

Опыт совместной интерпретации данных бурения, гравиметрии и сейсморазведки на Собинском месторождении углеводородов

Кочнев В.А. *, Берсенева Н.Я. **, Гоз И.В. *, Корсунов И.В. **

* ИВМ СО РАН, г.Красноярск, ** ООО «ТюменНИИгипрогаз»

Обработка данных сейсморазведки на территории Восточной Сибири является серьезной задачей. В западной части Восточной Сибири мощность верхней части разреза (ВЧР) достигает 800-1500 м. Кроме низкоскоростных рыхлых отложений внутри толщи ВЧР имеются высокоскоростные долеритовые траппы мощностью до 1200 м. Скорость продольных волн в траппах колеблется от 5500 до 6500 м/с, а плотность от 2.9 до 3.1 г/см³. Ошибки в оценке параметров ВЧР приводят к тому, что при суммировании по ОГТ не удается получить правильного изображения волновой картины разреза, а, соответственно, теряется и динамика, позволяющая выявлять тонкие детали строения разреза, нарушений, выделение слабых границ. Кроме того, в полученных разрезах с использованием синфазного накапливания по опорным горизонтам допускаются грубые ошибки в оценке глубин этих горизонтов.

Возможность использования гравиметрических данных для обработки сейсмике интересовала многих геофизиков [5, 6]. В указанных работах отыскивалась корреляционная зависимость локального гравитационного поля с распределением эффективных скоростей по площади с последующей корректировкой скоростей с использованием гравиметрических наблюдений.

Первый эксперимент по расчету параметров ВЧР и статических поправок с использованием технологии ADG-3D был проведен на одном из участков регионального профиля, пересекающего Тунгусскую синеклизу. В результате был получен разрез, в большей степени отражающий динамику волнового поля и детали строения рифейской толщи [4].

В данной работе ставится более сложная задача: получить оценки параметров глубинной и верхней части разреза, и не по одному профилю, а по площади размером 72 на 23 км, на которой были проведены гравиметрические работы масштаб 1:25000, где точки наблюдения располагаются приблизительно с шагом 250 на 250 м. Данные представлены сеткой размером 92 на 286 узла. Используя плотностной каротаж, полученный при геофизическом исследовании скважин, была получена усредненная плотностная модель до уровня ванаварской свиты (глубина около 2800 м). Модель разреза была аппроксимирована 6 слоями с абсолютными отметками подошв 0, -600, -1400, -2500, -4400, -10000 м. Все границы плоские, кроме поверхностей первого слоя и подошвы ванаварской свиты, отметки которой колеблются в пределах от -2324 до -2519 м.

Решение задачи проведем в два этапа. Первоначально по сетке 500 на 500 м. В этом случае удалось подобрать необходимые параметры, связанные с погрешностью априорных данных и с погрешностью исходных данных. Причем с редкой сеткой задача решалась в два шага. На первом шаге приняты следующие погрешности плотностей в слоях: 0.150, 0.120 г/см³ в первых слоях и 0.100 г/см³ в остальных. Априорные плотности в слоях приняты следующие:

2.6, 2.56, 2.56, 2.70, 2.66 и 2.57 г/см³. При решении на первом шаге получены следующие невязки: 2.97, 0.343, 0.209, 0.192 мГал. На втором шаге число итераций было увеличено до 35.

Невязки на первых и последующих итерациях равны: 0.130, 0.09, ... 0.06, 0.05, 0.05 мГал. Из этих результатов получена модель с сеткой 250 на 250. В результате на трех итерациях получены невязки: 0.083, 0.043, 0.033 мГал.

Дальнейшие результаты будем пояснять на продольном разрезе по профилю 103, положение которого показано на рис.2. На рис.1а видим исходное и модельное гравитационное поле и их разность после решения обратной задачи. как видно, на данном профиле разность имеет систематический сдвиг около 1 мГал. На рис.1б видим блочную модель разреза, полученную после решения обратных задач. Плотность в полученной модели меняется от 2.41 до 2.88 г/см³. Наибольшие вариации плотностей имеем в первых 4 слоях, меньшие в последних двух. Используя возможности пакета ADG-3D, рассчитаны интервальные скорости пробега упругих волн в каждой блоке модели, и времена пробега волн до каждой точки границ модели и средние скорости.

Для расчета интервальных скоростей для каждого k-го слоя задаются коэффициенты линейной зависимости

$$V_{ijk} = V_k + b_k(\rho_{ijk} - f_k),$$

где V_{ijk} – скорость в ij-ом блоке k-го слоя, V_k – интервальная скорость, соответствующая f_k – фоновой плотности, b_k – коэффициенты связи плотности и скорости, ρ_{ijk} – плотность в ij-ом блоке k-го слоя.

В каждом регионе известны такие зависимости, полученные по экспериментальным данным. В наших экспериментах приняты следующие константы: $V_k=5500$ м/с; $b_k=5000$ (м/с)/(г/см³); $f_k=2.67$ г/см³ – плотность, совпадающая с плотностью верхнего слоя, принятой для расчета аномальных значений dg. Используя указанные линейные зависимости, получим интервальные скорости и времена пробега отраженных волн от нижней границы слоя.

На рис.2с представлен разрез интервальных скоростей, где границы указаны во временном масштабе. Как видно, из плоских они превратились в криволинейные. Последней границе модели (отметка –10000 м) соответствуют времена пробега волн от 3600 до 3900 мс. Полученная слоистая модель не противоречит сейсмической и может быть использована как предварительная скоростная модель при обработке сейсмических данных. Положительный опыт использования скоростной модели был получен при обработке участка профиля на Юнаринской площади.

Но более простым и привычным для обработки является вычисление и ввод статических поправок, исключаящих влияние неоднородностей ВЧР. В технологии ADG-3D предусмотрено вычисление поправок, имитирующих замещение неоднородного слоя на слой со скоростью, соответствующей фоновой плотности. В данном случае весь разрез от поверхности замещается слоем со скоростью 5000 м/с.

Статические поправки вычисляются по формуле

$$\tau_{ijk} = h_{ijk} / V_{ijk} - h_{ijk} / V_k ,$$

где h_{ijk} – мощность ij -го блока в k -ом слое. Второй вариант поправок может быть вычислен по t_0 одной из модельных горизонтальных границ по формуле:

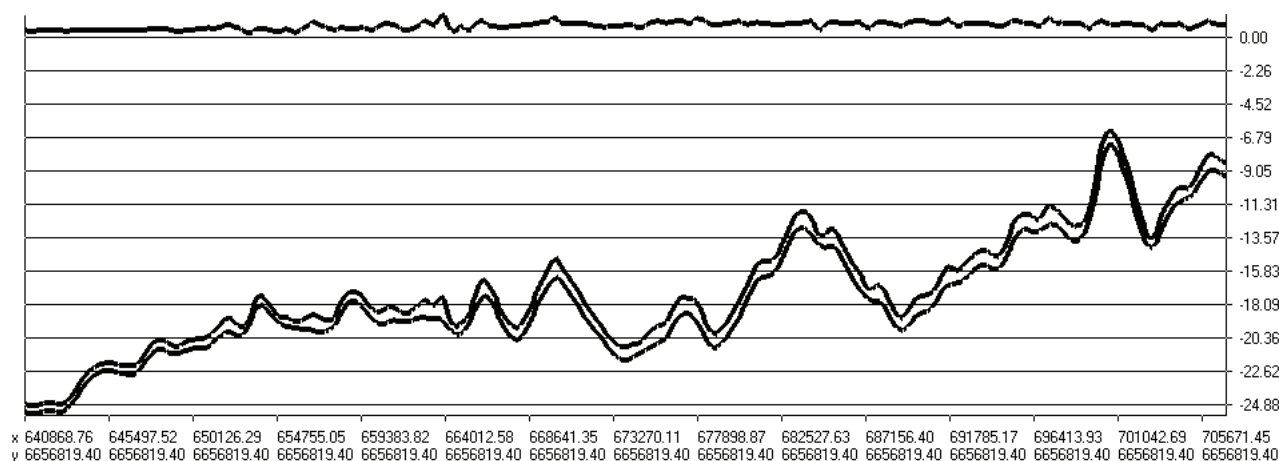
$$\tau_{ijk} = 0.5t_{0ijk} - t_{const} ,$$

где t_{const} — выбранная константа времени.

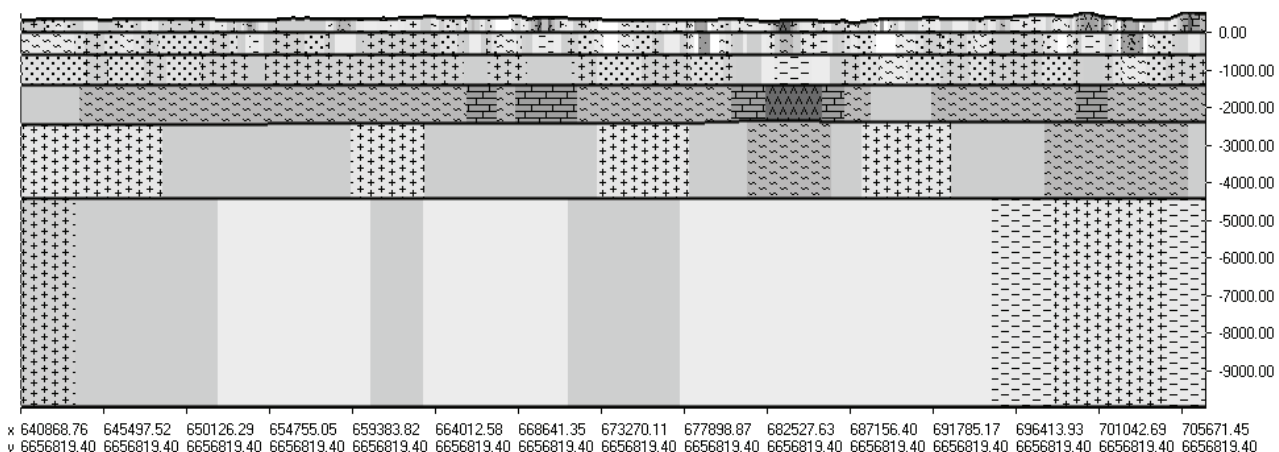
На рис.2а представлены гравитационное поле и статические поправки, полученные при обработке сейсмических данных и вычисленные по гравиметрическим данным. В совместной визуализации поправки были умножены на коэффициент 0.1. Анализируя графики поправок, можно заключить, что они не повторяют регионального тренда гравитационного поля. В то же время на них отображаются как высокочастотные, так и среднечастотные аномалии. Графики поправок по сейсмике и гравиметрии в основном коррелируются, но местами видим значительные отличия по амплитуде. На рис.2b и c видим картину распределения статических поправок за ПП, полученных по сейсмическим и гравиметрическим данным. Как видно, они согласуются в правой части площади и местами сильно отличаются в центральной и левой части площади. Пробные разрезы пока не получены.

Литература

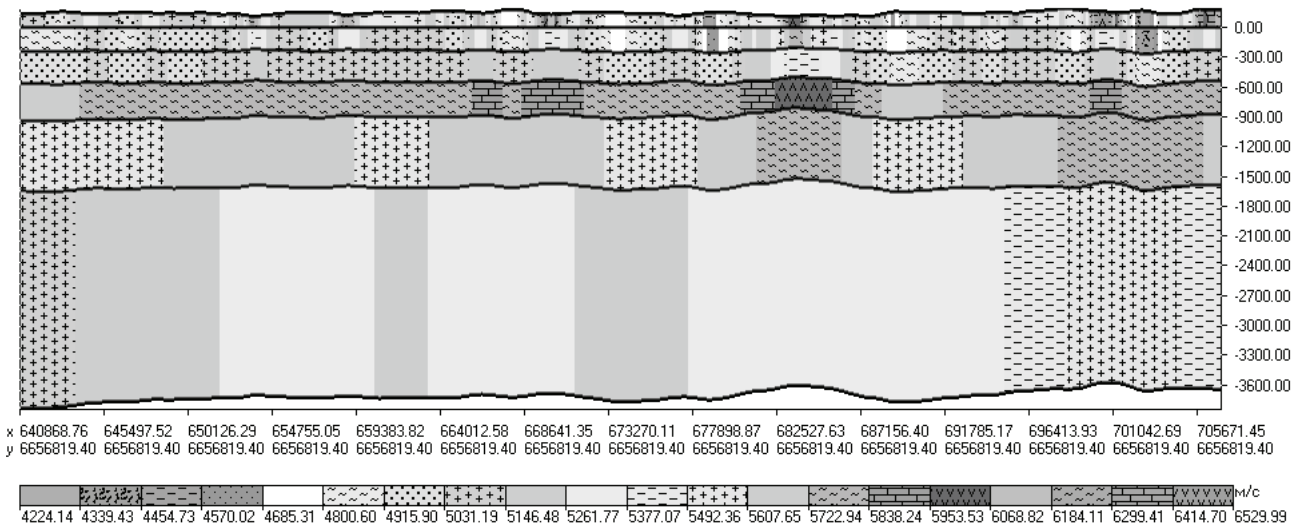
1. Кочнев В.А. Адаптивные методы интерпретации сейсмических данных (монография) Наука. Сиб.отд. Новосибирск., 1988 – 152 с.
2. Кочнев В.А. Адаптивные методы решения обратных задач геофизики. ВЦ СО РАН, Красноярск, учебное пособие, 1993.
3. Кочнев В.А., Хвостенко В.И. Адаптивный метод решения обратных задач гравиметрии. - Геология и геофизика, №7, 1996, с.120-129.
4. Кочнев В.А., Гоз И.В. Возможности гравиметрии и магнитометрии при интерпретации сейсмических данных. Геофизика, №4, 2008, стр.28-33.
5. Музыченко Б.И., Ефимов А.С. Метод динамического анализа вертикального годографа – эффективный способ изучения строения верхней части разреза при проведении нефтегазопроисловых сейсморазведочных работ в траппонасыщенных районах Сибирской платформы. Сб.тр.научно-практ.конф. «Пути повышения эффективности геологоразведочных работ на нефть и газ в Восточной Сибири и Республике Саха (Якутия)», Н, 2006.
6. Покровский Н.С. Прогнозирование латеральных изменения скорости по результатам комплексной интерпретации материалов гравиразведки и сейсморазведки. Разведка и промысловая геофизика, 10, 1987, с 20-25.
7. Кочнев В.А., Гоз И.В., Карху Э.А., Кульчинский Ю.В. Опыт расчета статических поправок в условиях Тунгусской синеклизы с использованием пакета ADG-3D. Мат. 34-й сессии Межд.сем.им.Д.Г.Успенского «Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей.», Москва, 29 января-3 февраля 2007 г., с.150-153



а) Исходное и модельное гравитационное поле по продольному профилю через скв.36

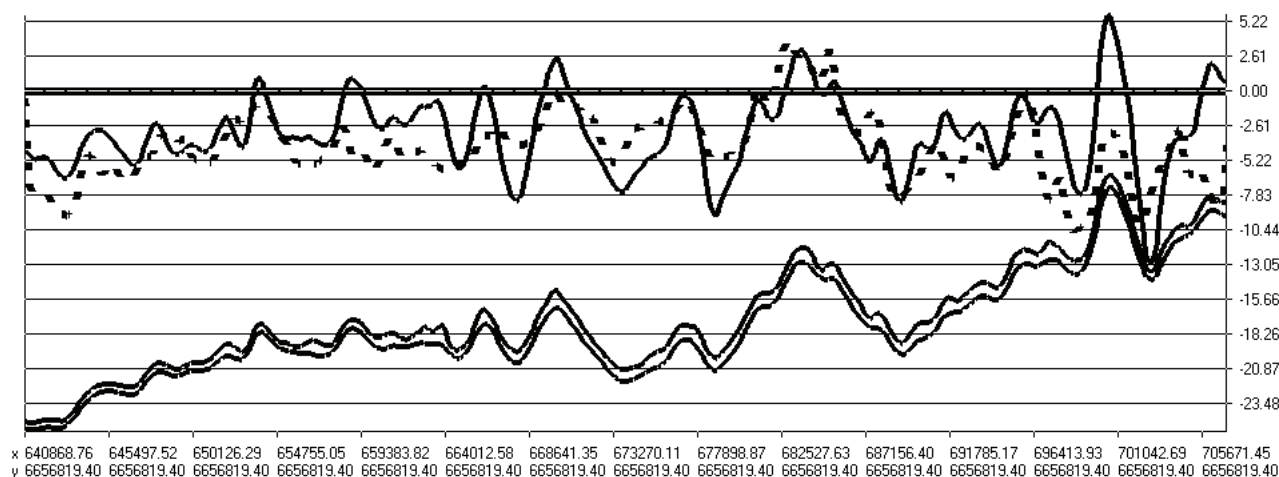


б) Глубинный плотностной разрез по продольному профилю через скв.36

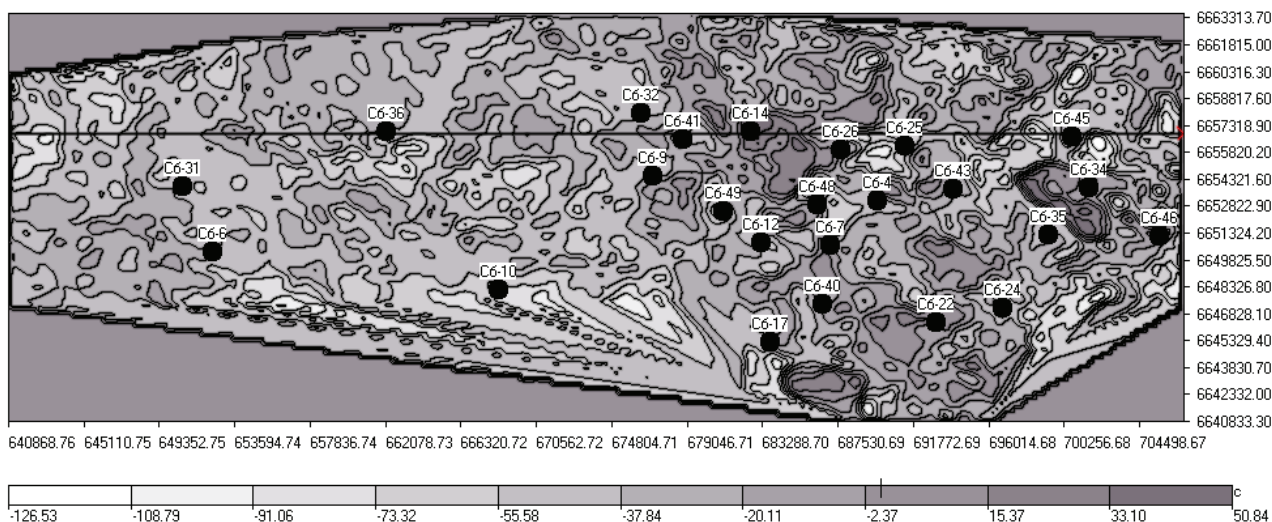


с) Временной разрез интервальных скоростей

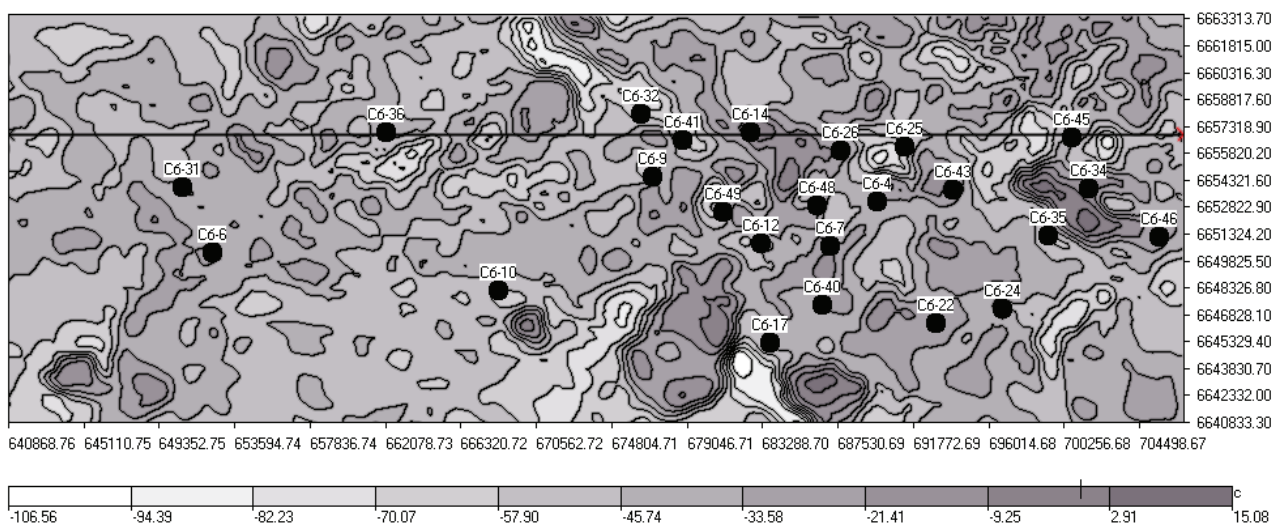
Рис.1



а) Гравитационное поле и статические поправки по профилю 103: по гравике $\tau_{\text{a}}[1]$ и сейсмике $\tau_{\text{a}}[2]$ (значения поправок уменьшены в 10 раз).



б) Региональные статические поправки ПП по сейсмике



с) Статические поправки по гравике

Рис.2