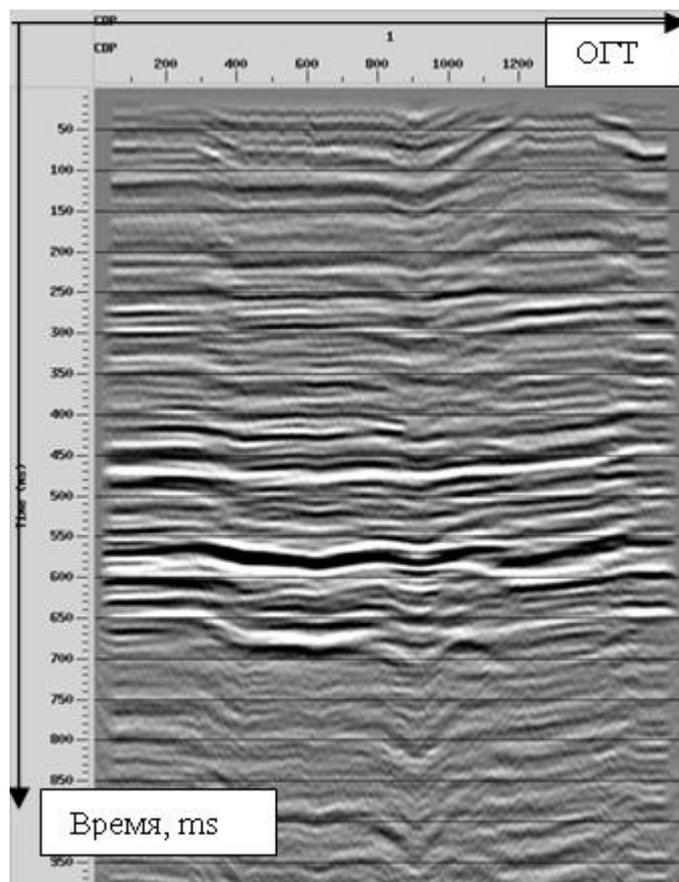


Рис. 2. Двумерная модель месторождения, использованная для расчета синтетических сейсмограмм. Цветом показано распределение скоростей продольных волн.



Список литературы

1. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология. Москва “Мир”, 1983.
2. Барышев Л.А. Подход к динамической интерпретации отраженных волн на основе физико-геологических и петрофизических моделей: Геофизика, спецвыпуск Технологии сейсморазведки - I , 31-35, М, 2002.
3. Клаербоут. Дж.Ф. Теоретические основы обработки геофизической информации с приложением к разведке нефти. – Пер. с англ., М.:Недра, 1981.
4. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири (выпуск 7 – Непско-Ботуобинский регион) /Конторович А.Э., Сурков В.С., Трофимук А.А., Шемин Г.Г и др., Новосибирск, 1994.
5. Backus G.E. Long-Wave Elastic Anisotropy Produced by Horizontal Layering, 1962, Journal of Geophysical Research, Vol.67, No11.
6. Kurt J. Marfurt. Accuracy of finite-difference and finite-element modeling of the scalar and elastic wave equations, Geophysics. Vol. 49, no. 5 (may 1984); P. 533-549.
